Explotación de los recursos forestales desde el Neolítico hasta la época moderna en los valles de La Vansa-sierra del Cadí (Alt Urgell) y del Madriu (Andorra)

Análisis antracológico de estructuras altimontanas

013ITXASO.indd 1 28/9/09 09:49:36

Explotación de los recursos forestales desde el Neolítico hasta la época moderna en los valles de La Vansa-sierra del Cadí (Alt Urgell) y del Madriu (Andorra)

Análisis antracológico de estructuras altimontanas

Itxaso Euba Rementeria

Institut Català d'Arqueologia Clàssica

DOCUMENTA 9

Institut Català d'Arqueologia Clàssica

Tarragona, 2009

013ITXASO.indd 3 28/9/09 09:49:36

Biblioteca de Catalunya - Dades CIP

Euba Rementeria, Itxaso

Explotación de los recursos forestales desde el neolítico hasta la época moderna en los valles de la Vansa-sierra del Cadí (Alt Urgell) y del Madriu (Andorra) : análisis antracológico de estructuras altimontanas. – (Documenta ; 9)
Bibliografia. – Text en castellà, resum en francès
ISBN 97-884-93.680-930
I. Institut Català d'Arqueologia Clàssica II. Títol III. Col·lecció: Documenta (Institut Català d'Arqueologia Clàssica) ; 9
1. Antracologia – Lavansa, Vall de 2. Antracologia – Madriu-Perafita-Claror, Vall del 3. Restes de plantes (Arqueologia) – Lavansa, Vall de 4. Restes de plantes (Arqueologia) – Madriu-Perafita-Claror, Vall del
902:581(467.1:23.04Lavansa)
902:581(467.2:23.04Madriu-Perafita-Claror)

Aquest llibre parteix de la tesi doctoral de l'autora, titulada *Análisis antracológico de estructuras altimontanas en el valle de La Vansa-sierra del Cadí (Alt Urgell) y en el valle del Madriu (Andorra): explotación de recursos forestales del Neolítico a la época moderna*, presentada al Departament d'Història i Geografia de la Universitat Rovira i Virgili i defensada a l'ICAC el mes de juny del 2008.

© d'aquesta edició, Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC)
Plaça d'en Rovellat, s/n, 43003 Tarragona
Telèfon 977 24 91 33 – fax 977 22 44 01
info@icac.net – www.icac.net

© del text, Itxaso Euba Rementeria
© de les fotografies i il·lustracions, l'autora, llevat que s'indiqui el contrari

Primera edició: octubre del 2009
Coordinació: Publicacions de l'ICAC
Correcció: Pere Farrando Canals (català) i Mariam Chaïb (francès)
Fotografies de la coberta: carbó de pi negre alterat per un microorganisme i carbó de bedoll. Fotos fetes al SEM (microscopi electrònic de rastreig) del Servei de Recursos Científics i Tècnics de la Universitat Rovira i Virgili.
Disseny de la col·lecció i de la coberta: Dièdric

Maquetació: Víctor Igual, S.L.
Impressió: Indústries Gràfiques Gabriel Gibert

Dipòsit Legal: T-635-2009
ISBN: 978-84-936809-3-0

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només es pot fer tenint l'autorització dels seus titulars, amb les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centre Espanyol de Drets Reprogràfics, www.cedro.org) si heu de fotocopiar o escanejar fragments d'aquesta obra.

013ITXASO.indd 4 28/9/09 09:49:36

SUMARIO

Pròleg 7

1. Introducción 9
   1.1. Presentación del proyecto 9
   1.2. Antecedentes y origen del proyecto en el que se integra el trabajo 10
   1.3. Objetivos 11
   1.4. La arqueología del paisaje 11
      1.4.1. Arqueología del paisaje en la alta montaña 12
      1.4.2. La antracología del paisaje 13

2. Contexto histórico y socioeconómico de las zonas de estudio 15
   2.1. Contexto histórico 15
   2.2. Actividades económicas desarrolladas en alta montaña 18
      2.2.1. Actividad pastoril 18
      2.2.2. Actividad minerometalúrgica 20
      2.2.3. Actividad carbonera 21

3. Contexto biogeográfico de las regiones estudiadas 25
   3.1. Contexto biogeográfico 25
   3.2. Regiones de los Pirineos estudiadas 27
      3.2.1. Región prepirenaica de los Pirineos orientales: el valle de La Vansa (sierra del Cadí, Alt Urgell) 27
      3.2.2. Región axial de los Pirineos orientales: el valle del Madriu (Andorra) 28

4. Metodología. 31
   4.1. Historiografía de la antracología 31
      4.1.1. Estudios antracológicos de carboneras y en contextos de alta montaña 32
   4.2. Recuperación de los restos antracológicos 34
      4.2.1. El muestreo 34
      4.2.2. Procesamiento de las muestras 37
   4.3. Identificación taxonómica 37
      4.3.1. Descripción anatómica de los taxones identificados 40
   4.4. Análisis dendrológico y observación de los procesos tafonómicos a través del estudio de las alteraciones 40
   4.5. Cuantificación 41
   4.6. Estudio etnográfico 43

5. Presentación de datos 47
   5.1. Marco cronológico 51
   5.2. Resultados antracológicos de la sierra del Cadí 52
      5.2.1. Resultados antracológicos de Cerneres 52
      5.2.2. Resultados antracológicos de El Goleró 55
      5.2.3. Resultados antracológicos de Pradell 60
      5.2.4. Resultados antracológicos de Carboneres 61
   5.3. Resultados antracológicos del valle del Madriu 62
      5.3.1. Sector de Orris de Setut 63
      5.3.2. Sector de Bosc dels Estanyons 66
      5.3.3. Sector de Pla de l'Ingla 67
      5.3.4. Sector de Riu dels Orris 70
      5.3.5. Sector de Basses de Setut 72

013ITXASO.indd 5 28/9/09 09:49:36

5.3.6. Sector de Pleta de les Bacives 73
5.3.7. Transecto altitudinal de carboneras del valle del Madriu 74

6. Interpretación de los resultados 77
6.1. Sierra del Cadí 77
6.2. Valle del Madriu 79
6.3. Alteraciones observadas en el registro antracológico 81
6.3.1. Alteraciones producidas antes de la combustión 82
6.3.2. Alteraciones producidas durante la combustión 83
6.3.3. Procesos de fosildiagénesis 86
6.4. Modificaciones macroscópicas 86
6.4.1. Estructuras 89
6.4.2. Utensilios 91

7. Discusión 93
7.1. Caracterización de las formaciones vegetales documentadas en los pisos montano y subalpino en la sierra del Cadí y en el valle del Madriu 93
7.2. Explotación del medio forestal del Neolítico antiguo a época contemporánea en los valles del Madriu (Andorra) y de La Vansa (sierra del Cadí) a partir del registro antracológico 94
7.2.1. Época neolítica-Edad del Bronce 95
7.2.2. Época romana 95
7.2.3. Edad Media 96
7.2.4. Baja Edad Media-época moderna 96
7.2.5. Trabajo de la madera: construcción y manufactura de utensilios . . 99

8. Conclusión 101

Bibliografía 103

Résumé 113

013ITXASO.indd 6 28/9/09 09:49:36

PRÒLEG

L'obra que es presenta correspon a la tesi doctoral d'Itxaso Euba, degudament revisada per a la publicació. Aquest treball de recerca, llegit el mes de juny del 2008, ha estat adaptat per l'autora perquè prengui forma de llibre en aquesta excel·lent col·lecció Documenta, de l'ICAC. El treball va ser codirigit pels sotasignants, la Dra. Ethel Allué, de l'IPHES, i el Dr. Josep Maria Palet, de l'ICAC. A tots dos la seva exitosa lectura ens va fer una enorme il·lusió perquè va significar la nostra primera tesi com a directors de recerca. Ara, aquesta satisfacció es veu reforçada amb la publicació del llibre.

Val la pena subratllar el treball de coordinació que la realització d'un estudi d'aquest tipus implica, no només entre els membres del grup de recerca en Arqueologia del Paisatge de l'ICAC, sinó també entre investigadors d'altres centres i molt especialment entre els dos instituts de lletres de la Universitat Rovira i Virgili, l'IPHES i l'ICAC. Ethel Allué ha estat la responsable de la sòlida formació antracològica d'Itxaso Euba i ha dirigit directament aquest àmbit de l'estudi. Josep Maria Palet l'ha formada en arqueologia del paisatge i, molt especialment, en el que hem anomenat *arqueologia de la muntanya*, i ha estat el seu tutor a l'ICAC.

A més a més, per a l'equip d'Arqueologia del Paisatge de l'ICAC aquest llibre significa la primera publicació en aquest Institut dels treballs derivats d'un dels projectes internacionals que desenvolupem, centrat en les valls andorranes del Madriu-Perafita-Claror, declarades patrimoni de la humanitat per la Unesco l'any 2004. Es tracta d'un projecte pluridisciplinari, iniciat el mateix 2004, que té com a data prevista de finalització el 2010. El projecte ha estat cofinançat pel Govern d'Andorra, i dirigit pel Dr. Santiago Riera, del SERP-Universitat de Barcelona, i el Dr. Josep Maria Palet, de l'ICAC. És un gran treball d'equip, en el marc del qual dues altres tesis doctorals s'estan redactant a l'ICAC, a càrrec d'Anna Ejarque i d'Hèctor Orengo. L'estudi que es presenta incorpora també les recerques antracològiques derivades d'un altre projecte pirinenc que portem a terme des de l'ICAC, a l'alt Segre, al sector occidental de la serra del Cadí. En aquest projecte ocupen un espai preferent els estudis duts a terme als jaciments del Goleró i de Pradell (la Vansa i Fórnols) i de Cerneres (Josa i Tuixén).

Durant els darrers anys els resultats preliminars obtinguts han estat discutits en congresos internacionals i s'han anat publicant en forma d'articles. Itxaso Euba ha estat especialment eficient en aquest sentit. Per al 2010, preparem noves monografies en les quals es publicaran les dues tesis doctorals ara en curs i una síntesi de les aportacions de tots els investigadors implicats en els projectes. El conjunt de recerques desenvolupades en aquest marc ha tingut un fort impacte internacional, i ha obert amb força un nou camp de recerca dins l'arqueologia del paisatge, centrat en els espais de muntanya, fet que ens ha portat a definir una mena d'arqueologia de la muntanya. Tot plegat és testimoni de l'èxit dels treballs realitzats per l'equip i de l'interès i l'expectació envers els resultats obtinguts. El llibre que ara presentem s'ha d'entendre, doncs, en aquest context de gran abast, del qual és un magnífic exemple.

El treball d'Itxaso Euba s'ha centrat en l'estudi del registre antracològic generat per les intervencions arqueològiques realitzades entre el 2004 i el 2006 a la vall del Madriu (Andorra) i a la serra del Cadí (Alt Urgell). És important assenyalar que totes les excavacions se situen per sobre de la cota 2.000, amb altituds màximes superiors als 2.500 metres sobre el nivell del mar, en el cas de la vall del Madriu. En aquests contextos altimontans les unitats estratigràfiques són pobres en artefactes, però en canvi enormement riques en carbons, relacionats amb nivells d'ocupació i d'abandonament, amb llars de foc i amb material constructiu d'antigues cabanes i tancats o amb el combustible de carboneres i forns. Així, la riquesa del registre ha permès a l'autora identificar en determinats casos artefactes en fusta carbonitzats. Tot plegat ha permès conèixer les formes d'explotació dels dominis forestals de la vall i les estratègies d'utilització de la fusta amb una nova perspectiva de llarga durada que abraça del neolític a l'època moderna.

De fet, l'obra conté nombrosos elements que subratllen la seva singularitat. En primer lloc, la fusió de l'antracologia amb l'arqueologia del paisatge, que reconverteix la primera en una nova aproximació a aquest tipus de registre arqueobotànic. En segon lloc, l'estudi, des d'aquesta perspectiva de l'antracologia del paisatge, d'un territori concret i específic al Pirineu, la vall del Madriu i la serra del Cadí, que permet avaluar i entendre diversos aspectes paisatgístics i socioeconòmics del nostre passat més recent. En tercer lloc, la diacronia que proporciona una visió global d'un transcórrer cronològic del territori específicament per períodes poc tractats des d'una perspectiva antracològica. Finalment, l'estudi d'una gran diversitat de jaciments amb diferents tipus d'estructures com ara les carboneres, registres singulars i únics de material antracològic, i que per tant requereixen com a eina d'estudi gairebé única l'antracologia.

Les aportacions de l'obra són significatives amb relació també a la mateixa disciplina antracològica. El

013ITXASO.indd 7 28/9/09 09:49:36

llibre presenta una aproximació purament antracològica, que permet entendre el paisatge vegetal i la gestió dels recursos forestals a través de la identificació taxonòmica dels carbons. L'autora proporciona una visió dels boscos i una descripció acurada de la seva gestió durant els diferents períodes estudiats. A més a més, desenvolupa aspectes metodològics en relació amb l'aplicació de la dendrologia i la tafonomia per tal de comprendre aspectes relacionats amb els processos de formació del mateix registre antracològic. Aquests últims obren les portes a un futur específic que amplia sens dubte la disciplina antracològica.

Els Pirineus, un territori allunyat i «marginal», constitueixen en aquest cas l'epicentre de certes activitats econòmiques. La producció de carbó, l'aprofitament de resines, la metal·lúrgia i la ramaderia són sens dubte activitats lligades no només a la regió sinó també a la resta del territori. A través de l'estudi antracològic sistemàtic de les estructures arqueològiques associades a aquestes activitats, l'autora explica de forma detallada la gestió dels boscos per cadascuna de les activitats.

La llarga durada és present en tota l'obra i proporciona una visió de l'evolució del paisatge i de les interaccions de les societats estudiades amb el medi. És justament aquesta relació societat-medi el que ha conduït a la configuració dels paisatges culturals de l'alta muntanya pirinenca. Des d'aquesta perspectiva, el llibre presenta l'evolució de l'explotació dels dominis forestals i les estratègies d'utilització de la fusta des del neolític.

Com hem dit, el llibre s'integra acuradament en un projecte més ampli i interdisciplinari en el marc del qual es desenvolupen també recerques arqueològiques i paleoecològiques. La mateixa autora ha esdevingut una part imprescindible d'un projecte en el qual l'antracologia constitueix, tal com es mostra en aquesta obra, una part principal per donar respostes a les qüestions plantejades. Volem en aquestes breus línies felicitar molt sincerament l'autora pel treball realitzat i per la maduresa investigadora assolida durant aquests anys, que ha fet possible la presentació d'aquest llibre, de gran qualitat. Pensem que la lectura resultarà de molta utilitat per a tots els lectors interessats en els territoris pirinencs i en l'ocupació dels espais de muntanya de manera més general.

Dra. Ethel Allué
Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES)

Dr. Josep Maria Palet
Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC)

Tarragona, juliol del 2009

013ITXASO.indd 8 28/9/09 09:49:36

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación del proyecto

En este trabajo presentamos el resultado de los análisis antracológicos de las muestras de carbón obtenidas durante la primera fase de dos proyectos denominados *Ocupació del sòl i formes del paisatge de muntanya als Pirineus orientals de l'antiguitat a l'època medieval: la vall del Madriu-Perafita-Claror (Andorra)* y *Ocupació del sòl i formes del paisatge de muntanya als Pirineus orientals de l'antiguitat a l'època medieval: la vall de la Vansa-serra del Cadí (Alt Urgell)*. Ambos proyectos están dirigidos por el Dr. Palet (ICAC), para la coordinación de los estudios históricos y arqueológicos, y por el Dr. Riera (SERP-UB), para los estudios paleoambientales. Los dos se integran en el programa transversal Arqueología Ambiental i Paleoambiental del Instituto Catalán de Arqueología Clásica (ICAC) y en la línea temática denominada Arqueología del Paisaje, Poblamiento y Territorio.

Las zonas de estudio de este trabajo son dos: por un lado, la vertiente meridional de la sierra del Cadí, concretamente el valle de La Vansa (La Vansa i Fórnols y Josa i Tuixén, Alt Urgell), localizado en el Parque Natural del Cadí-Moixeró, y, por otro, el valle del Madriu, situado en los municipios de Escaldes-Engordany y Encamp (Andorra) (figura 1).

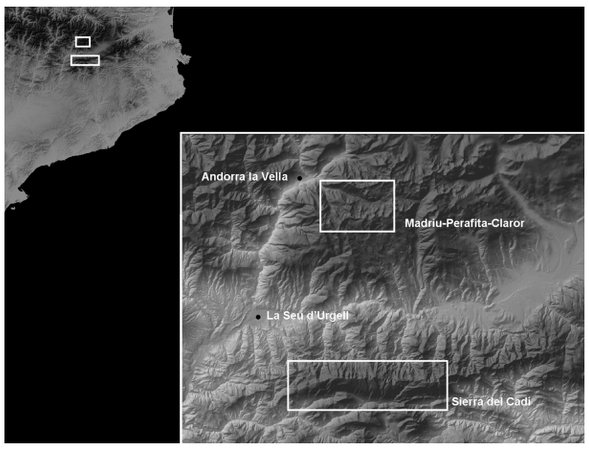


Figura 1. Localización de las zonas de estudio. Mapa: J. M. Palet.

El objetivo de estos proyectos es conocer el origen, la evolución y las características de la ocupación antrópica en alta montaña a lo largo de un espacio largo de tiempo. Asimismo, se pretende determinar los factores (económicos, demográficos, técnicos o simbólicos, entre otros) que dan lugar a la socialización y culturización de este espacio y conocer las interacciones socioambientales. En este sentido, la intención de los proyectos es conocer el papel humano en la configuración del espacio altimontano, así como en el actual ecosistema de alta montaña, a través de diversos análisis de sedimentos naturales, el estudio de restos y estructuras arqueológicas. Los estudios antracológicos tienen un papel primordial en este marco de la investigación, ya que los restos de carbones son particularmente abundantes y presentes en todas las estructuras.

En ambos proyectos colaboran diversas disciplinas históricas, arqueológicas y paleoambientales. En lo referente a los estudios histórico-arqueológicos, los trabajos efectuados son prospecciones intensivas en las áreas de estudio, en las que además se elaboran bases de datos y se recoge información por GPS para obtener planimetrías arqueológicas de gran precisión con información cronotipológica adscrita. También se realizan sondeos de diagnóstico y excavaciones de las estructuras localizadas. Por otra parte, es también importante la recuperación de la información a partir de los textos documentales (Llovera y Codina, del Gobierno de Andorra; Gascón, del Consejo Comarcal del Alt Urgell, y Orengo, del ICAC) y fuentes orales. En el marco de los estudios paleoambientales se realizan estudios *multiproxy* de secuencias lacustres y turberas de alta montaña, análisis sedimentológicos lacustres y análisis antracológicos. Los análisis polínicos están dirigidos por Riera (SERP-UB), con la colaboración de Miras (SERP-UB) y Ejarque (ICAC). Hasta el momento, en la zona de estudio, se ha llevado a cabo el análisis polínico de la turbera de Bosc dels Estanyons (Miras *et al.* 2007) y del lago Blau del valle del Madriu (Ejarque 2006). A través de la palinología no solo se lleva a cabo el estudio de pólenes, sino también el análisis de hongos, algas y microcarbones (palinofacies), mayoritariamente procedentes de sedimentos de lagos y turberas, aunque también se analizan sedimentos procedentes de estructuras arqueológicas. Asimismo, se están realizando estudios geoquímicos de las muestras obtenidas en lagos, con la colaboración de Camarero, Altuna y Bacardit (CEAB-CSIC). El estudio paleoclimatológico y sedimentológico de registros sedimentarios lacustres permite aislar señales paleoambientales y reconstruir así las variables climáticas. Colaboran en estos análisis Julià, Giralt y Hernández (Intituto Jaume Almera-CSIC). Por último, Pla (Loughborough University) realiza el estudio de crisofitas y diatomeas con objetivo de reconstruir las oscilaciones climáticas en la zona de estudio.

Los proyectos se iniciaron en enero de 2004 y la primera fase terminó en el año 2006. Las actividades arqueológicas efectuadas han sido las siguientes: du-

013ITXASO.indd 9 28/9/09 09:49:39

rante la campaña del año 2004 se llevaron a cabo prospecciones, y en la de los años 2005 y 2006, a parte de prospecciones, también se realizaron sondeos de diagnóstico, generalmente de 2 por 1 metros, en cabañas, cercados, *munyidores* y hornos, y pequeñas catas de 0,5 metros cuadrados en carboneras. Asimismo, se ha excavado una estructura en extensión, concretamente un horno de época romana.

Durante esta primera fase se han identificado varios tipos de estructuras relacionadas con actividades típicas de alta montaña. Los hornos y carboneras, así como restos de escoria y carbón y minas de extracción del mineral de hierro, están relacionados con la metalurgia, y los cercados, *munyidores* y cabañas, con el pastoreo. En esta primera fase del proyecto se han llevado a cabo además inventarios patrimoniales que han permitido evaluar la potencialidad arqueológica del territorio tratado a través del estudio de la funcionalidad de las estructuras y su datación por cronología absoluta.

Además de las memorias e informes de excavación (Palet 2005*a*, 2005*c*, 2005*d*, 2006*a*, 2006*b*, 2006*c*, 2006*d*, 2006*e*, 2007*a*, 2007*b*, 2007*c*, 2008*a*; Gascón 2007), se han publicado ya diversos resultados (Palet *et al*. 2006, 2007; Miras *et al*. 2007; Palet 2008*b*).

La segunda fase se inició en el año 2007 y finalizará en el año 2009. En ella se pretende llevar a cabo excavaciones en extensión de los yacimientos complejos y relacionados con las actividades ya mencionadas. La información obtenida sobre ocupación de la alta montaña pirenaica se comparará con la de otros macizos de alta montaña sureuropeos.

1.2. Antecedentes y origen del proyecto en el que se integra el trabajo

La investigación paleoecológica en los Pirineos orientales se puso en marcha en 1988 con el proyecto denominado *La forêt charbonée*, integrado en el programa PIREN-CNRS *Histoire de l'environnement*. El objetivo de este proyecto era el estudio de la historia de los bosques de los Pirineos orientales durante los últimos dos milenios en relación con la metalurgia. En el proyecto, dirigido por Métailié, colaboraron el laboratorio de botánica y forestal de Toulouse (laboratorio Géographie de l'Envirorennement, GEODE), que se encargó de los análisis palinológicos; el laboratorio de antracología y paleoambiente de Montpellier (Laboratoire de Paléoenvironnements, Anthracologie et Action de l'Homme), y el laboratorio de arqueología minera del occidente romano (Université Toulousiane d'Archéologie, UTAH), así como varios historiadores (Rendu 2003*a*). En este marco, Métailié (1981) realizó un estudio que corroboró la coherencia ecológica y social de una práctica habitual y antigua como la quema de vegetación para la obtención de pastos. Fruhauf (1980) llevó a cabo la investigación histórica de la explotación de los bosques del Pirineo. Los estudios antracológicos fueron inicialmente realizados por Bonhôte, con la participación posterior de Dubois, Davasse y Izard (Bonhôte y Vernet 1988; Dubois 1988-90, 1992; Bonhôte 1992; Davasse 1992*a*, 1992*b*, 2000; Izard 1992*a*, 1992*b*; Dubois *et al*. 1997). Davasse e Izard estudiaron la explotación de los recursos forestales relacionados con actividades metalúrgicas a partir del análisis antracológico de carboneras del Ariège y el valle del Lentilla respectivamente. Galop (1998) llevó a cabo el estudio palinológico de las diversas áreas estudiadas por el proyecto, a partir de 13 sondeos, 11 de los cuales eran sedimentos turbosos. Este autor centró sus estudios palinológicos en la identificación de las prácticas humanas y la antropización de medios altimontanos del Ariège. Posteriormente, llevó a cabo un estudio multidisciplinar en los Pirineos vascos en la misma línea (Galop *et al*. 2003). Por otro lado, Rendu llevó a cabo la excavación de estructuras de pastoreo en la Cerdanya (Rendu 1985, 1987, 1998, 2003*b*; Rendu *et al*. 1995). El estudio antracológico de las estructuras excavadas en esta zona fue realizado por Davasse (Davasse y Galop 1989, 1990; Davasse 1991, Davasse *et al*. 1997).

En los Alpes del Sur, con un enfoque similar al desarrollado en los Pirineos, en 1998 se inició un proyecto de investigación pluridisciplinar, cuyo objetivo principal era caracterizar la explotación y ocupación de los espacios de alta montaña y específicamente conocer los orígenes de la trashumancia. Este proyecto partía del hecho de que, en los años noventa, se descubrieron establos de época romana en el llano de la Crau (delta del Ródano; Baja Provenza occidental) (Badan *et al*. 1995; Brun 1996). La gran cantidad de estructuras documentadas, su tamaño y la superficie del valle permitieron sugerir la existencia de una actividad ganadera muy importante, sobre todo en el siglo II d. C. La zona podría haber albergado a unas 100.000 cabezas de ovinos. Asimismo, en Italia estaba documentada la existencia de trashumancia en época romana y autores como Plinio y Estrabón mencionaban la importancia de la actividad ganadera en la Crau. Sin embargo, a las hipótesis de una posible trashumancia en Provenza durante este periodo, se oponía la falta de pruebas arqueológicas sobre estructuras pastoriles en los Alpes (Badan *et al*. 1995). Esta fue una de las razones que llevó a Leveau a poner en marcha la investigación sobre la montaña alpina en los Alpes del Sur desde la Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme de Aix-en-Provence (Leveau 2004).

En este sentido, a partir del año 2000, De Beaulieu, director del Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléo-écologie (CNRS, Marseille Saint-Jerôme) y

013ITXASO.indd 10 28/9/09 09:49:39

Leveau comenzaron un proyecto arqueomedioambiental destinado a establecer la historia de la ganadería en sectores altimontanos, que se tituló *La forêt et le troupeau dans les Alpes du Sud du Tardiglaciaire à l'époque actuelle*, financiado por el programa *Paléoenvironnement, Vie et Sociétes* del CNRS (Leveau 2004). Las cuatro comunidades estudiadas (Freissinières, Champoléon, Orcières y Saint-Jean-Saint-Nicolas) se situaban entre los 900 y 3.200 metros de altitud en los macizos alpinos de la zona meridional del Parc National des Écrins.

El extremo oeste, el valle del Alto Champsaur, fue estudiado bajo la dirección de Palet, y el extremo este, el valle de Freissinières, por parte de Walsh y Mocci, los tres investigadores coordinados por Leveau y De Beaulieu (Leveau 2003, 2004; Palet *et al.* 2003; Segard *et al.* 2003; Mocci *et al.* 2005; Palet 2005b; Walsh 2005; Walsh *et al.* 2005, 2007). Los análisis antracológicos de este proyecto fueron realizados por Durand, Talon y Py (Durand 2003, 2004; Durand y Py 2004). Talon realizó el estudio edafoantracológico de los valles de Aussois y Saint-Michel-de-Maurienne, situados en el macizo de la Vanoise, entre 1.700 y 2.700 metros de altitud (Talon *et al.* 1998). Los análisis palinológicos fueron efectuados por Court-Picon (Court-Picon 2003*a*, 2003*b*; Court-Picon *et al.* 2005) y los análisis carpológicos por Badura. Segard (2005, 2009) llevó a cabo un estudio sobre la explotación de los recursos de la alta montaña durante el periodo romano. Este estudio planteaba desde la perspectiva arqueológico-histórica el desarrollo urbano y la explotación de recursos naturales de los Alpes occidentales durante la época romana, apoyándose en datos palinológicos realizados en esta área con anterioridad, como los trabajos de De Beaulieu (1977) y Nakagawa (1998).

La experiencia alpina fue trasladada por Palet a la vertiente meridional de los Pirineos catalanes. En este sentido, la creación del ICAC en el año 2004 posibilitó la puesta en marcha de un programa pluridisciplinar en los Pirineos, enfocado desde la arqueología del paisaje, codirigido por Palet y Riera. Ambos investigadores habían centrado su actividad investigadora en la arqueología del paisaje en áreas del litoral catalán (llano de Barcelona, Penedès y Maresme). Uno de los resultados destacables de estos estudios fue precisamente el impacto de las actividades ganaderas en la evolución del paisaje, especialmente a partir de la Antigüedad tardía y la Alta Edad Media. Ello llevó a plantear la hipótesis de actividades trashumantes a mayor o menor escala (Riera y Palet 1993, 2005; Palet y Riera 1994, 2000; Riera 1995; Palet 1997; 2008*b*). La verificación de estas hipótesis fue uno de los motivos que condujo al inicio de los trabajos que se realizaron desde el año 2004 en dos valles de los Pirineos orientales, en los que se integra nuestra tesis doctoral.

1.3. Objetivos

En las intervenciones de la campaña del año 2004, se recogieron muestras para el estudio antracológico procedentes de las prospecciones realizadas tanto en el valle del Madriu como en la sierra del Cadí (Euba 2005). Todas ellas correspondían a carboneras excepto una, del Pla de l'Ingla, que provenía de un horno. En las campañas de excavación de 2005 y 2006 se efectuaron sondeos en los que se recogieron las muestras de sedimento de manera sistemática. En el año 2006, además, se muestrearon 11 carboneras que se encontraban en el transecto altitudinal del GR-11 entre 1.800 y 2.100 metros de altitud.

Los objetivos propuestos para este trabajo son los siguientes:

- Elaborar un método de muestreo, adaptado a la antracología de alta montaña y al tipo de estructuras excavadas, integrado en un proyecto de arqueología del paisaje.
- Identificar los carbones procedentes de varios yacimientos situados en los valles de La Vansa y del Madriu con cronologías que discurren desde el Neolítico a la época moderna.
- Analizar las alteraciones y deformaciones de la estructura de la madera de los fragmentos identificados.
- Estudiar morfológicamente los fragmentos que conservan formas de objetos o estructuras.
- Conocer el paisaje vegetal del entorno de los dos valles de los Pirineos orientales durante los diversos periodos estudiados.
- Conocer la evolución de la explotación del medio forestal desde el Neolítico hasta la época moderna en el Pirineo oriental. Para ello se analizarán las estrategias del uso de la madera en relación con las actividades como la metalurgia, el pastoreo y el carboneo, realizadas en alta montaña.
- A partir de los resultados realizaremos una aproximación a las características y a las transformaciones producidas en el paisaje altimontano del Alto Segre entre el Neolítico y la época moderna.

1.4. La arqueología del paisaje

La línea de investigación en la que se enmarca este trabajo es la arqueología del paisaje. El objetivo de la arqueología del paisaje es conocer, desde un punto de vista diacrónico e interdisciplinar, el paisaje humanizado, es decir, la relación entre el ser humano y su entorno, su forma de adaptarse y el impacto a lo largo del tiempo sobre el medio ambiente de estos.

Tradicionalmente, el término *paisaje* ha tenido connotaciones biológicas (Bertrand 1968). Hoy en

013ITXASO.indd 11 28/9/09 09:49:39

día este significado ha cambiado y ha pasado a tener un sentido estrictamente antropocéntrico. El paisaje es un producto de la cultura que las sociedades perciben y organizan de diferentes maneras. Es una fusión de aspectos relacionados con las sociedades humanas y el medio natural. Está formado por elementos naturales tales como la orografía, la vegetación o el suelo, pero también por elementos que han sido construidos por el ser humano, como parcelas, campos, caminos, estructuras de diversas funcionalidades o cultivos (Foreman y Godron 1986). El paisaje es algo variable, complejo, dinámico y flexible afectado tanto por condiciones antrópicas como por físicas, ambas interrelacionadas y conectadas (Palet 1997; Walsh 1999). Casi todos los ecosistemas considerados como naturales son producto de diversas actividades humanas. Es decir, no se puede estudiar y conocer un entorno biogeográfico sin conocer la historia cultural, y viceversa (Roberts 2004).

Podemos decir que la arqueología del paisaje tiene sus antecedentes en la arqueología espacial, desarrollada a partir de la *nueva arqueología* de la década de 1960 (Binford 1968). El objetivo principal de la arqueología espacial era el estudio de las relaciones entre yacimientos arqueológicos, su entorno y la ocupación del territorio a partir de materiales arqueológicos recuperados en superficie a través de las prospecciones arqueológicas. La nueva arqueología se encuadra en el enfoque procesual, cuyo objetivo es la realización de una arqueología científica, y el método utilizado se centra básicamente en análisis estadísticos y cuantitativos.

La *nueva arqueología* reivindicó la prospección intensiva, por considerarla fundamental para el estudio del territorio, e incorporó a los estudios arqueológicos instrumentos de interpretación extraídos sobre todo de la geografía (Orejas 1995). Cuando algunos de los especialistas pertenecientes a estas disciplinas se interesaron por el paisaje, la arqueología adoptó métodos geográficos (Vita Finzi y Higgs 1970; Hodder y Orton 1976; Rackham 1976; Clarke 1977). Se establecían relaciones entre la arqueología, que se centraba en los yacimientos, y la geografía con sus dos vertientes: la humana y la física. Este tipo de arqueología sólo tomaba en cuenta la aparición de materiales arqueológicos sin considerar un enfoque ecológico, a pesar de que se realizaran análisis paleobotánicos complementarios (Ruiz y Burillo 1988).

Así, se pasó de una arqueología *intrasite* a una arqueología *hors-site* o arqueología del paisaje (Leveau 2005). La arqueología del paisaje tiene como objetivo la localización de yacimientos, el análisis geomorfológico de las áreas de yacimiento, estudios estratigráficos regionales, análisis sedimentarios de los depósitos, análisis paleoambientales, estudios técnicos de artefactos y modelización de la dinámica de las relaciones entre el paisaje y las actividades humanas, la conservación y preservación de los datos y su datación (Wagstaff 1985). Para este tipo de arqueología fue fundamental basarse en disciplinas como la tafonomía, la botánica, la etnografía (Binford 1992) o la geomorfología regional (Butzer 1989) y conocer así las estrategias del uso del suelo (Guilaine 1991; Rossignol y Wandsnider 1992).

La arqueología del paisaje, tal como se conoce hoy en día, asimiló las concepciones básicas de la geoarqueología. Actualmente, varios geógrafos que estudian el paisaje actual como producto de las actividades antrópicas desarrolladas (Galop 1998; Davasse 2000; Pèlachs 2004) realizan trabajos muy similares a los de los historiadores y arqueólogos, que estudian el paisaje para comprender dichas actividades antrópicas a lo largo del tiempo (Rendu 2003*b*; Palet 2005*b*; Walsh 2005; Leveau y Segard 2006). Sin embargo, su objetivo se centra en entender la configuración espacial actual.

Una de las aportaciones de la arqueología del paisaje ha sido la ruptura de barreras cronológicas establecidas por los historiadores, así como las de las fronteras estatales actuales. El paisaje se analiza de forma dinámica y los diversos elementos que estructuran y explican su funcionamiento se estudian de manera espacial (Davasse 2000). Mención especial merecen los estudios arqueológicos centrados en la estructuración de los espacios a lo largo del tiempo a través de las formas o estructuras visibles del paisaje, tales como vías, parcelas, terrazas de cultivo, sistemas de irrigación o de drenaje, etc., sin limitarse al estudio de las formas del paisaje en un periodo concreto, sino en general desde una perspectiva diacrónica (Ariño *et al.* 2004).

1.4.1. Arqueología del paisaje en la alta montaña

Tradicionalmente, la montaña ha sido considerada una zona marginal y los estudios arqueológicos e históricos se han centrado principalmente en zonas de llano (Mercadal y Olesti 2001). Rico (Rico y Llovera 1990; Rico 1997) fue el primero que estudió las poblaciones pirenaicas, sobre todo de época antigua, utilizando recursos geográficos, históricos, arqueológicos, epigráficos y onomásticos. Mediante su trabajo, Rico demostraba que los Pirineos no habían sido una zona marginal en época antigua y que no sólo habían cumplido una función fronteriza entre la Galia e Hispania. Realizó un análisis de la vida social y los tipos de hábitat de estas sociedades, considerándolas por primera vez como unas sociedades que ya desde época prehistórica tuvieron la independencia y libertad para adaptarse o rechazar los aportes exteriores que provinieran de ambos lados de la cadena montañosa (Rico y Llovera 1990; Rico 1997).

013ITXASO.indd 12 28/9/09 09:49:39

A partir de los años ochenta y sobre todo a partir de los noventa, los trabajos arqueológicos en alta montaña dan lugar al descubrimiento de muchas estructuras localizadas en altitud en diversas cadenas montañosas europeas (Rendu 1985; Barker y Grant 1991). Rendu (2003*b*, 2003*c*) fue pionera en desarrollar una arqueología de la alta montaña desde un punto de vista diacrónico y multidisciplinar en los Pirineos orientales, concretamente en la montaña de Enveig, en la Cerdanya, centrada sobre todo en el estudio de estructuras de pastoreo de época medieval y moderna. Se establece la arqueología de montaña tal como la conocemos hoy. Se trata de un tipo de arqueología que utiliza varias disciplinas, tanto paleoambientales como geográficas y arqueológicas, para entender el paisaje.

Estos estudios centran su atención en la antropización de la alta montaña, que se hace evidente a partir del Neolítico. Esta ocupación es corroborada tanto por diversos estudios arqueológicos (Rendu *et al.* 1995; Walsh 2005) como paleoambientales, centrados estos básicamente en el análisis de lagos y turberas (Galop 1998; Miras *et al.* 2007). Estos intentan comprender si existe una relación entre las variaciones climáticas y la presencia antrópica, así como la distribución espacial de las diversas actividades llevadas a cabo en estas regiones y su impacto en el medio. Se trata de un estudio socioeconómico y ecológico a lo largo del tiempo. En alta montaña, se han podido observar varios tipos de actividades relacionadas con el cultivo de cereales, el simbolismo y la religiosidad, la actividad minera y metalúrgica, la explotación del bosque para la producción de carbón y la actividad ganadera.

Se trata de un tipo de estudios que van más allá de la comprensión de un único yacimiento. Pretenden entender todo el paisaje explotado, teniendo en cuenta la orografía, la vegetación y las condiciones climáticas del entorno, pero también el periodo histórico al que corresponden las estructuras. Este tipo de trabajos intenta comprender la explotación de recursos mineros y recursos vegetales a través del estudio de prados y bosques, la relación del medio humano y el medio físico y la antropización. Para ello, se realizan investigaciones histórico-arqueológicas acerca de la explotación agrícola, las carboneras y hornos, las terrazas de cultivo, los sistemas hidráulicos, la red viaria y las estructuras culturales.

En medios de montaña, la topografía se caracteriza por la fragmentación territorial, por la restricción de las redes viarias, por la dificultad de acceso, etc. El clima y la variabilidad altitudinal son otras dos características de los medios de alta montaña. Las ocupaciones que registran los yacimientos de altitud suelen ser de larga duración a pesar de la escasa sedimentación de los depósitos, puesto que los procesos erosivos son muy fuertes en estas regiones. Los procesos postdeposicionales son importantes debido a la erosión y a las estratigrafías invertidas. La identificación de estructuras adscritas a un periodo determinado es difícil debido a la falta de artefactos en la mayoría de los casos. Para establecer una periodización cronológica de alta resolución es necesario recurrir al sistema de dataciones por radiocarbono.

En la actual arqueología del paisaje en zonas de montaña, los trabajos realizados son, en este orden, la fotointerpretación, las prospecciones, la topografía y estudio arqueomorfológico, los sondeos, las excavaciones en extensión y los estudios paleobotánicos (Walsh 1999; Palet *et al.* 2006). Una vez prospectada el área, comienzan los sondeos de diagnóstico, y algunos de ellos son datados por radiocarbono.

En las prospecciones y sondeos de las estructuras se recuperan muestras para el análisis de macrorestos vegetales para conocer las especies forestales explotadas por el ser humano, obtener información acerca del impacto antrópico e inferir conclusiones sobre la adaptación social al clima y al medio. A veces se recuperan también muestras para el estudio polínico, pero este tipo de análisis y el estudio de los sedimentos se realizan en sedimentos naturales, sobre todo en lagos y turberas. Todos los datos deben ser contrastados con la documentación histórica.

Habitualmente, los estudios medioambientales y los arqueológicos no suelen tener los mismos intereses a nivel espacial y temporal. De hecho, la disciplina medioambiental que más relacionada suele estar con las estructuras arqueológicas suele ser la antracología. Los palinólogos integrados en la arqueología del paisaje prefieren los sedimentos naturales, debido a que en su opinión los pólenes recuperados en yacimientos arqueológicos suelen tener un origen antrópico y su conservación no es tan buena como la que ofrecen los sedimentos de lagos y turberas (Miras 2004). Aunque había antecedentes previos, los estudios polínicos mantuvieron sus objetivos más plenamente biogeográficos hasta que Behre (1981) definió los indicadores antrópicos, que permitían identificar las prácticas humanas en estudios polínicos.

1.4.2. La antracología del paisaje

La antracología en el marco de la arqueología del paisaje nos permite obtener información acerca de uno de sus principales objetivos: conocer el entorno vegetal leñoso (árboles, arbustos, lianas y otras especies leñosas) de los yacimientos estudiados y la adaptación de las sociedades del pasado a ese medio. También podemos inferir cambios climáticos a través del estudio de la dinámica de la vegetación, así como las acciones antrópicas sobre las comunidades vegetales, que causan la transformación del paisaje. En alta montaña la materia prima leñosa se utiliza con diversos objetivos, tales como la elaboración de carbón para las

013ITXASO.indd 13 28/9/09 09:49:39

fraguas o la obtención del forraje para el ganado, de madera para la construcción de estructuras, de combustible, etc.

Tradicionalmente, los análisis antracológicos se han centrado mayoritariamente en el estudio de carbones de uno o varios yacimientos y su comparación con otros registros de cronologías similares. Una de las características de la antracología del paisaje es precisamente el estudio no solo de un único yacimiento sino de varias estructuras de diversas cronologías y funcionalidades en diferentes zonas geográficas bastante amplias.

En determinados periodos, dentro de un contexto socioeconómico y cultural específico, la explotación del entorno es más intensa, por lo que el impacto sobre la vegetación es mayor. Sin embargo, a pesar de que dichas actividades pueden causar la deforestación del medio, el uso continuado y especializado del paisaje requiere una organización y socialización del medio que permitirá que los recursos vegetales estén disponibles en un periodo largo de tiempo (Blanchemanche y Chabal 1995).

La antracología debe apoyarse, al igual que las demás disciplinas, en otros estudios tanto paleoambientales como arqueológicos o históricos que se realicen dentro del proyecto. La disciplina antracológica ha sido tradicionalmente olvidada en estos proyectos de arqueología del paisaje por parte de otros especialistas. En muchas ocasiones, los arqueólogos la han considerado como una ciencia auxiliar que no puede llegar a conocer el uso de la madera por sí misma, mientras que los paleoecólogos han desconfiado de las interpretaciones paleocológicas de los antracólogos y han subrayado sus limitaciones acerca de la obtención de una información fiel del entorno medioambiental a partir del estudio de los carbones (Allué 2002).

Sin embargo, está claramente corroborada la importante información que aporta el estudio de los macrorrestos vegetales en este tipo de proyectos (Bonhôte 1995; Izard 1995; Thiébault y Bintz 1997; Durand 1998; Davasse 2000). La explotación de los bosques es una actividad especialmente importante en este tipo de medios, de modo que el estudio de las maderas y carbones proporciona una importante información acerca de la economía y las actividades desarrolladas por estas sociedades. Además, en estructuras de alta montaña, donde las ocupaciones son estacionales en muchas ocasiones y donde los procesos erosivos son muy fuertes, el único material arqueológico que nos proporcionan las estructuras excavadas suelen ser los carbones, como ya hemos dicho. En estructuras como las carboneras u hornos los carbones son el registro principal. El estudio antracológico se convierte de este modo en el método que nos permitirá estudiar esa estructura y nos proporcionará información de estas.

El método de muestreo e identificación se adapta a los diferentes tipos de estructuras y a las cronologías a las que corresponden. Además, estas presentan una conservación muy diferencial de las muestras recogidas, que ofrecen varios tipos de observaciones (macroscópico y observación de alteraciones además del análisis de la estructura para la identificación taxonómica). Se trata de una antracología que se adapta a cada estructura debido a la gran variabilidad existente en este tipo de prospecciones en grandes áreas geográficas.

013ITXASO.indd 14 28/9/09 09:49:39

2. CONTEXTO HISTÓRICO Y SOCIOECONÓMICO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

2.1. Contexto histórico

Según diversos estudios paleobotánicos y arqueológicos, en el paisaje de los Pirineos se observa que los primeros indicios de actividades pastoriles propiamente dichas datan del Neolítico antiguo. Los restos arqueológicos más antiguos documentados en nuestra zona de estudio corresponden al yacimiento de Pleta de les Bacives, donde se ha documentado una cabaña circular sobreexcavada con cronologías del Neolítico antiguo (quinto milenio a. C.) a 2.520 metros de altitud. Se trata del yacimiento más antiguo localizado hasta el momento en estas altitudes (Palet 2006a, 2007*a*). En el yacimiento de El Goleró (sierra del Cadí) se han documentado durante la campaña del 2007 niveles que han sido fechados por ^{14}C hacia finales de la primera mitad del tercer milenio a. C. (Palet 2008*a*). Asimismo, recientes excavaciones han corroborado una presencia prehistórica en el vecino valle de Perafita (Andorra) (Orengo 2007). La verdadera expansión hacia las montañas del Pirineo ocurre, sin embargo, en el Neolítico final (2500-2000 a. C.). Las condiciones climáticas favorables y el aumento demográfico que ocurre en estas cronologías posibilitarán una mayor expansión territorial (Galop 1998).

Las señales de una mayor presencia antrópica a partir del Neolítico en alta montaña se deben a que el desarrollo de las actividades agrarias y de pastoreo en baja altitud lleva a las poblaciones de este periodo a ocupar las zonas montañosas. La agricultura y el pastoreo se convierten en los pilares de la nueva economía y las poblaciones buscan zonas de pastoreo estivales más productivas en altura, pues en el litoral los veranos resultan demasiado secos. La intervención humana sobre el medio se vuelve, de este modo, activa, acumulativa y creciente. Se puede hablar de una domesticación del paisaje. Hasta ahora las sociedades con una economía cazadora-recolectora no modifican su entorno, ya que este sólo resulta modelado por los factores climáticos (Riera y Esteban 1994; Miras *et al.* 2007).

La presencia humana en alta montaña aumenta claramente a partir de la Edad del Bronce en toda Europa en general. Se trata de sociedades con una temporalidad menos estable que se vinculan a la ocupación y explotación de zonas de montaña (Molist *et al.* 2003). En nuestra zona de estudio se han localizado estructuras de esta cronología en el yacimiento de El Goleró (Palet *et al.* 2006, 2007). Se ubica en lugares muy apropiados para el pastoreo (se trata de un yacimiento muy bien comunicado y con recursos abundantes de agua en las cercanías). Las dataciones también nos indican que El Goleró fue frecuentado posteriormente por pastores, durante la época romana, la Edad Media y la época moderna.

En este periodo, la alta montaña se ocupa estacionalmente desde junio hasta septiembre. Los estudios paleobotánicos observan una gran reducción de la masa forestal y un aumento de pastos y suelos para la explotación agrícola. La gestión del suelo también cambia, ya que los cultivos y prados se encuentran en todas las altitudes. La ganadería es la fuente mayoritaria de producción, pues proporciona productos secundarios tales como los lácteos y la carne, además de fuerza de trabajo (Esteban 2003). Parece que el empeoramiento climático que ocurre en toda Europa durante el Bronce Medio no impide a las comunidades aumentar su presencia en alta montaña.

Hacia el final de la Edad del Bronce (siglo VIII a. C.), las actividades agropastoriles se intensifican y se generalizan por todo el espacio del Pirineo. Para la realización de estas actividades agrícolas y pastoriles se empieza a llevar a cabo la quema de bosques y la deforestación es mucho más notable según los estudios polínicos (Riera y Esteban 1994; Galop 1998; Miras *et al.* 2007).

A finales de la Edad del Bronce las poblaciones semipastoriles presentan unas técnicas de pastoreo más desarrolladas y se comienza a practicar un movimiento estacional de los rebaños a corta distancia. La especialización ganadera mediante la explotación del ganado y de sus productos secundarios traerá consigo la expansión económica y geográfica. Se empiezan a ocupar lugares poco antropizados anteriormente, como la alta montaña. En el yacimiento de El Goleró, situado en la sierra del Cadí y que tratamos en este trabajo, se identificaron varias estructuras circulares de entre 10 y 30 metros de diámetro que podrían datarse hacia el Bronce Final o Edad del Hierro (siglos VIII-VII a II-I a. C.) (Palet *et al.* 2006, 2007).

Sin embargo, la introducción de las técnicas específicas de la Edad del Hierro y su desarrollo en los Pirineos fue lenta y tardía. Esto fue debido a la lejanía de esta área con respecto al litoral, donde se producían los principales intercambios entre las poblaciones locales y los comerciantes y colonos que procedían del este del Mediterráneo.

Las fuentes escritas y arqueológicas que tradicionalmente aportan datos sobre la ocupación del Pirineo durante la Antigüedad son escasas. En este periodo, en bajas altitudes, sucede un importante cambio social que da lugar al desarrollo urbano y a los nuevos sistemas de explotación del suelo. Es en esta época cuando

013ITXASO.indd 15 28/9/09 09:49:39

se construyen las villas y aumenta la actividad en media montaña y en el fondo de los valles. El hecho de que se ocupen más los sitios de menor altitud y los fondos de valle es debido sobre todo a que en época romana la economía agrícola se basa en la obtención de excedentes (Hidalgo de la Vega 1989).

En los Pirineos catalanes, los terrenos de alta montaña llamados *pagus* (subdivisiones territoriales y fiscales de *civitas*), forman una estructura muy bien adaptada a la integración administrativa y jurídica de las comunidades indígenas de la zona. De este modo se soluciona el conflicto de la propiedad privada de la tierra introducida en los Pirineos por Roma, ya que en las comunidades pirenaicas domina el carácter comunal (Esteban 2003). Debido a esta situación, a pesar de que las fuentes parecen indicarnos una menor presencia antrópica, la deforestación de la alta montaña continúa en algunas regiones, pues esta área se sigue ocupando y explotando. Los estudios paleobotánicos corroboran este hecho documentando pruebas de deforestación y una fuerte erosión causada por el desarrollo de las actividades humanas en el este de los Pirineos (Riera y Esteban 1994; Miras *et al*. 2007).

En el marco del proyecto de investigación en el que se integra nuestro estudio, el estudio polínico de Bosc dels Estanyons (2.180 m), en el valle del Madriu, refleja una fase de deforestación en este periodo (Miras *et al*. 2007) debida sobre todo a actividades ganaderas, pero posiblemente también a actividades forestales. Se advierte un descenso proporcional de los pinos y un aumento de especies de sotobosque. Esta actividad está demostrada arqueológicamente por la presencia de un horno (ES 52) que se encuentra en las cercanías, concretamente en el Pla de l'Ingla, al otro lado del río (Palet 2006*a*). Este horno es posible que estuviera relacionado con la reparación de útiles de los pastores que se quedaban en periodo estival en el valle del Madriu (Palet *et al.* 2006). Este horno forma parte del conjunto de estructuras estudiadas en el presente trabajo (Palet 2006*a*).[1]

En nuestra zona de estudio hemos encontrado hasta el momento pocas estructuras pastoriles de época romana, a pesar de que los estudios polínicos desvelen rastros de esta actividad en sus diagramas.[2] En este periodo, la actividad pastoril se basaba en desplazamientos a corta o media distancia (Palet en prensa). En cambio, sí se han documentado bastantes estructuras relacionadas con actividades minerometalúrgicas, sobre todo en los yacimientos de El Goleró y Pradell, en la sierra del Cadí (Palet 2005*c*, 2006*b*, 2006*e*, 2008*a*). En varias regiones pirenaicas se advierte una gran importancia de la actividad minerometalúrgica (Mercadal y Olesti 2001; Rico y Llovera 1990).

Tanto en el Pla de l'Ingla como en Pradell y en El Goleró, la actividad minerometalúrgica o la de reparación de útiles debieron estar relacionadas con actividades ganaderas formando parte de un trabajo local. Familias o comunidades enteras se podrían haber trasladado hasta estas altitudes durante el periodo estival y realizado otro tipo de actividades a parte de las ganaderas (Orejas *et al.* 1999).

En esta zona del Pirineo, durante esta época, se desarrollan los circuitos de comunicación relacionados con actividades metalúrgicas y ganaderas y se revaloriza la *Strata Ceretana,* que comunica el Coll de la Perxa con el Alt Urgell.

De este modo, los pueblos pirenaicos recibían influencias de las culturas que pasaban por la zona. La presencia en yacimientos pirenaicos de cerámicas y otros objetos fabricados en talleres italianos o ibéricos demuestra que, aunque estas poblaciones seguían siendo autónomas, no estaban aisladas de la cultura romana. De hecho, parecen haber tenido una gran independencia y libertad para aceptar, rechazar o adaptarse a los aportes exteriores (Rico 1997).

La actitud de Roma se convierte en más activa cuando en el año 27 a. C. Augusto inicia la organización de los territorios occidentales del Imperio, en especial en las áreas montañosas. Bajo el imperio de Augusto, éste se estabilizó y la supremacía de Italia se hizo evidente sobre sus provincias, mediante una nueva organización administrativa que llevó a cabo el recuento de los recursos de sus tierras en recursos humanos y materiales (Sánchez-Palencia *et al.* 2006). Esto parece deberse a las prácticas promocionales de César en algunas áreas provinciales, muy activas en ambos lados de los Pirineos (Mercadal y Olesti 2001).

El silencio de las fuentes escritas mencionado terminará en la Antigüedad tardía con la *Lex Visigothorum* (Rico y Llovera 1990).

Desde el siglo V al siglo VII d. C. se vive en general una inestabilidad sociopolítica. Esto se observa en la formación de los *claustra Pyrenaei* (Berenguer 2005). Cuando se estableció el reino de Toledo (573-586), los Pirineos se convirtieron en una zona periférica y fronteriza con los francos. De este modo, la *Strata Ceretana* perdió su importancia económica y comenzó a

1. En este valle se podría haber explotado otro recurso, como por ejemplo la resina, aprovechando los bosques de pino negro del entorno. Durante la campaña del 2007 se ha sondeado un segundo horno, también de cronología romana, en el yacimiento de Riu dels Orris III. Las excavaciones en extensión del 2008 permiten proponer una funcionalidad asociada a la explotación de resinas, para este horno (Palet 2008*b*).

2. Los primeros indicios arqueológicos han aparecido en el yacimiento de Basses de Setut, en el cercado 135, con una cronología de ocupación en torno al cambio de era.

013ITXASO.indd 16 28/9/09 09:49:39

desarrollarse un mercado de carácter más local (Ruf *et al.* 1996-1997).

En nuestra zona de estudio, en el valle del Madriu, se ha datado un nivel correspondiente a los siglos V-VI d. C. en una cabaña localizada en el yacimiento de Pleta de les Bacives. Se trata de la cabaña ES 152, fechada en el Neolítico antiguo y que fue amortizada durante la Antigüedad tardía (Palet 2006*a*, 2007*a*), época en la que fue importante la actividad ganadera en la zona (Orengo 2007).

El orden imperial romano no pudo ejercer un control centralizado de la minería ni tampoco del mercado de los metales en los lugares de gran producción metalúrgica a partir del siglo V d. C. Por esta razón se difundieron las actividades minerometalúrgicas a menor escala por un área geográfica más amplia. La producción transformadora del hierro en grandes centros productores cesó y el carboneo no ejerció una gran presión sobre el medio como lo haría más tarde. Se trata de una actividad de extracción del mineral por parte de grupos familiares o vecinales, que explotaban pequeños yacimientos como actividad complementaria frente a las actividades agropecuarias principales (Crespo *et al.* en prensa). El tratamiento del mineral posiblemente tuvo lugar cerca de las minas, en las regiones forestales de la montaña, que abastecían de combustible, minimizando así el coste del transporte. El sólido se trituraba con muelas de piedra y a continuación el metal se depuraba antes de la fusión (Laubenheimer 2000; Magnin 2004). En Pradell se ha localizado la ES 81, datada en los siglos VII-VIII, y que muestra evidencias de la actividad minerometalúrgica de la zona (Palet 2006*d*).

Durante los siglos VIII, IX y X, en la zona que se extiende al sur de la sierra del Cadí, los representantes territoriales de la monarquía carolingia, conocidos como condes, no ejercen su poder, al contrario que en Andorra. Este territorio es "tierra de nadie" y se encuentra a caballo entre los condados pirenaicos y los dominios musulmanes. Sin embargo, esto no significó un vacío demográfico. En el siglo IX los carolingios intervienen en la vertiente sur de los Pirineos (Gascón 2006). La presencia del feudalismo en todo el Pirineo en general es cada vez más evidente bajo los señores religiosos y los condes (Rendu 2003*c*).

Sin embargo, siguieron existiendo numerosas personas libres y, aunque para explotar el terreno necesitaban una concesión real o condal que les permitiera pastar libremente el ganado, hacer leña, cortar madera, canalizar agua y circular por el camino, no pagaban censos. Esto favorecería sobre todo la actividad ganadera en los Pirineos, y en ella participarían tanto las entidades eclesiásticas como los civiles. El derecho de pastar en tierras fiscales favorecería la crianza sin costos excesivos (Riu 1995*a*). De este modo, en la Edad Media aumentó notablemente la población en alta montaña. Los bosques de pinos comenzaron a disminuir y alcanzaron su nivel mínimo en el siglo XII. El aumento de la población en alta montaña fue favorecido por el hecho de que durante el siglo IX las tierras cultivables no podían abastecer esta superpoblación y por eso, a inicios del siglo XI, comenzaría en Catalunya una etapa de expansión económica basada en la conquista de nuevas tierras en alta montaña que además se vio acompañada de un clima más cálido (Bolós 2004).

En los siglos XI y XII, los pastores de tierras bajas adquirían pastos de verano en monasterios de alta montaña y los de montaña adquirían pastos en los monasterios del litoral en los meses de invierno. Los datos polínicos nos indican que en los Pirineos orientales, tanto en el valle del Madriu como en Enveig, durante el siglo XI, se advierte una obertura del paisaje debido al aumento de actividades sobre todo ganaderas (Galop 1998; Miras *et al.* 2007). La mayor actividad pastoril de las tierras comunales supondría un beneficio económico de los agricultores frente a las presiones fiscales medievales (Codina 2004). Es en este siglo cuando se documentan por primera vez las actividades trashumantes propiamente dichas.

En nuestras zonas de estudio, disponemos de poca información arqueológica del inicio de la Edad Media. Sabemos, sin embargo, que el yacimiento de Pleta de les Bacives debió de ser utilizado sobre todo durante la Edad Media, debido a la existencia de un *empriu* en Vallcivera, al menos a partir de 1280 (Orengo 2007). Hasta el presente un solo yacimiento ha proporcionado estructuras ganaderas de estas cronologías en el Madriu.

En el Cadí, también se advierte un aumento de las actividades ganaderas en el análisis polínico de la turbera de Pradell, sobre todo a partir del siglo XII (Ejarque *et al.* en prensa), aunque de momento tampoco se han documentado estructuras de la Edad Media, a pesar de que los documentos nos indican que El Goleró era muy frecuentado por los pastores durante estos siglos (Gascón 2006).[3]

La expansión de la ganadería se vio promovida principalmente por los monasterios cistercienses (Wickham 1985). Del siglo XII al siglo XIV, los dominios señoriales y municipios se unieron a los monasterios aprovechando los privilegios y caminos además de otras infraestructuras de los monasterios. No tardaron en comenzar los conflictos entre los pastores de los monasterios y los señores locales y los hombres de las comunidades afectadas por la trashumancia (Riu 1995*b*).

3. Esto quizás podría estar relacionado con el hecho de que los ganaderos subían diariamente a los pastos de El Goleró, puesto que la distancia de estos prados de altitud al poblado es de unas 2 o 3 horas andando como máximo (Palet com. pers.).

013ITXASO.indd 17 28/9/09 09:49:39

En el siglo XIV, el límite superior del bosque alcanza su nivel altitudinal histórico más bajo coincidiendo además con la pequeña edad del hielo (1450-1850 d. C.). La demografía disminuye, pero aumenta la presencia humana en las montañas debido a los continuos conflictos militares y a la peste (años 1347 y 1375). La actividad metalúrgica aumenta con el funcionamiento, por ejemplo, de las fraguas del Ariège e incluso en el Alt Urgell. Este fenómeno de antropización fue un fenómeno general en los sistemas montañosos de Europa occidental (Walsh *et al.* 2005; Galop 1998). En los Pirineos, esta deforestación se vio favorecida por la mecanización del proceso de tala a partir de la aparición de sierras hidráulicas en el siglo XIV (Bolòs 2004).

Se han docmentado estructuras ganaderas datadas en época moderna en el Cadí (El Goleró y Pradell). Se sabe, por los datos polínicos de la turbera de Pradell y por los documentos, que esta actividad fue importante durante estos siglos (XVIII-XIX). Además, la documentación nos informa del cultivo de cereales para el forraje en las terrazas ubicadas en el sector septentrional del yacimiento de El Goleró (Palet 2008). En Andorra, la actividad agropastoril es la base económica y se basa en una agricultura de cereales unida a un pastoreo ovino extensivo. Hasta el siglo XIV la ganadería satisface un mercado local o únicamente se destina a uso doméstico, pero a partir de este siglo esta actividad se desarrolla y cambia considerablemente. Se establece una reglamentación en el sistema ganadero, como ya hemos comentado, y esto implica también una jerarquización dentro del oficio (Codina 2004). En este siglo se produce una fuerte territorialización y una gestión intensiva de estas tierras que da lugar a un impacto mayor sobre la vegetación, debido a la quema de bosques (Rendu 2003*c*).

Es en época moderna también cuando se lleva a cabo la actividad metalúrgica más intensa en los Pirineos. La actividad minerometalúrgica deja de ser doméstica y local. Comienza la actividad intensa y deforestadora de la fragua catalana y la actividad carbonera relacionada con ella.

En época contemporánea, ya en el siglo XX, el bosque empezó a ser menos explotado y comenzaría a recuperarse, pues los sectores de la agricultura y la ganadería descendieron considerablemente a favor del turismo o la industria. La explotación intensiva de la madera para la construcción de las carboneras produjo la deforestación de los bosques, que dio lugar al cierre de las fraguas. Esto frenó la construcción de carboneras destinadas a la alimentación de las fraguas. La aparición de los altos hornos fue también una de las causas de la desaparición de las fraguas. En la actualidad, al disminuir el pastoreo y las actividades metalúrgicas en alta montaña, el bosque se está regenerando; el pino negro, por ejemplo, llega hasta los 2.400 metros de altitud.

2.2. Actividades económicas desarrolladas en alta montaña

La actividad ganadera, la explotación metalúrgica y la carbonera requieren una serie de técnicas y modos de trabajar determinados que vamos a explicar a continuación. Esto nos permitirá comprender el uso de la madera, la fabricación de carbón y su uso en dichas actividades, una vez hayamos comprendido las sociedades que llevaban a cabo dichos trabajos.

2.2.1. Actividad pastoril

La actividad pastoril de alta montaña es estacional. Los pastores acuden a los pastos de altura en el periodo estival. Se trata de una actividad que se desarrolla desde el Neolítico y que se hace evidente en el siglo XII, pero sobre todo en época moderna, con una actividad trashumante bien establecida y organizada.

Durante el periodo veraniego, el ganado se desplaza a las cumbres. Aparte del alimento para los pastores, se transporta el aceite de enebro para el ganado enfermo, sal y herramientas para marcar el ganado (Solé 1964). Suele ocurrir entre los últimos días de mayo y primeros de julio (Lluís 1994). El amo del rebaño imparte instrucciones al mayoral antes de partir y, una vez el mayoral coloca a todo el rebaño y pastores, se dirige a los prados de altitud. Una vez formados los hatos y guiados por sus respectivos pastores, estos se reúnen en los sitios ya consagrados con otros pastores, formando de este modo grandes rebaños comunales. Cada rebaño va destinado a la majada y, de este modo, las altas cumbres se convierten en infinidad de pequeñas colectividades o repúblicas pastoriles. Tradicionalmente, durante esta época del año, los pastores se solían dedicar a trabajar la madera y a hacer queso. La vida diaria del pastor es inspeccionar el estado del rebaño al levantarse y seguir un itinerario para que el ganado paste durante el día (Violant i Simorra 1986).

Las estructuras con función ganadera solían situarse normalmente en llanos de altura donde abundaban los pastos. Aunque también podían localizarse en pendiente al pie de la montaña, en zonas de rupturas de pendiente aprovechando los peñascales para construir muros, en un extremo del llano que les permitiera tener una buena visibilidad o cerca de vías naturales. En la proximidad de este tipo de estructuras solían encontrarse zonas húmedas tales como turberas, estanques, fuentes de agua o ríos. Relacionadas con la actividad pastoril, en nuestra zona de estudio se han documentado estructuras correspondientes a varios periodos prehistóricos e históricos. Actualmente todavía se observan en el paisaje estructuras de piedra de época medieval y moderna que estuvieron relacionadas con el pastoreo de alta montaña.

013ITXASO.indd 18 28/9/09 09:49:40

Por un lado se encuentran los *orris*, estructuras documentadas en Andorra, que son conjuntos de estructuras de un hábitat con funcionalidad ganadera. Este tipo de estructuras se han documentado también en el Ariège y en el Pallars. Solían estar compuestos de cabañas estacionales para el pastor, que también hacían la función de lugares para la producción de queso, acompañados de *munyidores* que partían de la cabaña y desembocaban en cercados. La cabaña donde se elaboraba el queso es la que da nombre a todo el conjunto de estructuras. Solían estar construidas en piedra seca, por la ausencia de madera en alta montaña además de por su resistencia a las duras condiciones climáticas de altitud (Rendu 2003*b*). En la península Ibérica, aparte de Catalunya, se han identificado conjuntos de este tipo en el País Vasco. Al contrario que en Catalunya, donde las *munyidores* suelen ser de piedra, en el País Vasco suelen ser de madera. También se han localizado *orris* en el sur de Francia y en Andorra. Los textos no hacen referencia a los *orris* a partir del siglo XVIII en los Pirineos (Rendu 1998, 2003*b*) y tampoco se han localizado. Esto se debe a que la explotación de la leche cesa y la actividad se dirige ahora a la obtención de la carne del ganado y la lana ovina, como ya hemos explicado.

Las cabañas de pastores suelen situarse en pendiente porque, si llueve o hay alguna tormenta, el ganado puede escaparse deprisa sin hundirse en el fango y sin peligro de que se ahogue. Además, suelen estar orientadas a contraviento, ya que los vientos del norte de alta montaña son muy fuertes. Las cabañas se suelen situar tanto en zonas elevadas como más bajas para que el ganado pueda subir a la montaña cuando llega el verano y bajar al llano en invierno. A veces, las cabañas suelen ser abrigos naturales que han adquirido forma de refugio al caerse algunas rocas en un desprendimiento. El pastor adosa piedras o madera a dicho abrigo a modo de paravientos y para convertir la estructura en una construcción más estable (Rendu 1998). Las cabañas no adosadas a ningún abrigo pueden ser de planta circular o cuadrada, de las cuales estas últimas son más modernas en nuestra zona de estudio. En los Pirineos aquellas que fueron construidas a partir del siglo XVIII suelen tener un banco corrido de piedra. En cuanto al techo, se construye colocando unas losas de gran tamaño una encima de otra, de modo que cada fila sobresalga algo más que la de abajo (figura 2). Este también puede ser de madera. En la Cerdanya se han documentado cabañas con cubierta de madera medievales, pero a partir del siglo XV las cabañas tienen techo de piedra (Rendu 2003*c*).

Figura 2. Techo de piedra de cabaña de pastor (Cinc Torres, Castelló). Foto: A. Solé.

En lo más alto, queda un agujero que se cubre con otra gran losa que a su vez se cubrirá con grava y tierra. En el interior de las paredes habrá vacíos que harán la función de armarios. Otro tipo de cabaña de pastor, muy similar a la de los carboneros, es la de planta triangular, alargada, alta en su parte delantera y que desciende en altura hasta llegar al suelo hacia el interior. Esta cabaña suele tener dos vertientes. Un pilar de pino clavado en la tierra sostiene la viga común, que está hundida en la tierra en su otro extremo. Se recalzan troncos a este pilar y luego se cubren de grava para hacer las paredes. Otro modelo de cabaña pastoral es aquella en que los pastores fabrican queso y que actúa como refugio de invierno, el *orri*. No se trata del conjunto de estructuras que hemos descrito antes sino de la cabaña, que recibe el mismo nombre. Suele ser una estructura de planta cuadrada y tiene una pequeña puerta que se eleva unos ocho palmos del suelo con una escalonada de piedra para acceder a ella, para que la nieve no cubra la puerta en invierno. En el País Vasco y en Córcega se ha documentado una especialización de espacios: se distingue la cabaña de pastor del sótano donde se fabrica el queso, pues hace falta un lugar fresco y húmedo (Riu 1995*b*). En Andorra, la fabricación de queso no fue significativa, pero muchas veces sirvió para pagar el alquiler de los pastos durante el verano.

Las *munyidores* son pasillos donde se pone a las ovejas, cabras o vacas a ordeñar en fila. El ganado va pasando en fila mientras el pastor las ordeña de una en una sentado en una banqueta. En el siglo XV, se instalan *munyidores* en Maura y Padrilla (Pirineos orientales) entre 2.200 y 2.600 metros de altitud (Davasse *et al.* 1997). En el valle del Madriu se han documentado munyidores del siglo XIV (Palet 2007*a*). Estaban construidos de muros de piedra seca, y además de para ordeñar, como su nombre indica, servían también para contar el ganado y separarlo en tipos y especies para la noche (Codina 2004). Estas estructuras parece que son propias de los Pirineos, porque en los Alpes, por ejemplo, no se han localizado (Codina 2004; Palet 2005*b*; Segard 2005).

Por otro lado se encuentran las *pletes*. Este conjunto de estructuras estaba formado por una cabaña y una *pleta*, esta última una estructura rectangular de unos 5 metros de cada lado y 1 de alto. Las *pletes* podían estar o no asociadas a *orris*. Este tipo de sectores estaban

013ITXASO.indd 19 28/9/09 09:49:40

Figura 3. Muro construido contra el ataque de lobos (Cinc Torres, Castelló). Foto: A. Solé.

fabricados en material perecedero, porque tenían una duración limitada. Se relacionaban con situaciones particulares, como para el ganado enfermo que había que guardar. Habitualmente se situaban en el bosque, lejos de los pastos estivales, donde se encontraba el ganado comunal (Codina 2004). En la Antigüedad estos cercados salvaguardaban al ganado de los lobos, peligro que actualmente no existe (Violant i Simorra 2001). A partir del siglo XVII en la Cerdanya estos cercados también reciben el nombre de *pleta* (Rendu 1998). En la figura 3 podemos ver un muro de piedra seca utilizado antiguamente para resguardarse de los lobos. Cuenta el pastor que si el lobo consiguiera saltar se le caería la piedra situada en la parte superior del muro.

Por último, se encontraban los *assaladors*, que, como su nombre indica, estaban destinados a guardar sal para el ganado (Codina 2004).

2.2.2. Actividad minerometalúrgica

El proceso de obtención del hierro y su transformación implican varias fases. Para la extracción del mineral de hierro, las minas suelen ser fáciles de identificar porque muchas veces se puede observar el mineral oxidado en superficie, lo que permite la explotación a cielo abierto de pequeñas afloraciones, vetas superficiales y pequeñas minas (Morell 2006). La extracción del hierro implica varios procesos. En primer lugar se lleva a cabo el proceso de selección. Al extraer el hierro, lo primero que hay que hacer es separar las partes más ricas en hierro de las partes más pobres. A continuación se lleva a cabo la fragmentación y triado mediante la utilización de un tamiz. Por último se realiza el proceso de lavado de estas concreciones. Mediante su flotación en el agua se extraen las arenas y arcillas (Magnin 2004).

El proceso de tostado o primera transformación del mineral se lleva a cabo en hornos abiertos y a bajas temperaturas. Durante este proceso los carbonatos y los sulfuros se convierten en óxidos y el mineral se deja listo para el siguiente paso, que es la reducción. El tostado de los minerales que se explotaban en la Antigüedad, es decir, los encontrados en superficie, no es necesario. El proceso de selección, triturado y lavado, ya mencionados, son suficientes para llevar a cabo la reducción del hierro en un horno bajo. Sin embargo, al calentarlo previamente a bajas temperaturas, aproximadamente a 600 °C, se elimina el exceso de agua y se disgregan los carbonatos, y de este modo se obtiene un mineral más productible (Magnin 2004; Morell 2006). La reducción del mineral de hierro exige una gran cantidad de combustible, que suele ser carbón producido normalmente en carboneras, así como altas temperaturas (unos 1.200 °C). Una vez finalizado este proceso, algunos hornos eran destruidos, por lo cual los restos de estas estructuras y las escorias son los principales signos de esta actividad a nivel arqueológico (Magnin 2004).

La primera transformación del mineral no se documenta de manera habitual hasta la Edad Media. En el valle de Baiasca del Llavorsí, en el Pallars Sobirà, se han documentado dos hornos muy similares morfológicamente a los de El Goleró y que fueron datados por ^{14}C entre el siglo II a. C. y el III d. C. (Forés Gómez *et al.* 2002; Crespo *et al.* en prensa). Al igual que en el horno ES 43, en estos se observaron negativos de plantas, que podrían provenir de las plantas que se colocaron en el interior del horno para facilitar el desprendimiento de la escoria de la pared (Forés Gómez *et al.* 2002). En la ES 43 se recuperaron negativos de agujas de coníferas, posiblemente de enebro. También se han documentado hornos de este tipo, datados entre los siglos III y VIII d. C., en la Vallferrera (Crespo *et al.* en prensa), así como en la vertiente norte de los Pirineos, concretamente en el Ariège (Dubois 2001) y en la vertiente sur de esta misma cadena montañosa, en el bosque de Virós (Pèlachs 2004).

El hecho de que los hornos de El Goleró se encuentren en altitud y lejos de recursos hídricos, al igual que los del Pallars Sobirà, se debe a que todavía no se utiliza la fuerza del agua en estas cronologías, algo que será fundamental posteriormente en la fragua catalana. Al no disponer todavía de estructuras tan sofisticadas como la fuerza hidráulica del agua de una fragua, la primera transformación del hierro sería necesaria, porque así no harían falta temperaturas tan altas para la reducción del mineral y además se facilitaría el transporte del mineral ya listo (Morell 2006).

Para convertir el mineral en metal, hay que llevar a cabo su reducción. El método de reducción directo sólo se lleva a cabo en Europa en la Edad Media con el método de la fragua a la catalana (Llovera *et al.* 2001). Con este método, el hierro metálico se produce directamente en estado sólido sin pasar por un estado líquido, por lo que no hace falta colar el metal.

013ITXASO.indd 20 28/9/09 09:49:41

Además de Catalunya, este mismo sistema se utilizó también en el Rosselló, el Ariège, Bearn, el Alto Aragón y el País Vasco. Uno de los ejemplos vascos son las fraguas de Agorregi (Aia, Guipúzcoa) (Urteaga *et al.* 2000). Los otros procesos coetáneos y no directos eran de menor calidad porque se obtenía hierro colado que se rompía fácilmente y había que refinar. La fusión del hierro como metal se consigue a 1.536 °C. La metalurgia antigua no podía llegar a tales temperaturas, así que utilizaba la reducción directa, en la que el carbón jugaba un rol esencial, pues tiene un rendimiento calorífico del doble que el de la madera y permite llegar a los 900 °C, y con una ventilación adecuada se podía llegar a los 1.200 °C (Dubois 1988-90). Estas temperaturas no funden pero sí reblandecen el hierro. Se trataba de unos hornos de arcilla altos en los que el mineral debía de estar cubierto por capas de carbón y el proceso probablemente se llevaba a cabo en un ambiente reductor. De este proceso se debía de obtener una gran cantidad de escorias de mineral.

La fragua necesita sobre todo dos recursos principales: el agua para conseguir fuerza motriz y el carbón para conseguir altas temperaturas. Debido al carácter indispensable del agua, las fraguas se solían situar cerca de ríos, en los que se construían balsas. Estas balsas servían para desviar el curso del agua para uso particular. La energía de esta agua se obtenía a partir del movimiento rotatorio motriz mediante ruedas hidráulicas hechas de madera. Esta energía pasaba al interior del edificio a través de un eje que atravesaba la pared y generaba así el movimiento bascular y alternativo del martillo de hierro. Este martillo además estaba unido a un tronco de madera y sujeto por la saquería, un soporte de piedra o madera que estaba enterrado en el suelo. Por último, no podían faltar en una fragua fuelles para echar aire a la tobera y de aquí al horno.

Otro de los recursos más importantes era el carbón. Mediante la utilización de carbón vegetal, se obtenía hierro sin impurezas tales como el silicio o el azufre, al contrario de lo que ocurre si se utiliza carbón mineral.

El horno para fabricar el hierro debía ser un horno bajo en una fragua, más ancho que alto. El interior del horno, construido con piedras de río y un revestimiento calizo, tenía una forma troncopiramidal invertida con la base trapezoidal y las aristas redondeadas. Este horno tenía que ser reconstruido continuamente, cada 15-30 usos aproximadamente. El trabajo comenzaba llenando el horno con carbón vegetal encendido hasta llegar al agujero de la tobera. Encima de estos carbones se colocaba un molde cilíndrico hecho de plancha de hierro. El exterior del molde se llenaba de carbón y el interior con mineral de hierro, y todo se cubría con carbón. Cuando el contenido del horno estaba caliente, se le daba aire. Con el oxígeno, el mineral de hierro (FeO) se disociaba y en reacción con el carbón vegetal (C) se producían las reacciones químicas $O^2 + 2C = 2CO^2$ y $C + FeO = Fe + CO^2$, y se creaba así el hierro puro rodeado de escorias. Este hierro se tenía que ir convirtiendo en una bola mientras estaba fundido. A continuación se extraía dicha bola y se forjaba golpeándolo hasta convertirlo en lingotes de hierro comerciales que serían trabajados en las herrerías (Mateu i Subirà 2004).

Una vez llevada a cabo la reducción, el metal bruto obtenido se convierte en objeto manufacturado. El hierro obtenido de la reducción no suele tener una compactación y una cohesión suficiente para fabricar el objeto y además suele tener carbón y escorias. Por eso, hay que dar consistencia al metal por medio de una serie de deformaciones plásticas con calor y martilleo. Con este martilleo se desechan la escoria y el carbón y disminuye la porosidad del metal. Cuando el metal se hace más denso y maleable, se convierte en fraguable. Para este martilleo, en la Edad Media se utilizó el martillo hidráulico (Magnin 2004).

2.2.3. Actividad carbonera

En las carboneras el elemento principal es la carbonización de la leña, que es un proceso de pirólisis o descomposición térmica de la madera. Cuando aplicamos una temperatura de entre 0 y 170 °C a la madera, esta pierde la humedad de su parte superficial y libera dióxido de carbono y agua en forma de vapor. Cuando esta temperatura llega a estar entre 170 y 270 °C, las primeras moléculas térmicamente inestables, como las hemicelulosas que forman la pared de la madera y las ligninas, comienzan a degradarse. La madera vuelve a perder agua, gases oxigenados y metanol, y de este modo se reduce un 35 % su peso total. Al subir la temperatura hasta el intervalo entre 270 y 500 °C, se inicia un proceso activo de pirólisis, con el cual se produce una reacción exotérmica y se eleva la temperatura sin contribución externa a unos 350 °C. Hasta llegar a estas temperaturas el proceso es endotérmico. A partir de aquí se produce la descomposición química de la celulosa y la lignina que contiene la madera. El oxígeno y el hidrógeno se combinan por separado con el carbono y forman compuestos gaseosos, líquidos y sólidos, principalmente metanos. Cuando la temperatura asciende hasta los 500-700 °C, el hidrógeno es expulsado y la lignina se descompone y provoca un enriquecimiento parcial del carbón (Fabre 1996).

La carbonización es una combustión incompleta de la madera y ocurre en condiciones de ambiente reductor, porque si ocurriese un ambiente oxidante se produciría la calcinación: la madera se convirtiría en cenizas.

La carbonización supone la pérdida de un 80 % del peso de la leña. El carbón es una sustancia negra y porosa, muy pura, con pocas sales y un gran porcenta-

013ITXASO.indd 21 28/9/09 09:49:42

je de carbono. Contiene porcentajes mínimos de hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Cuanto mayor sea el calor a que se exponga la leña durante la carbonización, mayor poder calorífico obtendremos del carbón, aunque la cantidad de carbón obtenido será menor.

Si los ejes fibrovasculares de una especie son densos, como es el caso de la encina, conseguiremos un carbón de gran poder calorífico. Sin embargo, en el caso de especies más ligeras y menos densas como las Coníferas, el chopo y el avellano, la circulación del aire es mayor por el interior de la estructura, por lo que arderá más rápido y con menos intensidad y, por lo tanto, menor poder calorífico (Gutiérrez i Perearnau 1996). La carbonización debe ser lenta y progresiva si se quiere obtener un buen carbón. Si en cambio se produce una carbonización rápida, el carbón obtenido no será de buena calidad. Cuando el proceso de pirólisis es demasiado rápido y a temperaturas demasiado elevadas, no se produce carbón sino gases y líquidos (Fabre 1996).

El hecho de que el carbón se haya utilizado como combustible en lugar de la madera tiene varias razones. El carbón difícilmente se ve afectado por las condiciones atmosféricas y no suele verse atacado por hongos y xilófagos como ocurre con la madera. Las altas temperaturas aplicadas a la madera durante la combustión hacen que los gases y el agua que contiene desaparezcan, pero no así las materias activas o combustibles. De este modo, el carbón vuelve a entrar en combustión sin producir llama. Además, el poder calorífico del carbón es mayor que el de la madera debido a su gran contenido químico en carbono. Mientras que la energía calorífica de la madera es de 3.000 kcal/kg, la del carbón es de 7.000-7.500 kcal/kg. La humedad del carbón también es menor que la de la madera. Otra ventaja del carbón frente a la madera es que pesa un 80 % menos y no produce humo, polvo ni olor. Por lo tanto, excepto por el peligro de envenenamiento por desprendimientos de gas, el carbón vegetal es un combustible casi perfecto.

En lo que se refiere al lugar de construcción de las carboneras, este debía ser en una tierra no demasiado suelta, pues dejaría pasar el aire, pero tampoco demasiado compacta, porque no permitiría la infiltración de líquidos durante la carbonización. La tierra no debía ser ni húmeda ni esponjosa para que no se encharcara agua. Lo más recomendable era el suelo arcilloso, que no permitiría la entrada de aire y además favorecería que la combustión fuese lenta. Normalmente, las plazas se reutilizaban porque la tierra carbonosa que había quedado de una anterior cocción era muy adecuada para una combustión reductora y permitía obtener un producto de mejor calidad (Izard 1992*b*). El emplazamiento de una carbonera debía ser llano, seco, abrigado de los vientos y no sufrir inundaciones. En alta montaña, al ser un paisaje de muchas pendientes y pocos espacios de plano, se solían construir terrazas con piedra seca, y esto además permitía airear la carbonera desde su base. En el valle de Vicdessos se documentaron bases de carboneras de piedra seca (Pèlachs 2004). Normalmente se construía también un muro de piedra seca para evitar que el viento llegara hasta la carbonera. Las carboneras situadas en un plano no necesitaban muros de contención y habitualmente eran de mayor tamaño y más redondas que las situadas en pendiente (Davasse 2000). Teofrasto ya decía en sus textos que el mejor carbón vegetal proviene de árboles jóvenes que se encuentran en terreno seco, soleado y expuesto al norte (Dubois 1988-90). Davasse y Galop (1990) habían observado en su estudio que las carboneras se situaban fundamentalmente en zonas de umbría. De hecho, las vertientes de solana se utilizaron para las actividades agroganaderas en estos medios de montaña.

Una vez escogido el lugar del emplazamiento de la carbonera, se acondicionaba el terreno limpiándolo y apisonándolo bien. A continuación, para construir la pila propiamente dicha, la leña se disponía en vertical en torno a un espacio cuadrado que hacía la función de chimenea. Este túmulo, además de chimenea, disponía de pequeños respiraderos dispuestos por toda la pila que formaban corrientes de aire. El diámetro de la pila podía llegar a tener desde 6 hasta 10 metros. Para terminar, en la superficie del túmulo se colocaban maderas finas, helecho, hojas, musgo y tierra húmeda, y por encima, tierra de plazas carboneras anteriores para aislar el fuego y conseguir una combustión lenta.

Una vez construida la pila, ya se podía prender la leña. Había que cuidar que la tierra que cubría la carbonera no se fuera con el viento, pues la madera ardería y se convertiría en cenizas. El fuego se encendía echando ramas pequeñas y brasas de una hoguera que se montaba cerca de la pila, a través de la chimenea. Cuando los troncos más próximos a la chimenea prendían, se tapaba el agujero de esta y se iban abriendo tiros cada vez más abajo para que se fuera extendiendo la combustión. El carbonero sabía por experiencia, al mirar el color y espesor del humo, cuándo debía ir abriendo y cerrando los tiros de la pila. El viento solía afectar más a la base de la pila y por eso debían colocarse aquí los troncos más gruesos, que solían tener unos 80 centímetros de largo y cerca de 20 de grueso. Además, también debían ser más gruesos los troncos cuanto más cerca de la chimenea estuvieran, pues es donde primero ardía la leña y con mayor intensidad. La combustión podía llegar a durar hasta dos semanas y, por lo tanto, había que vigilarla constantemente de día y de noche para que la leña no ardiera demasiado, por lo que se tenían que construir cabañas cerca de las carboneras.

El carbonero sabía cuando el carbón estaba hecho, porque al pisar la pila oía como el carbón se quebraba a sus pies. Otro indicador era el color del humo.

013ITXASO.indd 22 28/9/09 09:49:42

Cuando todo había prendido, se tapaban todos los agujeros y se dejaba extinguir el fuego, que podía tardar de 4 a 15 días en apagarse dependiendo del tamaño de la carbonera. Al terminar la combustión, la tierra que cubría la pila se solía poner de color blanco. Para extraer el carbón, la tierra se iba quitando con una pala y se iba extendiendo, y allí donde todavía hubiera fuego se debía de cubrir otra vez con tierra. El carbón se extendía hacia los lados de la carbonera, por lo que quedaba una mancha carbonosa elíptica una vez recogido el carbón.

En cuanto a las cabañas carboneras, estaban construidas cerca de estas como ya hemos dicho. Estaban formadas por dos grandes troncos llamados *puntales*, que se colocaban en ángulo variable según la altura que se quisiera obtener. Apoyado en el suelo y en la junta de los dos puntales se colocaba el tercer tronco, denominado *biga cerradera*. Si se podía, se aprovechaba alguna pared de abrigo o se disponía una pared de piedra seca, y entre esta y la biga cerradera se dejaba un hueco que hiciera la función de chimenea. La otra parte, donde iría la puerta, estaba construida con ramas. En el interior, normalmente se separaban dos espacios con un gusín, un tronco que se colocaba en el suelo para separar el lugar donde se dormiría y el lugar donde se comería (Gutiérrez i Perearnau 1996).

013ITXASO.indd 23 28/9/09 09:49:42

3. CONTEXTO BIOGEOGRÁFICO DE LAS REGIONES ESTUDIADAS

Los Pirineos son una sierra que se extiende desde el cabo de Creus hasta el golfo de Vizcaya a lo largo de 440 quilómetros. Las mayores altitudes corresponden a las montañas del Aneto (3.404 m) y Posets (3.375 m), situadas en la zona central de los Pirineos, en la frontera entre España y Francia. La altitud de las montañas desciende desde la parte central hacia el este u oeste (Peña Monné 1991).

En la formación de la cadena de los Pirineos se sucedieron varios fenómenos que dieron lugar al relieve actual. Sin embargo, en los Pirineos orientales fueron los modelados glaciares los que dejaron las huellas más visibles en la morfología actual. Son de este periodo por ejemplo las áreas de sobreexcavación ocupadas actualmente por lagos en Andorra, que se sitúan entre los 2.000 y 2.600 metros de altitud. Estos modelados ocurrieron sobre todo durante el Würm y las fluctuaciones frías del tardiglaciar, entre 12.000 y 10.000 años BP, pero también durante la pequeña edad del hielo, entre mediados del siglo XIV e inicios del XIX (Peña Monné 1991; Mateo y Gómez 2004).

En los Pirineos se distinguen tres sectores que siguen el eje de la sierra: los Pirineos occidentales, los centrales y los orientales. Asimismo, hay tres sectores paralelos con orientación este-oeste. Son la región pirenaico-axial, que es la sierra principal, y las dos sierras y depresiones secundarias, que corresponden a la región prepirenaica. Este estudio se centra en la parte prepirenaica y la zona axial del Pirineo oriental. Concretamente, las estructuras estudiadas se encuentran en una altitud que discurre entre 1.500 y 2.500 metros de altitud aproximadamente, es decir, los pisos montano, subalpino y alpino.

3.1. Contexto biogeográfico

En un gradiente altitudinal aproximado entre 900 y 2.500 metros de altitud podemos distinguir cuatro tipos de pisos bioclimáticos (Vigo 1976). Estos son el submontano, el montano, el subalpino y el alpino.

El piso submontano se extiende entre 1.300 y 1.500 metros de altitud en solana y entre 1.100 y 1.300 en umbría. En este piso domina la vegetación submediterránea con especies como pino albar, pino salgareño, roble, boj, etc.

En el piso montano domina una vegetación medioeuropea y submediterránea. Podemos encontrar pino albar y haya, pastos mesófilos y xerófilos extramediterráneos, etc. El límite altitudinal inferior del piso se sitúa entre 1.200 y 1.400 metros de altitud, aunque puede oscilar entre 900 y 1.600 dependiendo de la exposición de las vertientes, mientras que el límite altitudinal superior se sitúa entre 1.650 y 1.800 metros de altitud, y puede llegar hasta los 1.900.

En este piso se desarrollan tres tipos de dominios de vegetación:

Quercion pubescente-sessiliflorae (pino albar y boj). Este dominio vegetal ocupa la mayoría de las solanas y zonas de sombra menos frescas. Las zonas de sombra suelen ser más diversas en vegetación. El pino albar y el boj suelen formar un mosaico conjuntamente con pastos xerófilos.

Fagus sylvaticae (haya y abeto). Este dominio se encuentra en los valles más húmedos formando masas discontinuas en las vertientes de umbría y fuerte pendiente, entre 1.000 y 1.700 metros de altitud. El haya y el abeto pueden ascender hasta los niveles inferiores del piso subalpino, sobre todo en las vertientes orientadas al norte.

Deschampsio-Pinion (pino albar y abeto). Este dominio se encuentra en las partes altas de vertientes de umbría. Los pinares de este dominio corresponden a la asociación *Polygalo calcareae-Pinetum sylvestris* y suelen formar manchas de pequeñas dimensiones en terrenos ácidos alternándose con los pinares de tipo *Pumulo columnae-Pinetum sylvestris*. En las vertientes de zonas de sombra y de terrenos silíceos de entre 1.400 y 1.600 metros de altitud, podemos encontrar la formación vegetal de pinos llamada *Hylocomio-Pinetum catalunicae*.

Se pueden distinguir dos tipos de pinares de pino albar (Blanco *et al.* 1998):

a) Pinares mesófilos. Corresponden a zonas más húmedas, y el pino albar se encuentra junto a abetos y hayas ocupando las solanas o valles más secos entre 1.000 y 1.700 metros de altitud. Este tipo de pinar está presente en la sierra del Cadí, en el Pallars y en el macizo de Aigüestortes en el Pirineo oriental, así como en los macizos altoaragoneses. También se desarrolla en otras áreas de Catalunya, como el valle de Aran o en la Garrotxa, así como en la comarca del Capcir, en Francia. En suelos calizos, el pino albar crece junto a fresnos, hayas y quejigos, y en los suelos ácidos junto a hayas y robles. En suelos pobres, áreas aclaradas y muy húmedas, el pino albar suele estar acompañado por el abedul y el álamo temblón.

b) Pinares xerófilos. Corresponden a los pinares desarrollados sobre solanas y zonas expuestas a vientos de la parte superior del piso montano, en los enclaves más secos. Este tipo de pinar se extiende desde la Cerdanya hasta Aragón y entra en contacto con

013ITXASO.indd 25 28/9/09 09:49:42

pinares subalpinos de pino negro. No suelen presentar sotobosque, ni especies propias de los hayedos y abetales, ni casi musgo. A veces podemos encontrar algún pie de serbal, enebro común, boj, piorno o avellano junto al estrato arbóreo.
La degradación de estos pinares suele dar paso a un matorral muy característico por el color amarillo que toma en los meses de verano en los Pirineos orientales. Este amarillo se debe al piorno, que es su principal componente junto con el enebro. En el Pirineo central, en lugar de piorno suele dominar el erizón, también una leguminosa. Dicha degradación del pinar suele ser la consecuencia de la quema de la vegetación para obtener pastos. En el momento en que cesa esta perturbación, el pinar se regenera.

En lo referente al piso subalpino, el límite altitudinal inferior se sitúa entre 1.600 y 1.800 metros de altitud, y puede oscilar entre 1.400 y 2.000. El límite altitudinal superior se localiza entre 2.000 y 2.300 metros y coincide con el límite superior del bosque (*timberline*). Estos límites se encuentran en cotas inferiores si la vertiente está orientada al norte y pueden ascender unos 200 metros, si está orientada al sur.

A medida que ascendemos en altitud, el tamaño de los árboles va disminuyendo de manera gradual. Este piso subalpino es el dominio de grandes bosques de Coníferas, con preeminencia de los bosques de pino negro y otras especies de afinidad boreoalpina.

En los sectores altitudinales de alta montaña (por encima de 1.900 metros de altitud), podemos encontrar dos tipos de bioclimas (Vigo 1976). En primer lugar, se encuentra el axeromérico de tendencia fría y húmeda. Se trata de un tipo de clima sin verano térmico ni periodo subárido. Los inviernos duran entre tres y seis meses. Es el clima de las zonas más elevadas. En segundo lugar, se encuentra el axérico frío subalpino. Este tipo de clima corresponde a la mayor parte de la alta montaña y tiene verano térmico y un periodo árido con cinco meses glaciares durante el invierno.

Las condiciones climáticas de alta montaña suelen dificultar el desarrollo de los árboles y provocar portes tortuosos, crecimientos reducidos y una elevada mortalidad. La lenta mineralización de la materia orgánica en medios de alta montaña debido a las bajas temperaturas, a la escasez de microorganismos descomponedores, etc., conlleva una pobreza del suelo en nutrientes. Por eso, las plantas menos exigentes o que reciben ayuda de micorrizas para su alimentación, como las Ericáceas, las pináceas o las Cupresáceas, son las que pueden instalarse en estos medios (Blanco *et al.* 1998).

Como en el resto de los Pirineos, en este piso dominan dos tipos de formaciones de pinar negro. Así, dependiendo de la exposición en la que se encuentre el pinar, el estrato arbustivo suele cambiar. En umbría suelen dominar las plantas típicamente boreoalpinas, mientras que en solana están presentes las plantas típicas de alta montaña mediterránea, capaces de soportar un fuerte sol diurno y un fuerte frío nocturno. Estas comunidades son:

Juniperon nanae. Se trata de las pinedas xerófilas de las solanas que crecen tanto en suelos calizos como en silíceos. Debido al substrato rocoso y a la deforestación, en solana abundan los pinares de pino negro, los matorrales de enebro y de boj y los pastos xerófilos. El dominio de los pinares calcícolas de pino negro con pulsatilla (*Pulsatillo fontqueri-Pinetum uncinatae*) abarca las zonas calizas subalpinas sombrías. El estrato herbáceo suele ser muy rico y suelen escasear los arbustos. En este tipo de formación está presente la gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*). Este tipo de ericácea no suele soportar las cubiertas de nieve prolongadas pero aguanta bien las fuertes heladas, así como las fuertes oscilaciones térmicas diarias. Suele situarse en suelos poco desarrollados e incluso pedregosos y evita sectores afectados por procesos erosivos. Junto a ella y en condiciones similares suele encontrarse el enebro rastrero (*Juniperus communis* subsp. *alpina*).

Rhododendro-Vaccinion. Corresponde a pinares mesófilos y puntualmente abetosas de zonas de umbría. El dominio de pinares acidófilos y abetos con rododendro se extienden por las zonas de umbría de terrenos sobre todo silícicos. Esta formación vegetal es menos extensa que la anterior. Suele dominar el pino negro, mientras que el abeto se localiza en zonas más bajas y frescas.

Entre las Ericáceas que se encuentran en este tipo de pinares suele dominar *Rhododendron ferrugineum*. Sus brotes se forman al final del verano y son especialmente sensibles a las heladas, por lo que buscan protección debajo de la capa de nieve. Son de mayor tamaño en las hondonadas o zonas de poca pendiente, donde se acumula más nieve durante más tiempo que en zonas con fuertes pendientes. Por esta razón están más presentes en las umbrías. El rododendro forma un tapiz continuo en el sotobosque de umbría del pinar y alcanza cotas superiores al pino. Pero también podemos encontrar otro tipo de Ericáceas en el estrato arbustivo de estos pinares, como por ejemplo los arándanos (*Vaccinium myrtillus, Vaccinium uliginosum*) y la brecina (*Calluna vulgaris*) junto al falso membrillo (*Cotoneaster integerrima*) y diferentes especies del género *Sorbus*. Actualmente, en el valle del Madriu podemos observar la presencia de algunos arbustos de serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*), que suele aparecer en los claros de los pinares y puede llegar a ascender hasta los 2.300 metros de altitud. También forma parte de estas asociaciones el abedul (*Betula pubescens*).

Este piso es muy vulnerable a la acción antrópica debido a las duras condiciones que ofrece el medio ambiente. Por eso, muchos bosques de este piso se han

013ITXASO.indd 26 28/9/09 09:49:42

convertido en pastos, matojales, zonas de cultivo resistentes al frío o áreas pedregosas (Vigo 1976).

Por último, se encuentra el piso alpino. El límite inferior de este piso se sitúa entre 2.200 y 2.300 metros de altitud. Este piso corresponde a las cumbres de montaña, y aquí no se desarrollan los bosques sino pastos de afinidad boreoalpina u oromediterránea o bien ya terrenos rocosos sin cubierta vegetal. Estos pastos, debido a la deforestación antrópica, llegan a ocupar dominios de pino negro más bajos en el piso subalpino. Entre el límite superior del bosque y el inicio de los pastos podemos encontrar a veces una vegetación de transición con árboles aislados y deformes que sobreviven de manera precaria.

Además, podemos distinguir tres tipos de vegetación según su contexto (Vigo 1976). En primer lugar la vegetación de ribera e hidrófila se suele situar únicamente en el borde de los cursos de agua y algunos fondos de valle y vertientes adyacentes. En alta montaña podemos encontrar turberas y comunidades hidrófilas localizadas.

En segundo lugar, la vegetación rupícola y glareícola es la vegetación que se asienta sobre terrenos rocosos y pedregales. En alta montaña se localizan hierbas y arbustos de este tipo en las fisuras y peñascos de los afloramientos rocosos que se agrietan debido a agentes meteorológicos y a la misma vegetación.

En tercer y último lugar, se encuentra la vegetación arvense y ruderal. Este tipo de vegetación se desarrolla en lugares donde la presencia de ganado doméstico es importante. Suelen prosperar allí donde la implantación humana está más consolidada y la presión sobre el medio es más intensa.

3.2. Regiones de los Pirineos estudiadas

El paisaje de montaña es muy variado dependiendo de la altitud, la pendiente, la exposición o la temperatura. Nuestras dos zonas de estudio no se encuentran en las mismas altitudes ni substratos, ni en los mismos contextos biogeográficos, por lo que la vegetación, aunque sea pinar de pino albar y negro, presenta características específicas en cada espacio geográfico.

3.2.1. Región prepirenaica de los Pirineos orientales: el valle de La Vansa (sierra del Cadí, Alt Urgell)

Los Pirineos orientales catalanes se extienden desde el mar, las Corberas y el Canigó hasta el extremo occidental del Cadí. La vertiente septentrional de esta región es más húmeda, por influencia de los vientos húmedos que provienen del Atlántico. La vertiente meridional, en cambio, es más seca y soleada y tiene una mediterraneidad más acusada. La temperatura media anual se sitúa entre los 13 °C de La Seu d'Urgell (690 m) y los 6,2 °C de La Molina (1.711 m). En La Tosa d'Alp (2.530 m) la media anual es de 1,7 °C (Vigo *et al.* 2003).

El Parque Natural del Cadí-Moixeró está constituido por dos sierras. Por un lado, la sierra del Cadí se extiende de oeste a este desde Adraén hasta el Coll del Pendís y la cumbre más alta es el monte de Vulturó, con 2.648 metros de altitud. La vertiente norte de esta sierra es muy abrupta, mientras que la vertiente sur es más suave y tiene formas redondeadas en la cumbre.

Entre el Alto Berguedà y la Cerdanya se extiende la sierra del Moixeró, orientada de oeste a este con una gran disimetría entre sus dos vertientes. Sin embargo, en este caso, la vertiente abrupta es la sur, mientras que la norte es más suave y tiene menos barrancos. De este modo, la alineación Cadí-Moixeró-Tosa d'Alp forma una gran muralla de oeste a este separando al norte el valle del Segre y al sur el valle del Llobregat y de La Vansa.

En todo el parque domina el substrato calizo. Todos los macizos y sierras del territorio están constituidos principalmente por materiales calizos y lutitas mesozoicas o paleógenas, y más puntualmente de calizas devonianas. Los afloramientos silíceos se pueden encontrar en algunas bandas estrechas o entre los materiales carbonatados. Los escasos suelos ácidos solo se encuentran donde el substrato geológico es silícico o donde este haya estado sometido a procesos de descarbonatación debido a las fuertes lluvias (Vigo *et al.* 2003).

La red hidrográfica de estos valles es muy pobre porque el agua se infiltra fácilmente a través de los materiales calizos, hasta las surgencias situadas a menores altitudes. Los ríos son por lo tanto superficiales, de caudal escaso e irregular. La descarbonatación de las capas superiores del suelo debido a la circulación del agua de la nieve o de la lluvia y la limpieza consecuente de las sales suele ser un proceso frecuente en los pisos subalpino y alpino de alta montaña. Este proceso suele ocurrir sobre todo en superficies planas y cóncavas, por lo que suelen ser habituales los mosaicos de pastos acidófilos en las depresiones y basófilos en las convexidades vecinas. Estos procesos de acidificación de los suelos no suele darse con la misma frecuencia ni con la misma intensidad, porque dependen de la pluviometría. Por eso son más frecuentes en los sectores del noreste que en los del suroeste.

En lo que se refiere al clima, la mayor parte del Parque Natural del Cadí tiene un clima subcontinental con seis meses de invierno en alta montaña. El número de días nevados disminuye en dirección del noreste a suroeste. La estación de las lluvias suele ser en verano, con tormentas frecuentes e intensas (Vigo *et al.* 2003).

013ITXASO.indd 27 28/9/09 09:49:42

La vegetación presenta un alto grado de diversidad en el parque natural y depende tanto de la altitud como del incremento del componente continental del clima en sentido de la cuenca del Llobregat a la cuenca del Segre (sureste-noroeste). Sin embargo, domina la extensión de bosques en umbría de pino albar primarios o secundarios. Corresponden a la asociación vegetal *Pumulo columnae-Pinetum sylvestris,* de la alianza *Quercion pubescente-sessiliflorae,* y corresponden a un bosque calcícola que se localiza entre (1.000) 1.200 y 1.650 (1.900) metros de altitud. El boj suele aparecer en zonas claras y márgenes del bosque. Además suele haber más matorrales en solana que en sectores sombreados (Vigo *et al.* 2003).

El abeto suele situarse en el límite inferior de los pinares de pino negro y esta especie suele relacionarse con terrenos silicios y umbrías húmedas de exposición norte y noreste. Es típico del piso montano. Sin embargo, en los climas secos del piso subalpino, los abetos se refugian en los Pirineos catalanes en zonas de umbría. A pesar de que esta especie es acidófila y la sierra del Cadí es caliza, su presencia es posible gracias a que la elevada pluviosidad da lugar a una acidificación del suelo. El abeto puede ascender hasta los 2.000 metros de altitud y entrar en contacto con el pino negro, y así crear una formación mixta o de transición, como es el caso del sector de Cerneres, situado en una vertiente de umbría entre 1.650 y 1.800 metros de altitud. En este tipo de bosque suele ser corriente el boj acompañado por el eléboro (*Helleborus viridis*) o la hierba hepática (*Anemone hepatica*). Sobre terrenos calizos y en umbría, como en el caso de Cerneres, el boj, que corresponde al piso montano, puede ascender hasta entrar en contacto con el piso subalpino y unirse al pino negro (Vigo 1976).

3.2.2. Región axial de los Pirineos orientales: el valle del Madriu (Andorra)

Andorra se sitúa en la vertiente meridional del eje axial de los Pirineos orientales, es decir, dentro de los terrenos más antiguos de la cordillera. En lo referente al clima, en la vertiente septentrional del eje axial domina un clima atlántico y muy húmedo, mientras que la vertiente meridional es más seca y con un grado de mediterraneidad más acentuado. Las temperaturas más suaves corresponden al verano, entre junio y septiembre, con medias que oscilan entre 12,9 y 16,1 °C. El resto del año estas son inferiores a 10 °C y la mínima suele darse en el mes de enero, con una media de 0,8 °C. Estas medias han sido registradas en la estación de Engolasters (1.565 m) entre los años 1964 y 1976 (Folch 1984). El valle del Madriu-Perafita-Claror se encuentra en el sudeste del Principado, en la parroquia de Escaldes-Engordany. El valle principal está formado por la cuenca del río Madriu, afluente del Valira de Oriente, mientras que al suroeste del Madriu sus afluentes Perafita y Claror forman los otros dos valles del territorio.

La vertiente meridional del valle está ocupada por numerosos lagos. Se trata del área de mayor acumulación hídrica del valle debido a que allí se concentran numerosos lagos de cabecera unidos entre ellos por abundantes corrientes de agua. Se trata del Estany de l'Illa, el Estany Forcat, el Estany de la Bova y el Estany Blau. Esta vertiente, al recibir mayor insolación y disponer de una gran humedad, unida a una topografía más suave, permite la extensión de los prados y por lo tanto es muy apta para la actividad ganadera (Ejarque 2006). En el fondo del valle se encuentran pequeños rellanos junto al río Madriu, tales como Orris de Setut, Pla de l'Ingla o Planells de l'Estall Serrer. En cuanto a la vertiente septentrional, se trata de una zona muy abrupta, con una gran cantidad de peñascales y roquedales.

Como ya hemos dicho, la forma de estos paisajes se debe sobre todo a procesos de modelado glaciar y periglaciar. Durante el Pleistoceno, desde el Würm hasta el tardiglaciar, la acción mecánica de los glaciares configuró la topografía del valle del Madriu-Perafita-Claror siguiendo un trazado que posteriormente han ocupado los cursos fluviales. Además, durante la pequeña edad del hielo, en época moderna, se produjo el relieve del valle (Peña Monné 1991; Mateo y Gómez 2004). De este modo, el paisaje sufrió dos procesos: por un lado, la erosión con la formación de circos y cubetas de sobreexcavación. Los lagos ya mencionados se formaron en estas cubetas. Esto causó el ensanchamiento de los fondos de valle y dio lugar a las áreas de Pla de l'Ingla u Orris de Setut. Por otro lado, se produjeron conos de deyección debido a la acumulación de sedimentos y se formó la zona de Perafita, Planells de l'Estall Serrer y Orris de Setut (Mases *et al.* 2005) (figura 4).

En los valles andorranos, al igual que en el resto de los Pirineos catalanes, se pueden distinguir varios tipos de vegetación: mediterráneo-continental, submediterráneo, medioeuropeo, eurosiberiano y suboreal. En las partes bajas y medias, podemos encontrar bosques de origen mediterráneo continental y, a medida que ascendemos en altitud, de origen medioeuropeo o eurosiberiano y subalpino. Debido a que en esta zona axial dominan los suelos silíceos formados sobre substratos de granitos o esquisto, predominan las formaciones vegetales acidófilas. Solo encontramos algún reducto calizo en la zona suroeste del valle (Vigo 1976).

En los fondos de valle, suelen localizarse comunidades hidrófilas en los márgenes de los cursos de agua. Aquí se forma un bosque de ribera con predominio del aliso (*Alnus glutinosa*), el fresno (*Fraxinus excelsior*), el álamo temblón (*Populus tremula*) y el sauce de orejuelas (*Salix aurita*).

013ITXASO.indd 28 28/9/09 09:49:42

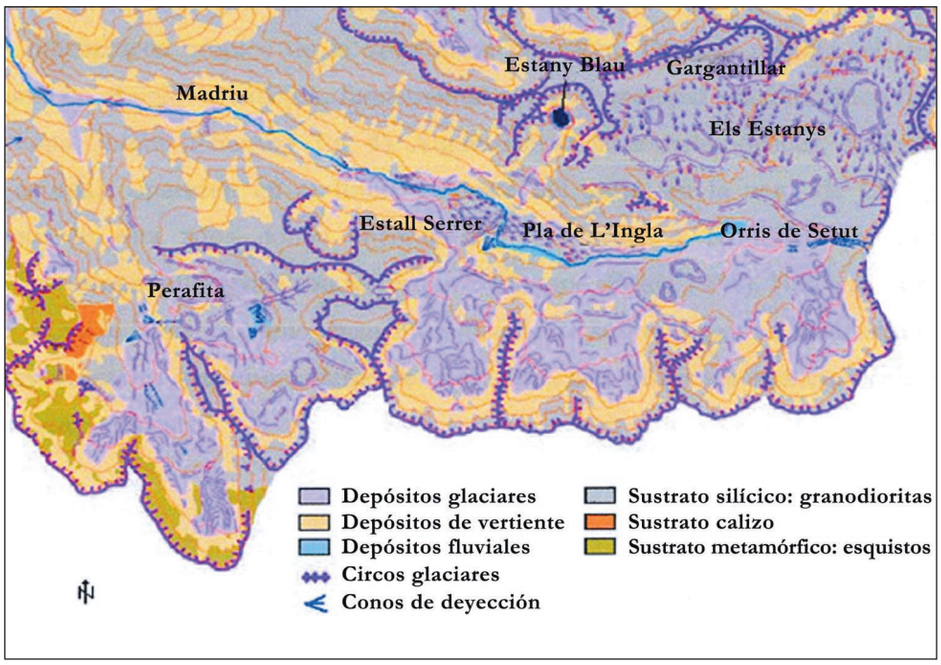


Figura 4. Geomorfología y litología del valle del Madriu-Perafita-Claror(Andorra). Mapa Geomorfológico de Andorra 150.000 (CRECIT).

En las vertientes o laderas, a medida que ascendemos desde los 900 a los 1.900 metros de altitud, predominan especies de origen mediterráneo y submediterráneo tales como la carrasca (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*), el roble pubescente (*Quercus humilis*) y el avellano (*Corylus avellana*); especies medioeuropeas como el roble albar (*Quercus petraea*), y especies boreoalpinas como el pino albar (*Pinus sylvestris*), el pino negro (*Pinus uncinata*) o el abeto (*Abies alba*). También se puede encontrar el boj (*Buxus sempervirens*), que en el valle del Madriu asciende hasta los 1.650 metros de altitud.

Por encima de ellos, al superar la cota de los 2.300-2.400 metros, el piso supraforestal se caracteriza por un pastizal de gramíneas, debido a que el rigor de las condiciones climáticas (permanencia de la nieve, fuertes vientos, bajas temperaturas, etc.) limita el crecimiento de las especies leñosas. Los pinares se limitan a zonas de vertientes y zonas rocosas y dejan amplias zonas desarboladas. Encontramos sobre todo una gran variedad de gramíneas tales como *Festuca arioides, F. gautieri* o *F. eskia*. En estas altitudes hay además varios lagos formados en las zonas sobreexcavadas por los glaciares y abundantes turberas. En este nivel, la presencia de amplios horados y la disponibilidad de agua permitieron durante el pasado el desarrollo de importantes actividades ganaderas (Gómez Ortiz 2001).

Las prospecciones realizadas en el marco de investigación en el que se encuadra nuestra tesis doctoral se encuentran entre 2.000 y 2.600 metros de altitud, entre el piso subalpino (1.700-2.200 m), con presencia de pinares de pino negro y abetos, y el piso alpino (2.200-2.900 m), dominado por pastos y pedregales. La vegetación es muy escasa y el sotobosque está básicamente formado por enebros.

Sin embargo, en el bosque de los Estanyons, actualmente podemos observar un abedular. El género *Betula* está representado por dos especies en Europa: *Betula alba* y *Betula pendula.* Las formaciones de abedulares suelen encontrarse entre otras formaciones forestales de tipo eurosiberiano o submediterráneo como, por ejemplo, en los robledales o hayedos. Sin embargo, también pueden encontrarse formando bosques en ciertas áreas montañosas, en las riberas, en los fondos de valle o en biotopos higroturbosos. Los abedules soportan fuertes oscilaciones térmicas y aguantan bien el frío y el calor estival, siempre que el suelo se mantenga húmedo. Suelen ser poco exigentes en lo que se refiere al tipo de suelos, pero prefieren los suelos ácidos. En el bosque de los Estanyons, el abedul aparece en compañía del pino negro (*Pinus uncinata*) y el enebro rastrero (*Juniperus communis* subsp. *alpina*). Este tipo de formaciones solo se desarrollan sobre los suelos ácidos de los Pirineos. En esta zona el desarrollo del abedul se ha visto favorecido por la presencia del río Madriu.

Una de las características más importantes del abedul es su carácter heliófilo. La búsqueda de ambientes luminosos y su frugalidad hacen que pueda actuar como especie colonizadora de espacios abiertos. En un medio ambiente muy degradado por la acción antrópica tienen que actuar especies capaces de soportar la pobreza del suelo y que presenten un crecimiento suficientemente rápido para elevarse por encima del nivel del matorral, antes de que el rápido desarrollo de este determine el cierre de la formación. El abedul desempeña perfectamente este papel de especie pionera. En los abedulares, la luz pasa de manera fácil al ser escasa la densidad de sus hojas y esto permite que se

013ITXASO.indd 29 28/9/09 09:49:43

desarrolle un estrato herbáceo. El serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*), el acebo (*Ilex aquifolium*), el brezo blanco (*Erica arborea*), el arándano (*Vaccinium myrtillus*), el falso plátano (*Acer pseudoplatanus*) y el sauce cabruno (*Salix caprea*) suelen ser acompañantes habituales de este tipo de formaciones (Blanco *et al*. 1998).

013ITXASO.indd 30 28/9/09 09:49:43

4. METODOLOGÍA

4.1. Historiografía de la antracología

El término *antracología* proviene etimológicamente del término griego *ánthrax akos*, que significa 'carbón ardiente'. Recibe este nombre la disciplina que realiza la identificación y estudio de los carbones de madera recuperados en contextos arqueológicos, así como en sedimentos naturales (Chabal *et al*. 1999).

El italiano Passerini y más tarde el suizo Heer son los primeros que se interesan por el estudio de carbones provenientes de hogares prehistóricos en el contexto de los Alpes entorno a 1860. Sin embargo, los primeros análisis antracológicos se comienzan a llevar a cabo entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Se trata de autores como Préjawa en Alemania; Dangeard, Fliche y Breuil en Francia, y Hollendonner en Hungría (citados en Fliche 1893 y 1899; Préjawa 1894). Estos pioneros estudian carbones procedentes de hogares domésticos. Los carbones se observan a través de un microscopio de luz transmitida, y para ello se realizan láminas delgadas y se impregna con resina cada fragmento de carbón, lo que lleva un tiempo muy largo de análisis (Chabal *et al*. 1999). A medida que la disciplina evoluciona, autores como Salisbury, Jane, Godwin y Tansley comienzan a cuestionar el valor estadístico tanto cualitativa como cuantitativamente de los conjuntos estudiados (Salisbury y Jane 1940; Godwin y Tansley 1941).

En la década de los sesenta, esta disciplina evoluciona considerablemente debido al interés que surge con el avance de las dataciones por radiocarbono. Los fragmentos se dejan de observar con láminas delgadas, y se comienzan a analizar a través de un microscopio de luz reflejada partiendo cada fragmento con la mano. Esto permite un análisis más rápido y además la observación sistemática de las tres secciones anatómicas de un mismo fragmento. La disciplina antracológica evoluciona sobre todo en la zona mediterránea noroccidental, pero también en otros lugares de Europa, África, Próximo y Medio Oriente, América del Sur, etc. (Stieber 1967; Santa y Vernet 1968; Western 1971; Vernet 1973; Schweingruber 1978, etc.). Se plantean dos líneas de investigación principales: por un lado, se utiliza el registro antracológico para reconstruir el paisaje, de forma paralela o similar a la palinología (Vernet 1973; Thiébault 1988; Chabal 1992, 1997; Badal *et al*. 1994). Estos autores interpretan sus registros subrayando su valor paleoecológico a través de estudios diacrónicos. Los cambios observados en las secuencias antracológicas informan sobre la evolución del paisaje, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo. La información paleoecológica, por lo tanto, es un reflejo de la vegetación del pasado y el factor humano no se tiene en cuenta en la interpretación. Por otro lado, se establece la línea seguida sobre todo por autores anglosajones que utilizan el registro antracológico para interpretar el uso y la explotación de los recursos vegetales (Western 1971; Smart y Hoffman 1988; Thompson 1994; Piqué 1999*a*; Figueiral y Mossbrugger 2000). Según estos autores, el aprovisionamiento del combustible varía según preferencias culturales con respecto a las especies y a sus determinadas cualidades (su peso, rapidez en arder, duración, producción de humos, olor, etc.). Por lo tanto, los cambios a lo largo del tiempo en las proporciones de los taxones estudiados no reflejarán su abundancia relativa en la vegetación local. Indicarán los cambios en el tiempo de las preferencias a la hora de seleccionar determinadas especies. Así pues, los carbones recuperados en un yacimiento aportan información sobre la forma de organización de las sociedades y su interrelación con el medio (Piqué 1995). Según estos autores, debido a que la leña es de origen antrópico, solo aporta una imagen aproximada del medio. Además, en periodos recientes, el comercio y el intercambio de materias primas dará lugar a la presencia de taxones exógenos en el registro antracológico (Poirier 2003).

La escuela de Montpellier, concretamente el laboratorio Paléoenvironnements, Anthracologie et Action de l'Homme, dirigido por Vernet, tendrá una gran importancia en la línea de investigación paleoecológica. Los estudios de este grupo de investigación se centran en zonas de la vertiente mediterránea (Vernet 1997). A partir de los ochenta, Vernet dirige varias tesis doctorales, y es cuando evoluciona la disciplina de manera significativa con antracólogas como Badal, Bazile-Robert, Chabal, Durand, Figueiral, Grau, Heinz, Krauss-Marguet, Machado, Rodríguez-Ariza, Ros i Mora, Thiébault y Uzquiano. La mayoría de estos trabajos se recogen en el coloquio de 1991 publicados en el volumen 139 del *Bulletin de la Société Botanique de France* y posteriormente en Vernet (1997). Estas autoras comienzan a plantearse problemáticas acerca de la metodología de muestreo, y esto significa una mayor implicación de los antracólogos sobre el terreno de excavación. El muestreo se considera algo esencial para que las proporciones taxonómicas en las identificaciones correspondan con las proporciones taxonómicas de las especies leñosas en el entorno biogeográfico del pasado. Se interesan cada vez de manera más rigurosa por la naturaleza de los depósitos, el número de fragmentos a analizar, la fragmentación y la conservación de los carbones, los factores antrópicos sobre el registro, etc.

013ITXASO.indd 31 28/9/09 09:49:43

En las décadas de los ochenta y noventa del siglo XX, los trabajos antracológicos comienzan a interesarse por los procesos de combustión para obtener información acerca de la economía del combustible (p. e. Bazile-Robert 1982; Théry 1993). Asimismo, se realizan estudios arqueométricos para comprender los sistemas de cultivo y la economía forestal de las sociedades del pasado (p. e. Terral 1997). Cada vez son más numerosos los trabajos estadísticos (p. e. Piqué y Barceló 2002) y se elaboran metodologías específicas dependiendo de los tipos de depósito, como por ejemplo las carboneras (p. e. Davasse 1992*b*; Fabre 1996).

En lo que se refiere al estudio antracológico sobre cronologías romanas y medievales en Catalunya y en el sur de Francia, podemos mencionar autores como Grau, Allué, Haro Pozo, Ros i Mora y Piqué en Catalunya y Durand y Fabre en Francia. Grau ha realizado varios estudios sobre periodos romano y medieval del levante peninsular (Grau 1990, 2002; Pérez Jordà *et al*. 2001). Otros trabajos en el levante peninsular son los de Haro sobre yacimientos medievales (Haro Pozo 2001). Allué (Allué 2003*a*, 2003*b*; Euba y Allué 2003), Ros i Mora (Castanyer y Tremoleda 1999) y Piqué (Buxó *et al*. 2004) han realizado varios trabajos puntuales, sobre todo procedentes de excavaciones de urgencia sobre cronologías romanas y medievales. Durand está especializada en época medieval y ha trabajado en yacimientos tanto franceses como catalanes (Durand 1998, 2003; Terral y Durand 2006). Los trabajos de Fabre sobre estructuras relacionadas con la actividad metalúrgica de periodo romano, así como el estudio antracológico de carboneras, son destacables (Fabre 1996; Maufras y Fabre 1998). Sin embargo, los estudios antracológicos en contextos pirenaicos y en alta montaña, así como estudios sobre carboneras, son muy escasos.

4.1.1. Estudios antracológicos de carboneras y en contextos de alta montaña

Hasta el momento existen muy pocos estudios antracológicos que estudien cronologías recientes, y el presente trabajo es prácticamente el único que trata cronologías que discurren desde el Neolítico hasta prácticamente la actualidad, aunque de momento se disponga de pocas estructuras para algunos periodos. Como ya hemos dicho, además, la arqueología del paisaje es una disciplina relativamente nueva, al igual que los estudios arqueológicos de alta montaña.

En este subapartado presentamos algunos de los trabajos antracológicos relacionados con los estudios de alta montaña. Por un lado, podemos distinguir los investigadores que están integrados en proyectos multidisciplinares y más amplios de arqueología del paisaje. Por otro lado, están aquellos que estudian determinados yacimientos situados en altitud. Asimismo tendremos en cuenta los estudios antracológicos sobre carboneras, ya que éste es uno de los temas principales de este trabajo.

Los estudios que podemos observar en la tabla 1 son análisis antracológicos que se encuentran integrados en proyectos multidisciplinares más amplios que efectúan estudios arqueológicos y medioambientales de alta montaña. Por un lado se encuentran los estudios antracológicos de varias zonas de los Pirineos del Este como el Alto Ariège o la montaña de Enveig. Bonhôte, Davasse, Dubois y Izard han llevado a cabo sobre todo estudios de carboneras, pero también de estructuras de pastoreo. En los Alpes del Norte, Heinz y Thiébault estudiaron varios yacimientos relacionados con actividad pastoril en el Holoceno y Dufraisse realizó el estudio antracológico de sedimentos lacustres de un yacimiento situado en el macizo de Jura. En los Alpes del Sur, Durand y Py han realizado varios análisis antracológicos de diversos yacimientos de alta montaña del Alto Champsaur.

Por otro lado, se encuentran aquellos estudios de yacimientos que se encuentran en altitud (tabla 2) pero que no están integrados en el tipo de proyectos que refleja la tabla 1. Todos estos yacimientos se localizan por encima de los 900 metros de altitud pero ninguno asciende más de 1.800 metros. Estos estudios se localizan en Andorra (Heinz 1996; Ros i Mora 1995; Llovera *et al.* 1997; Brochier *et al*. 1998; Heinz y Barbaza 1998; Yáñez *et al.* 2001-2002), en la sierra riojana (Zapata 2002) y en los Alpes del Norte (Thiébault 1988, 1994, 2005).

Por último, mencionamos también en este apartado los estudios antracológicos más desarrollados relacionados exclusivamente con carboneras, aunque no se encuentren necesariamente en alta montaña. Podemos mencionar a Davasse, Fabre y Pèlachs, que han trabajado en distintas regiones de los Pirineos. Los tres trabajos que tratan este tema y representados en la tabla 3 son tesis doctorales. Mientras que Davasse y Fabre, especialistas en antracología, trabajan desde una perspectiva botánica, Pèlachs utiliza la antracología (realizada por Piqué) junto a otras disciplinas paleoambientales desde una perspectiva geográfica. Davasse y Pèlachs intentan comprender el paisaje actual de alta montaña en su zona de estudio a partir de la comprensión de la evolución de la acción antrópica, concretamente a través del estudio de las carboneras, en el este de los Pirineos y la zona central de esta cadena montañosa (Davasse 2000; Pèlachs 2004). Fabre (1996) se interesa por la evolución de las formaciones vegetales de *Quercus ilex* en el Languedoc debido al impacto de la actividad carbonera. Además de un estudio ecológico, también realiza un estudio regional de esta actividad en época romana.

013ITXASO.indd 32 28/9/09 09:49:43

Tabla 1. Estudios antracológicos integrados en programas multidisciplinares de alta montaña.

Área de estudio		*Autor*	*Tema de estudio*	*Periodo*
Este de los Pirineos	Valle de Aston y Valle de Ascou en el Alto Ariège	Bonhote (Bonhôte y Vernet 1988; Bonhôte 1995)	Carboneras	Antigüedad Edad Media Edad Moderna
	Valle del Lentilla en Conflent	Izard (Izard, 1992*a*, 1992*b* y 1995)	Carboneras	
	Alto Ariège	Dubois (Dubois 1992; Dubois *et al.* 1997)	Carboneras Talleres y lugares de extracción de mineral	
	Valle de Argent Vallferrera Valle de Vicdessos Valle de Haut Garbet	Davasse	Carboneras (Davasse y Galop 1989 y 1990; Davasse 1991, 1992*a*, 1992*b* y 2000)	
	Montaña de Enveig		Estructuras pastoriles (Davasse *et al.* 1997)	
Alpes del Norte		Heinz Thiébault (Bintz *et al.* 1997; Thiébault y Bintz 1997)	Cuevas rediles Pastoralismo	Epipaleolítico Neolítico Edad del Bronce
	Macizo Jura	Dufraisse (Dufraisse 2002)	Yacimiento en contexto lacustre, Chalain 19*	Neolítico final
Alpes del Sur	Alto Champsaur Valle de Faravel	Durand Py (Durand 2003; Durand y Py 2004)	Cabañas pastoriles	Edad Media Edad Moderna

* Estudia las acumulaciones de restos orgánicos relacionados con los movimientos del agua del lago. Se trata de un depósito creado en un largo espacio de tiempo.

Tabla 2. Estudios antracológicos de yacimientos situados en altitud.

Área de estudio	*Periodo*	*Autor*	*Yacimientos*
Andorra (Pirineos centrales)	Bronce Medio	Beltrán (Llovera *et al.* 1997; Yáñez *et al.* 2001-2002)	La Fossa de Prats (1.600 m)
	Edad del Bronce-Edad Media		Roc d'Enclar (1.225 m)
Sur de Francia Andorra Alpes suroccidentales	Cambio de vegetación del Pleistoceno al Holoceno	Heinz* (Heinz 1996; Brochier e*t al.* 1998; Heinz y Barbaza 1998)	La Balma Margineda (970 m) Antonnaire (1.172 m)
Alpes suroccidentales Alpes del Norte		Thiébault* (Thiébault 1988, 1994 y 2005)	Aulp du Seuil (1.700 m) Le Pas de la Charmante (1.100 m)
Prepirineo oriental Pirineo andorrano	Neolítico	Ros i Mora (1995)	Feixa del Moro (1.335 m) Cova del Frare (960 m)
Sierra Riojana	Neolítico Calcolítico	Zapata (2002)	Dolmen del Collado del Mallo (1.146 m)

* También participan en el proyecto multidisciplinar de los Alpes del Norte de Bintz.

013ITXASO.indd 33 28/9/09 09:49:43

Tabla 3. Estudios antracológicos sobre carboneras.

Área de estudio	*Autor*	*Tema de estudio*
Pirineos Orientales (Languedoc)	Fabre (Fabre 1996)	Evolución de *Quercus ilex*
Pirineos centrales (Vallferrera y Coma del Buró)	Pèlachs (Pèlachs 2004)	Distribución geográfica y cronológica de las carboneras
Pirineos orientales (Valle de Arget Vallferrera Valle de Vicdessos Valle de Haut Garbet)	Davasse* (Davasse 2000)	Explotación forestal para actividades metalúrgicas Evolución de la vegetación desde el Neolítico a la actualidad

* Está integrado dentro del proyecto multidisciplinar de los Pirineos del Este. Es el trabajo de mayor envergadura, aunque también estudian este tipo de estructuras Bonhôte, Izard y Dubois.

4.2. Recuperación de los restos antracológicos

La recuperación de los restos antracológicos se puede dividir en varias fases: el muestreo, durante el cual se realiza la recogida de carbones y/o de sedimentos en las excavaciones, el procesamiento de las muestras y la separación de los materiales mediante el triado.

4.2.1. El muestreo

El muestreo es una de las partes más importantes de la antracología, puesto que de ello depende el registro que estudiaremos y, por lo tanto, los resultados. La metodología de recogida de muestras es esencial para que la información obtenida de estas sea completa. La recogida de material antracológico más adecuada será aquella que se realice de manera sistemática y sin seleccionar los fragmentos de mayor tamaño. El tipo de muestreo dependerá del tipo de depósito, de las condiciones de conservación del material, de la logística de la propia excavación, de la cronología y de los objetivos del estudio (Buxó y Piqué 2003; Allué 2006).

En nuestro caso, la metodología de muestreo ha variado según se tratara de prospecciones o sondeos y dependiendo de los tipos de estructuras. En la primera campaña de prospecciones del año 2004, las muestras de carbón se recogieron en aquellas estructuras donde se podía ver el perfil. En la mayoría de las ocasiones, la estructura estaba partida debido a la construcción de un camino o por un agujero hecho por algún animal y en la superficie se podían observar carbones. De este tipo de estructura, se extrajeron aquellas muestras que se encontraban en la base. La cantidad extraída fue de aproximadamente medio litro de sedimento. A partir de la campaña del 2005 se iniciaron los sondeos de diagnóstico en estructuras arqueológicas. Se propuso para estos casos otra estrategia de muestreo, con la que se pretendía recoger más sedimento de cada nivel y de una forma más sistemática. Se propusieron dos tipos de muestreo del registro antracológico: el muestreo de las carboneras y el del resto de las estructuras.

Carboneras

Existen varios métodos de sondeo y muestreo de carboneras. Fabre, por ejemplo, excavó las carboneras de los valles del Languedoc dividiéndolas en 6 cuadrículas de 1 metro cuadrado que formaban una L, y de este modo documentó tanto el centro como la periferia de cada carbonera (figura 5). Las muestras recogidas en el centro eran las correspondientes a la chimenea y las del exterior de la carbonera pertenecían a las ramas que se utilizaron para cubrirla. También se recomendaba la recuperación de muestras en cabañas de carboneras y el estudio de la vegetación del entorno. La recuperación de los carbones se basó en el tamizado del sedimento de cada unidad estratigráfica con una malla de 5 milímetros de luz (Fabre 1996).

Davasse, Izard, Métailié y Pèlachs (Dubois 1988-90; Davasse y Galop 1990; Davasse 1991; Izard 1992*b*; Dubois 1994; Pèlachs 2004) utilizaron un sistema parecido de recogida de muestras en las carboneras. Al retirar el nivel estéril superior, recogían un cuarto de metro cuadrado de sedimento cada 5 centímetros excavados hasta llegar a la base de la carbonera.

Los carbones eran recuperados por tamizado con agua con un tamiz de 5 milímetros de luz. Dubois, realizó dos sondeos en cruz. Consideró mejor, sin embargo, el muestreo de carboneras en sección. Esto permitía diferenciar bien las unidades estratigráficas, por lo que, una vez limpia la sección, llevaba a cabo sondeos de 3 por 1 metros. Sin embargo, más adelante optó por realizar catas de 50 por 50 centímetros en el punto más profundo (cerca de la chimenea) de las carboneras de la misma tipología.

El tipo de sondeo propuesto para las carboneras de este trabajo fue la realización de varios sondeos de 50 por 50 centímetros teniendo en cuenta una secto-

013ITXASO.indd 34 28/9/09 09:49:43

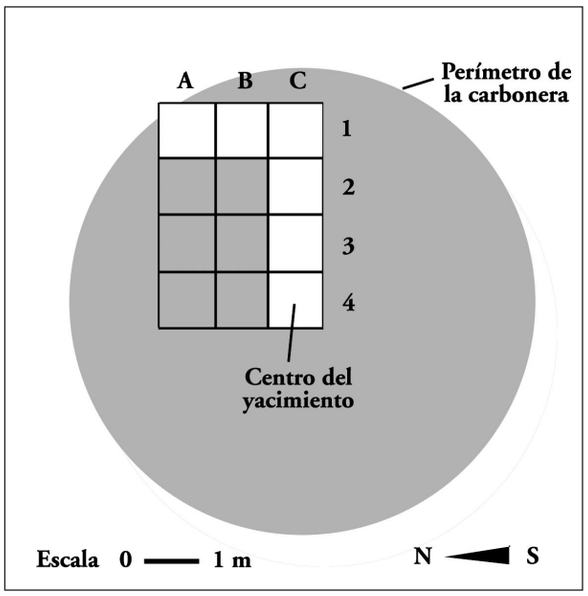


Figura 5. Metodología de excavación de una carbonera (modificada de Fabre 1996, 52).

rización en cruz de cada una para tener registrada la procedencia exacta de las muestras espacialmente (figura 6).

Estos sondeos se realizaron en varios lugares de la estructura, tanto en el centro como en el exterior. El objetivo era recoger en cada uno de ellos, como mínimo, 4 litros de sedimento cada 10 centímetros de sedimento excavado hasta llegar a la base, teniendo en cuenta, eso sí, si se distinguían diferentes niveles de usos de la plaza. También se recogieron a mano los fragmentos que se encontraban en contacto con el nivel que interesara datar o que mantuviesen alguna morfología de interés.

Normalmente, al acabar de trabajar en una plaza de carbonero y abandonarla, esta se cubría con tierra y puede que otros individuos volvieran a trabajar pasado un tiempo en la misma plaza (Dubois 2001). Es posible, por lo tanto, distinguir diversas fases de carboneo alejadas en el tiempo. Sin embargo, una misma plaza se pudo haber utilizado continuamente durante un periodo largo de tiempo sin abandonarla, por lo que, arqueológicamente, no podremos advertir cuántas veces se utilizó una misma plaza y si se utilizó durante un espacio largo o corto de tiempo. De todos modos, una utilización más intensa de la plaza carbonera se puede inferir a través de la potencia del nivel carbonoso. Por eso es interesante realizar un muestreo de toda la potencia sedimentaria de la estructura en varios lugares de la carbonera, que además nos aportará información sobre las diferentes fases de esta actividad.

En el área exterior de la carbonera se ubican los carbones retirados hacia el exterior al deshacer la pila una vez cocido el carbón. Entre estos restos se pueden encontrar fragmentos de pequeñas ramas que se utilizaron para cubrir la carbonera. En el centro de la carbonera encontramos la chimenea (figura 7). Esta es la zona por donde se prende la carbonera utilizando carbones rechazados en una pila anterior. Por lo tanto, con un muestreo de estas características, tendremos todos los elementos que contribuyen a la formación del registro antracológico en una carbonera. Asimismo, al realizar un muestreo vertical, si la actividad se llevó a cabo durante un largo periodo de tiempo, será posible observar en el registro cambios en la vegetación que se hayan podido producir, así como cambios que se originen en el sistema de explotación del bosque.

A la hora de seleccionar dónde se realizarán estos sondeos debemos tener en cuenta varios aspectos. Una pila carbonera pasa a tener de mayor a menor potencia sedimentaria a medida que nos alejamos del centro hacia la periferia. Esto es debido a la forma de la pila, que suele ser un montículo, habitualmente de morfología circular. Además, la parte que se encuentra más al exterior sufre más perturbaciones de erosión. Muchas carboneras se suelen encontrar en pendiente, debido a que es una actividad que normalmente se realiza en zonas boscosas de montaña, allí donde el ganado no pasta. Por ello, a la hora de sondear una carbonera es mejor realizar los sondeos en la parte que esté situada a favor de la pendiente, porque si sondeamos en un

Figura 6. Carbonera sondeada en el yacimiento de Cerneres. Foto: J. M. Palet.

Figura 7. Restos de la estructura de chimenea de una carbonera (yacimiento de Cerneres). Foto: J. M. Palet.

013ITXASO.indd 35 28/9/09 09:49:44

lugar que vaya en contra de esta, es posible que no encontremos carbones.

El método de sondeos de 50 por 50 centímetros propuesto para las carboneras en este estudio no se realizó en todas ellas. En Cerneres, concretamente, dos carboneras se encontraban cortadas por el camino actual. Se consideró adecuado limpiar el perfil de ambas, y de este modo nos fue posible observar las dimensiones enteras de la carbonera, así como sus niveles. Los carbones se recogieron en una columna que se encontraba entre la parte central y el extremo de las carboneras. Se recogió sedimento cada 10 centímetros aproximadamente desde el nivel superficial hasta llegar a la base (figura 8).

Figura 8. Sondeo de una carbonera (yacimiento de Cerneres). Foto: J. M. Palet.

Transecto altitudinal de carboneras del valle del Madriu

En el valle del Madriu, debido a que todas las carboneras estudiadas durante las excavaciones se encontraban a más de 2.100 metros de altitud, se decidió recoger muestras de otras situadas a menor altitud. Por esta razón, en la campaña de excavaciones del valle del Madriu del año 2006, se realizó un transecto altitudinal siguiendo el camino GR-11, comenzando por la menor altitud, donde se localizó la primera carbonera (figura 9). Se realizaron 9 muestreos desde los 1.800 metros de altitud hasta los 2.125, muestreando aquellas carboneras que se localizaran en los cortes del camino. Todas las carboneras se localizaban al sur del río Madriu. De cada una se recogió aproximadamente un cuarto de litro de sedimento procedente de la base del nivel carbonoso. El método de muestreo fue el mismo utilizado durante las prospecciones de la campaña del 2004.

Estructuras pastoriles y hornos

En lo referente a la recogida de muestras en yacimientos con estructuras de habitación, estabulación o cercado de animales, se propuso la recogida aleatoria de 4 litros como mínimo por cada nivel o unidad estratigráfica y la totalidad del sedimento, si se identificaban estructuras de combustión tales como hogares domésticos u otro tipo de acumulación. En los hornos, a pesar de tratarse de una acumulación de carbones, también se optó por recoger un mínimo de 4 litros por unidad estratigráfica. El resto del sedimento excavado fue tamizado en seco durante la propia campaña de excavación con tamices de 4 y 2 milímetros de luz. Además, se recogieron a mano los fragmentos que conservasen algún tipo de morfología, así como los carbones que se encontraran en contacto con el nivel para la obtención de dataciones radiométricas.

Figura 9. Muestreo de carboneras realizado en el camino GR-11.

El sedimento, siguiendo el método utilizado en todas las estructuras documentadas, se guardó en bolsas de plástico debidamente etiquetadas, y los fragmentos recogidos a mano y los recuperados por tamizado en seco se guardaron en sobres de papel de aluminio y a continuación en una bolsa etiquetada. Durante la excavación se evitó dejar los restos en contacto directo con el sol.

Fichas de estructuras

Para que la recuperación de los restos vegetales sea la adecuada es necesario que los excavadores y el antracólogo estén coordinados. En una excavación arqueológica, el especialista no puede estar en todos los lugares de excavación, y menos en el tipo de excavaciones que se realizan en este proyecto, en que los sondeos llevados a cabo simultáneamente se encuentran bastante alejados unos de otros. Para solucionar este problema, se diseñaron unas fichas para la recuperación de macrorrestos vegetales, que registran el muestreo llevado a cabo en cada unidad estratigráfica. Para que la recuperación de los restos sea sistemática, es necesaria una planificación previa sobre el muestreo. La utilización de fichas es habitual en este tipo de estudios interdisciplinares para recuperar la totalidad de las pruebas que se conserven (Iriarte 1997; Buxó y Piqué 2003) y existen algunas que se pueden utilizar en ex-

013ITXASO.indd 36 28/9/09 09:49:45

cavaciones como las de urgencia, donde no se hayan elaborado fichas propias adaptadas a la excavación (Chabal 1997, 149; Buxó y Piqué 2003, 38).

Con el objetivo de registrar las muestras de sedimento y carbones recogidos, se realizaron unas fichas adaptadas a nuestras excavaciones en alta montaña y al tipo de estructuras que encontramos. Cada ficha que utilizamos en nuestras excavaciones corresponde a una unidad estratigráfica excavada en cada una de las estructuras. En esta queda registrada toda la información acerca de la estructura muestreada y que nos será útil, una vez identificados taxonómicamente los carbones. De este modo, podemos situar la muestra en el espacio y en el tiempo (figuras 10 y 11).

Las interpretaciones realizadas en el propio yacimiento son imprescindibles. Es importante saber si los carbones provienen de una acumulación de carbones relacionada por ejemplo con un hogar, un horno, una carbonera, etc., o si se encuentran dispersos por toda la unidad estratigráfica. Aparte del nivel o unidad estratigráfica a la que pertenece la muestra, también se anota la topografía, la vegetación y la hidrología del entorno de la estructura muestreada. Además del entorno biogeográfico, también queda constancia de la presencia de otras estructuras antrópicas del entorno. En cuanto a las carboneras, apuntamos también algunas características de la estructura.

En lo referente al sedimento recogido, se anota el volumen recogido en cada unidad estratigráfica. También apuntamos si se ha realizado el tamizado en seco del sedimento durante la campaña de excavación, así como la luz de las mallas utilizadas. Asimismo, queda registrado si hemos recogido algún fragmento para datar y en las observaciones se anotan otros aspectos sobre los macrorrestos vegetales que nos interese registrar.

Una ficha debe ser, sin embargo, lo suficientemente flexible para que se vaya adaptando a medida que evolucionan las excavaciones, porque cada campaña tiene sus propias particularidades (Buxó y Piqué 2003).

4.2.2. Procesamiento de las muestras

Como ya hemos señalado, durante la excavación se estableció la recogida de un volumen determinado de sedimento. Excepto en el caso de las carboneras, en el resto de las estructuras el sedimento que no se recogió fue tamizado en seco con mallas de 4 y 2 milímetros de luz. En este proceso es preciso evitar la fragmentación de los macrorrestos vegetales al pasar la mano por la malla, pues, debido a la fricción con piedras y otros restos del tamiz, se produce una mayor fractura. Resultaba difícil ver los carbones de menor tamaño, debido a que el sedimento es bastante arcilloso y estos estaban envueltos en tierra. Este problema se mitigó mediante la combinación del tamizado en seco con la recogida de parte de sedimento para su procesamiento en el laboratorio.

A la hora del lavado del sedimento, también distinguimos las carboneras del resto de estructuras (figura 12). En el caso del sedimento que no pertenecía a carboneras se llevó a cabo la flotación manual. Este método consiste en mezclar agua con sedimento en un cubo, removerlo con la mano y recoger aquellos restos que floten con una malla de 0,5 milímetros de luz. Mediante este método no solo se recogen carbones, sino también raíces y semillas. Se trata de un método muy poco agresivo para las muestras y es recomendable, sobre todo en muestras con restos de tamaño muy pequeño, escasos y frágiles. Al tratarse de sedimentos muy arcillosos, los carbones de mayor tamaño, llenos de tierra, no flotaban, por lo que fueron recuperados en el tamizado con agua llevado a cabo a continuación. La flotación manual no se recomienda en sedimentos con gran volumen de carbones, como los de carboneras, porque el tamiz se satura.

El sedimento se tamizó con agua con una columna de mallas de 4 y 2 milímetros de luz. Como ya hemos dicho, con el sedimento de las carboneras sólo se realizó el tamizado con chorro de agua. Este proceso, a pesar de ser más violento que la flotación, no afecta a las muestras de carboneras, en las que los carbones son bastante más resistentes que en otro tipo de estructuras. Sin embargo, durante este proceso hay que evitar ejercer mucha presión con el agua para que los carbones no se fracturen. Por eso es recomendable dejar reposar el sedimento con agua un rato en un cubo, sobre todo si la tierra es arcillosa.

El proceso de flotación manual y tamizado también se anotó en una base de datos igual que la del muestreo. En esta tabla quedó registrada la procedencia exacta de las muestras, los litros procesados, si se realizó o no la flotación manual, las mallas utilizadas en el proceso y las observaciones que nos parecían pertinentes. Además, también se anotó qué tipo de materiales recuperamos durante el procesamiento de cada muestra.

Excepto en el caso de las muestras recogidas a mano, los carbones deben triarse con pinzas metálicas flexibles una vez hayan sido tamizados. Si se lleva a cabo el tamizado con agua, el triado se realiza una vez se hayan secado las muestras.

4.3. Identificación taxonómica

El objetivo de la identificación no es llevar a cabo una descripción anatómica completa de las especies, sino solo observar los caracteres que permitirán al antracólogo distinguir los taxones (Chabal 1997). Cada especie cuenta con unas características determinadas y únicas, al igual que cada persona cuenta con unos ca-

013ITXASO.indd 37 28/9/09 09:49:45

013ITXASO.indd 38

Número de inventario:

Fecha:

Excavadores:

Localización:

Altitud: Exposición Pendiente:

Yacimiento: ES: UE: Z:

Situación topográfica:
- ☐ Vertiente rocosa
- ☐ Fondo de valle
- ☐ Aluvial
- ☐ Vertiente no rocosa
- ☐ Plano

Medioambiente vegetal:
- ☐ Prado
- ☐ Monte bajo
- ☐ Plantación
- ☐ Vegetación espesa

Composición vegetal:

Hidrología:
- ☐ Seco
- ☐ Húmedo
- ☐ Turbera

Estructuras antrópicas del entorno:
- ☐ Estructura pastoril
- ☐ Camino
- ☐ Carbonera
- ☐ Mina o asentamiento metalúrgico
- ☐ Otros

Posible función de la estructura:

Observaciones:

Croquis (dibujar en el reverso):

Figura 10. Ficha de muestreo de los macrorrestos vegetales.

Carbonera

Forma: Circular ☐ Ovoide ☐ Semicircular ☐

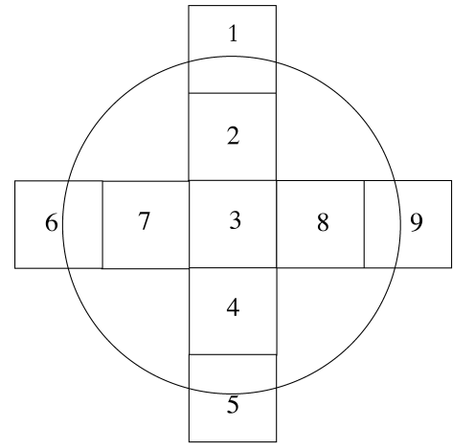
Dimensiones:

Distancia desde el río:

Muro: Sí ☐ No ☐ Incierto ☐

Potencia sedimentaria:

Nivel carbonoso: Homogéneo ☐ Heterogéneo ☐ Diseminado ☐



Recogida de muestras

Sedimento recogido: Sí ☐ No ☐

Volumen recogido:

Cribado en seco: Sí ☐ No ☐

Mallas utilizadas: 4 mm ☐ 2 mm ☐ 1 mm ☐ 0,5 mm ☐

Observaciones:

Figura 11. Ficha de muestreo de macrorrestos vegetales específica de carboneras.

28/9/09 09:49:48

Figura 12. Imagen del proceso de flotación (A) y el tamizado con chorro de agua (B).

racteres únicos en sus huellas dactilares. El tronco de un árbol está constituido básicamente por células rígidas impregnadas de lignina y celulosa y éstas se distribuyen de una manera diferente en cada especie. Esta característica nos ayudará a identificar cada taxón, así como las características anatómicas que presenten otros constituyentes de la madera tales como los vasos conductores, los radios, etc. (Fischesser 2000).

Para la identificación anatómica de las especies leñosas hay que diferenciar, en primer lugar, dos grandes grupos: las Gimnospermas y las Angiospermas. Cada uno de estos es diferente en lo que a su anatomía se refiere. Por lo que respecta a las Angiospermas, están compuestas por parénquimas (elementos que asimilan y acumulan los nutrientes), por tejidos de sostén o de protección y por vasos conductores de savia. Las Gimnospermas, por su parte, no tienen verdaderos vasos. Son árboles más primitivos que las Angiospermas y su anatomía es más simple. En este tipo de árboles se pueden observar elementos como las traqueidas (sistema de conducción de la savia y tejido de sostén) y los radios leñosos (comunican con las traqueidas situadas en perpendicular a través de las punteaduras). Algunas especies de Gimnospermas, además, suelen tener canales resiníferos (Catling *et al.* 1990).

Para poder realizar la identificación taxonómica, se observan las características de cada carbón en sus tres dimensiones geométricas mediante un microscopio metalográfico de luz incidente. En este caso se ha utilizado un Zeiss Axioskop 40, con 50, 100, 200 y 500 aumentos. La identificación se apoya en varios atlas de anatomía de la madera, como por ejemplo los de Greguss (1955), Schweigruber (1990*a*, 1990*b*) o García Esteban *et al.* (2002), y en una colección de referencia.

Las tres secciones anatómicas observadas son las siguientes (Fischesser 2000):

Sección transversal. Es perpendicular al eje del tronco, y en esta sección se pueden observar el crecimiento anual y las secciones longitudinales de los radios leñosos. La sección transversal es el corte que más información aporta para la identificación de una especie, porque es en este plano donde se ve la distribución de los vasos o poros a través de los anillos de crecimiento del leño (figura 13).

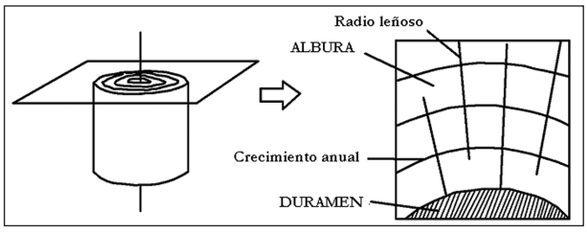


Figura 13. Corte transversal (Fischesser 2000, 85).

Sección radial. Es un plano longitudinal al eje del tronco, y en esta sección se ven las láminas que forman los radios leñosos (figura 14).

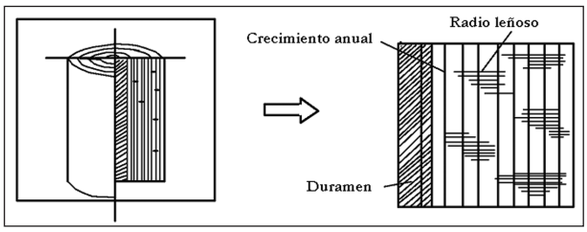


Figura 14. Corte radial (Fischesser 2000, 86).

Sección tangencial. Es el plano paralelo al eje del tronco, y en él se ven los crecimientos anuales que forman una especie de arcos hacia arriba y el corte de los radios leñosos vistos en el extremo (figura 15).

En la mayoría de los casos se llega a identificar el género o la familia de un fragmento y en menos ocasiones se llega a la identificación de una especie. Una identificación más o menos concreta depende, entre otros aspectos, de la variabilidad de las especies dentro de un mismo género o familia, del estado de alteración que presente el fragmento y de su tamaño. En nuestro caso, identificamos grupos como las Monocotiledó-

013ITXASO.indd 39 28/9/09 09:49:50

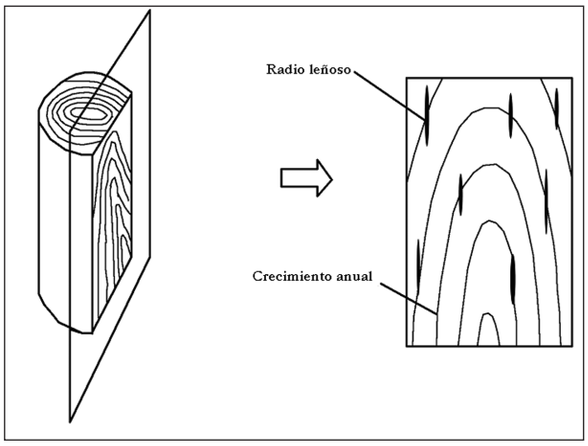


Figura 15. Corte tangencial (Fischesser 2000, 86).

neas, en las cuales no pudimos llegar a distinguir unas de otras, y subfamilias como las *Pomoideae*. También identificamos *Ericaceae* de montaña, en las que se podrían incluir las especies *Arctostaphylos uva-ursi*, *Rhododendron ferrugineum* y *Vaccinium myrtillus*, muy similares anatómicamente. El mayor número de taxones se ha identificado a nivel de género, como *Salix* sp., *Juniperus* sp. y *Betula* sp., por su poca variabilidad entre las especies dentro del mismo género. Asimismo, se han identificado dos especies en base a la zona geográfica que correspondía a este estudio y en el que no encontramos más que una especie del género identificado. Se trata de *Buxus sempervirens* y *Abies alba*. Por último, identificamos *Pinus* tipo *uncinata,* que podría tratarse de *Pinus sylvestris* o *P. uncinata*. *P. nigra* es similar anatómicamente a estas dos especies, pero la consideramos en la identificación porque no alcanza altitudes de más de 1.800 metros. Más adelante explicaremos la utilización del término *Pinus* tipo *uncinata* para la identificación de este taxón.

4.3.1. Descripción anatómica de los taxones identificados

Para llevar a cabo las observaciones de las características anatómicas de cada uno de los taxones identificados, utilizamos los atlas de anatomía de madera de Greguss (1955), Schweingruber (1990*a*), Hather (2000) y García Esteban *et al.* (2002), la guía de árboles y arbustos de López González (2004) y la guía de los Pirineos de Bardillo Salgado (2001).

4.4. Análisis dendrológico y observación de los procesos tafonómicos a través del estudio de las alteraciones

El análisis antracológico implica también un análisis dendrológico y de los procesos tafonómicos que presenten las muestras estudiadas. A través de estas características, podemos llegar a obtener otro tipo de información como el estado de salud de la madera (sana o degradada), las características fisiológicas (madera seca o húmeda), el diámetro y tamaño del árbol o arbusto que utilizaron las sociedades pasadas, etc. Esto nos permitirá obtener información acerca del uso antrópico de la madera (el tipo de leña utilizada para diversas actividades), aspectos climáticos y el impacto humano sobre el entorno (Schweingruber 1996; Terral 1997; Théry-Parisot 2001; Carrión 2006; Dufraisse 2006; Ludemann 2006; Thiébault 2006, etc.).

La observación de otro tipo de alteraciones como las compresiones, fisuras, vitrificación o microorganismos también nos puede aportar importante información sobre la materia prima vegetal que utilizaron las sociedades del pasado. Se trata de diferentes tipos de modificaciones que puede sufrir la madera desde su crecimiento hasta su recuperación en la excavación arqueológica (Allué 2002). Sin embargo, estas alteraciones, al afectar a la estructura anatómica de la madera o carbón, pueden dificultar y a veces hasta impedir la identificación taxonómica.

La dendrología se basa en la observación de los anillos de crecimiento. La base metodológica de esta disciplina es que el ritmo de crecimiento de las plantas puede verse afectado por agentes externos e internos como las condiciones climatológicas, la explotación humana, el ataque de los microorganismos, etc. (Carrión 2006).

Las aplicaciones clásicas de la dendrología, como la dendrocronología o la dendroclimatología, son muy difíciles de utilizar en los registros antracológicos, puesto que los carbones no suelen conservar el diámetro entero de la rama o tronco, tanto debido a procesos de combustión como a procesos postdeposicionales (Dufraisse 2006).

Asimismo, a través de la observación de la curvatura de los anillos de crecimiento con una lupa binocular, podemos llegar a saber la parte del árbol que se utilizó: tronco o rama (Marguerie y Hunot 2007). Para esto, se puede utilizar una plantilla de diámetros, pero el fragmento debe ser lo suficientemente grande para que nos sea posible observar la curvatura de los anillos con claridad (figura 16) (Ludemann 2006).

Con la observación de los anillos de crecimiento y su análisis ecoanatómico, se puede también obtener información muy diversa. El crecimiento de los anillos depende de factores genéticos que varían según la especie, factores fisiológicos como la edad, la ubicación del árbol, etc., factores ambientales como el suelo, el clima, la pendiente, etc., y factores humanos como el cultivo, la poda o la limpieza del bosque (Hass y Schweingruber 1994; Schweingruber 1996; Terral 1997; Bernard *et al.* 2006; Thiébault 2006). Además, si un fragmento conserva la corteza, podremos llegar a conocer en qué momento del año fue cortada la rama.

013ITXASO.indd 40 28/9/09 09:49:50

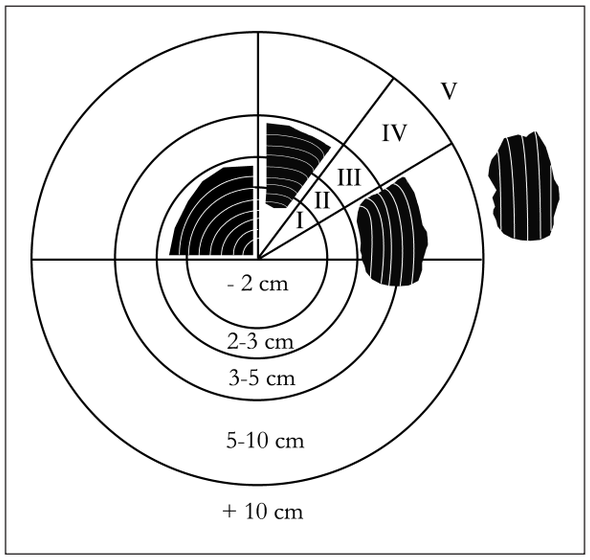


Figura 16. Plantilla de curvatura de anillos (modificada de Ludemann 2006, 65).

En este trabajo hemos estudiado las alteraciones que se producen desde el crecimiento de la planta hasta los procesos postdeposicionales que se producen durante el periodo que permanece enterrado ese material. Debido a la buena conservación de las muestras de carbón y a que algunos incluso conservaban su diámetro entero, en un futuro se pretende profundizar en el estudio dendrológico propiamente dicho.

4.5. Cuantificación

La cuantificación o las proporciones existentes entre taxones dentro de cada muestra de carbones de un nivel arqueológico son la base de las interpretaciones de un registro antracológico. En el método antracológico, el objeto de medida (el carbón) no es el objeto directo de estudio (la vegetación del pasado). Entre estas dos realidades se integran factores que no se pueden controlar tales como la combustión, los procesos de fragmentación, los factores físico-químicos, etc. (Chabal 1991). Por esta razón, algunos autores dudan de la fiabilidad paleoecológica de los datos antracológicos (Hastorf y Popper 1988; Piqué 1999*a*).

La reducción de masa sucede cuando la madera se quema y sufre una pérdida de agua, gas y cenizas. La fragmentación que se produce durante la combustión es producto del resquebrajamiento de los fragmentos debido a una salida violenta de estos elementos durante este mismo proceso. La fragmentación también puede suceder debido a procesos postsedimentarios, durante la recuperación de las muestras en la excavación o en el proceso de tamizado y flotación (Chabal *et al*. 1999). Ambas variables pueden ser mayores o menores según la temperatura y el tiempo de combustión, el calibre de la madera, la humedad, el tipo de suelo, la utilización de una o varias especies durante la combustión y la temperatura de cada fragmento al terminar la combustión (Loreau 1994). La fragmentación es diferente también según la estructura anatómica de la madera. Es mayor en aquellos taxones con zona porosa y radios anchos, debido a que son más débiles estructuralmente (Smart y Hoffman 1988; Loreau 1994). Igualmente son los taxones de este tipo los que mayor fragmentación sufrirán a causa de la introducción de raíces o el efecto de microorganismos durante su sedimentación (Théry-Parisot 2001).

Sin embargo, aunque la fragmentación y la reducción de masa sean elementos físicamente asociados y simultáneos en muchas ocasiones, no son correlativos (Chabal 1997). La importancia de los pequeños fragmentos puede aumentar su número, mientras que las maderas de mayor densidad y que mejor se conservan pueden aumentar la masa de ese taxón (Thompson 1994). Debido a esto, muchos autores se plantean si la cuantificación del número de fragmentos y la masa proporcionan valores diferentes. Varios autores han demostrado que los carbones pesados y contados dan lugar a resultados muy próximos debido a que ninguna de las dos unidades integra el factor de la fragmentación (Kraus-Marguet 1981; Chabal 1988, 1994; Ludemann 2006). Chabal (1988, 1992) demostró, a través de la «ley de fragmentación», que el estado de la fragmentación no depende del taxón y que, por lo tanto, los porcentajes pueden presentarse tanto en número de fragmentos como en masa. Este tipo de cuantificación no tiene en cuenta la preservación y la deposición diferencial taxonómica, pero, cuando se dispone de un número significativo de fragmentos de carbón y el muestreo se realiza de manera adecuada, la frecuencia relativa del número de fragmentos o masa representa el registro de manera fiable (Chabal *et al*. 1999).

Debido a estos elementos, muchos autores se plantearon el tamaño ideal de los fragmentos a analizar. Según Chabal (1997), el tamaño ideal de un carbón para identificarlo sería mayor de 4 milímetros, pero en muchos casos suelen ser los fragmentos menores de 4 milímetros los más numerosos. Además, según esta autora, los pequeños fragmentos no muestran ninguna originalidad cuantitativa si se comparan con los fragmentos mayores de 4 milímetros. Suelen corresponder a las mismas especies y los datos resultantes suelen ser estadísticamente coherentes al margen de la fragmentación. En nuestro registro han sido estudiados los fragmentos mayores de 4 milímetros. Aunque, si no disponemos de un mínimo establecido de fragmentos de este tamaño, hemos observado los carbones de entre 2 y 4 milímetros.

Otro método cuantitativo a parte del porcentaje o el número absoluto o masa de los taxones es la presen-

013ITXASO.indd 41 28/9/09 09:49:52

cia/ausencia o ubicuidad taxonómica. En nuestro caso, hemos utilizado este último método, puesto que la cuantificación absoluta o porcentual resultaría insuficiente para la interpretación de nuestros datos. Esto nos proporciona una información de carácter cualitativo y no cuantitativo (Hastorf y Popper 1988). Consideramos que es el método cuantitativo más adecuado debido a las características del muestreo y el tipo de depósito. La principal razón de ello es la sobrerrepresentación del pino en el registro. Mediante el número de fragmentos o la masa de cada taxón, los altos porcentajes del pino no nos mostrarían una imagen clara de los resultados. A través de la presencia/ausencia damos la misma importancia al pino y al resto de los taxones que hemos identificado.

Número mínimo de fragmentos

Antes de llevar a cabo la cuantificación de los resultados y con el objetivo de poder realizar una fiable interpretación de estos, es necesario establecer un número mínimo de carbones a estudiar por cada unidad estratigráfica. Este número mínimo depende del tipo de excavación (en nuestro caso se trata de sondeos), del tipo de depósito (carbones concentrados o dispersos), del tipo de estructura, de la variabilidad que presente el registro, del yacimiento, del marco cronológico, del tipo de vegetación del entorno, del tiempo de utilización de la estructura y de la velocidad de sedimentación (Badal 1992). La característica principal de nuestro registro es que se trata de ocupaciones de corta duración, aunque disponemos de una gran variabilidad de estructuras tanto tipológica como cronológicamente hablando. Además, en la mayoría de los casos se trata de concentraciones de carbones y el registro presenta una variabilidad muy pobre.

Para demostrar que este número mínimo de carbones establecido es el adecuado, se utilizan las curvas taxonómicas (Heinz 1990) o *effort rendement* (Chabal 1992). Estas curvas nos muestran ejemplos del número de taxones que aparece según el número de fragmentos analizados (de manera aleatoria y sin seleccionar), en el nivel representado. Asimismo, nos permiten comparar los resultados de varios niveles y estructuras de manera gráfica. Chabal (1992), por ejemplo, estableció un mínimo de 250 fragmentos mayores de 5 milímetros como una cantidad que muestra una imagen cualitativa y cuantitativamente estable de su registro de cronología protohistórica. Heinz (1990), por su parte, llegó a la conclusión de que este número asciende a 400 fragmentos en las muestras prehistóricas procedentes de formaciones caducifolias.

El número mínimo de fragmentos a observar ha sido igualmente discutido para el caso de las carboneras. Davasse estableció un mínimo de carbones a estudiar en cada unidad estratigráfica de cada carbonera. Según este autor, el estudio de 180 carbones en cada carbonera nos daría una distribución cualitativa y cuantitativa estable. Considera que 200 carbones es un número óptimo y que 20-40 son suficientes para conocer los taxones principales de una carbonera. En este caso, no se verían representadas, sin embargo, las especies marginales, que no tendrían valor estadístico (Dubois 1992). Según Davasse (1992*b*), es mejor estudiar menos carbones de cada unidad estratigráfica de las carboneras, pero estudiar a su vez un mayor número de carboneras. Davasse observó en sus carboneras que era suficiente observar en cada una entre 60 y 160 fragmentos (Davasse 2000). Debido a que los carboneros construían varias carboneras a la vez, es lógico que el sistema y especies utilizadas en estos conjuntos fueran los mismos.

En lo referente a las muestras de este trabajo, hemos analizado diferente número de fragmentos por nivel con intención de observar qué número mínimo de fragmentos nos permite obtener una adecuada visión cuantitativa y cualitativa del registro. El gráfico 1 nos muestra que, en general, con el análisis de una media de hasta 50 fragmentos por UE, aparecen representados hasta un número de 7 taxones, y con la observación de 40 fragmentos aparecen los principales elementos del registro.

Si tenemos en cuenta los tipos de estructuras, la relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones, obtenemos los datos siguientes:

En el caso de las estructuras pastoriles, obtenemos diversos tipos de resultados. Por ejemplo, en la estructura ES 27 UE 03 observamos hasta 275 fragmentos, y a partir del número 74 aparece una especie nueva. Sin embargo, en otra estructura localizada cerca de la anterior (ES 137 UE 02), la misma variabilidad ya se observa antes de los diez primeros fragmentos analizados (gráficos 2 y 3). Para establecer una comparación entre las diversas estructuras de este tipo y poder observar su variabilidad, se decidió observar hasta 40 fragmentos por UE, considerando que se trataba de una muestra suficientemente significativa.

En los hornos, aparecen representados los principales elementos del registro entre los 40 primeros fragmentos estudiados en todos los casos; los gráficos 4, 5 y 6 son un ejemplo de ello. En el gráfico 5 aparecen dos taxones más a partir del fragmento número 50, pero consideramos que para tener información sobre los principales taxones del registro antracológico de la estructura es suficiente estudiar 40 fragmentos por unidad estratigráfica.

En las carboneras se ha decidido observar hasta 20 fragmentos cada 10 centímetros y obtener así información de toda la potencia sedimentaria del nivel, que corresponde a cada fase de uso documentada, la cual podría ser de larga o corta duración en el tiempo. Hemos podido observar, a través del estudio de varias carboneras situadas a diferentes altitudes, que la tota-

013ITXASO.indd 42 28/9/09 09:49:52

lidad del registro ya aparece representada por la observación de un mínimo de 20 fragmentos por cada 10 centímetros muestreados (gráficos 7, 8 y 9). Si observamos un mayor número de fragmentos, la posibilidad de que aparezca un nuevo taxón será mayor. Es el caso del nivel de base de la ES 36, donde a partir de 60 fragmentos aparece el abeto (gráfico 8). Sin embargo, esta especie ya aparece a partir del primer fragmento observado en una cota superior del mismo nivel.

Por lo tanto, consideramos que la observación de hasta 20 fragmentos cada 10 centímetros excavados en cada sondeo de las carboneras y hasta 40 fragmentos por UE en el resto de las estructuras es un número mínimo de fragmentos adecuado para realizar este estudio.

4.6. Estudio etnográfico

Debido a la gran cantidad de este tipo de estructuras de que disponemos, se realizó la lectura de trabajos etnográficos relacionados con esta actividad, pero también se llevó a cabo la entrevista a tres carboneros actuales. Se recogieron además muestras de dos de ellas para su comparación con los resultados obtenidos en las carboneras arqueológicas (Euba 2008).

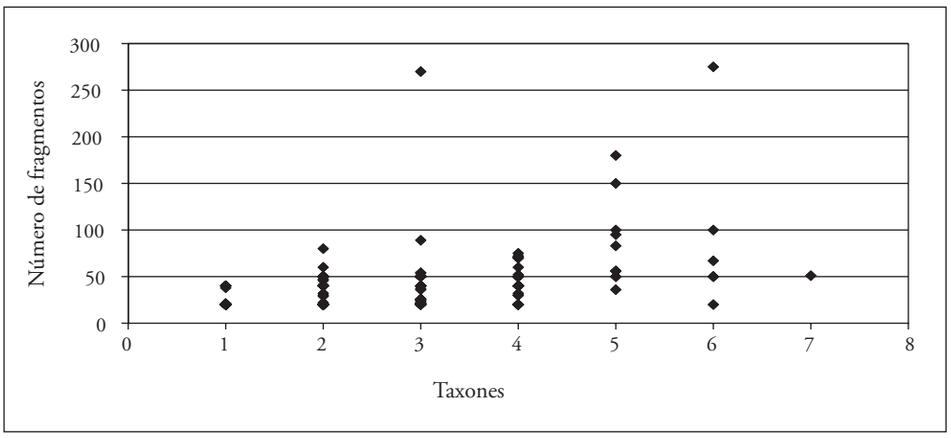


Gráfico 1. Relación entre número de taxones y número de fragmentos observados en todas las muestras estudiadas.

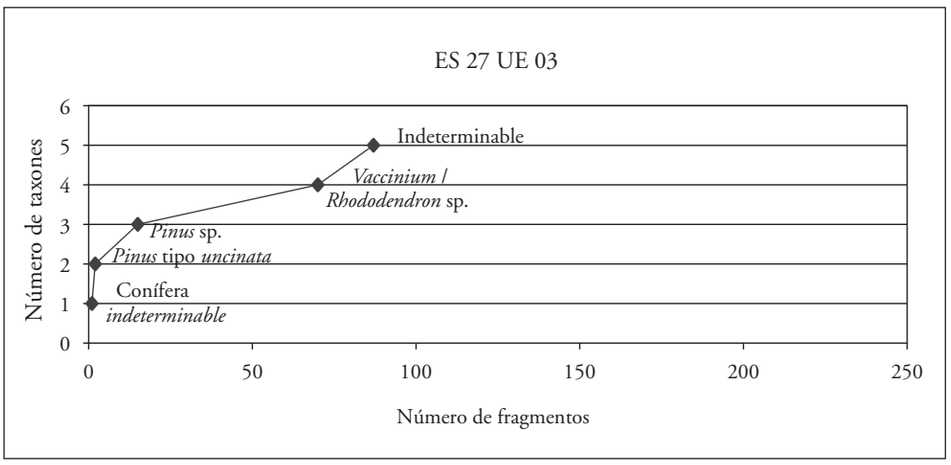


Gráfico 2. Curva taxonómica de la ES 27 UE 03.

013ITXASO.indd 43 28/9/09 09:55:37

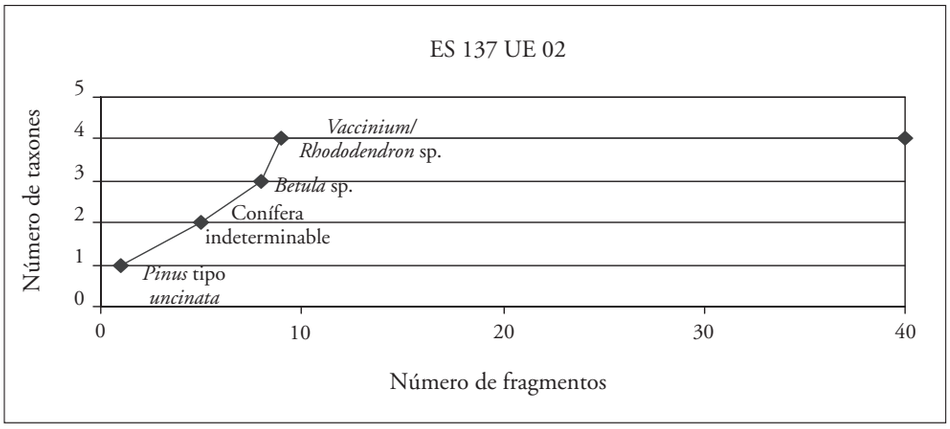


Gráfico 3. Curva taxonómica de la ES 137 UE 02.

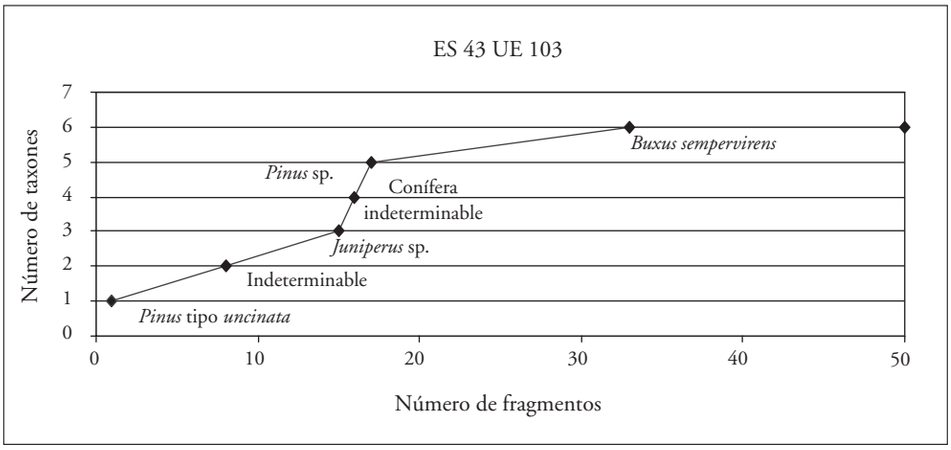


Gráfico 4. Curva taxonómica de la ES 43 UE 103.

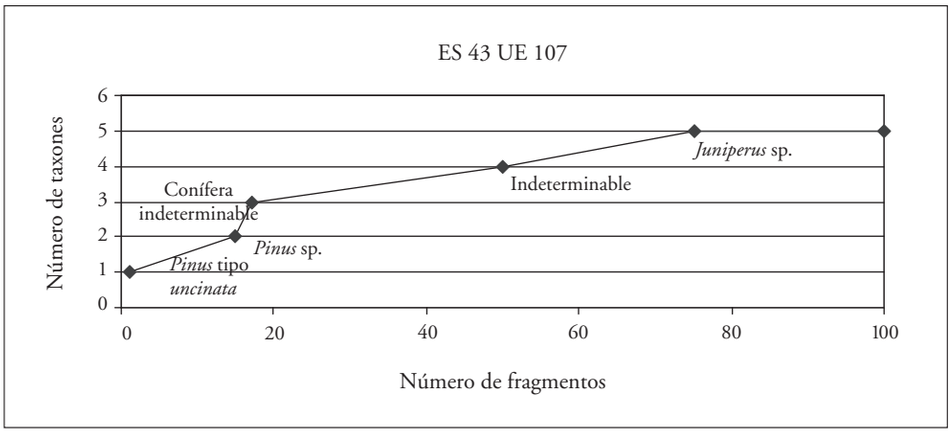


Gráfico 5. Curva taxonómica de la ES 43 UE 107.

013ITXASO.indd 44 28/9/09 09:49:53

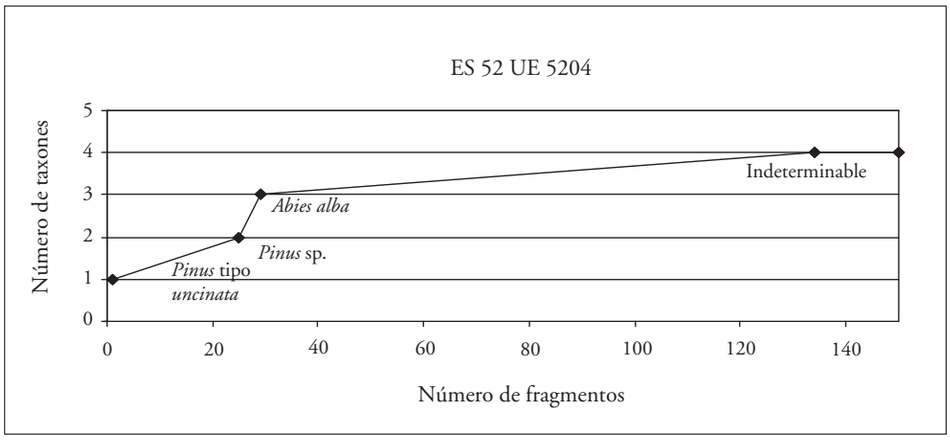


Gráfico 6. Curva taxonómica de la ES 52 UE 5204.

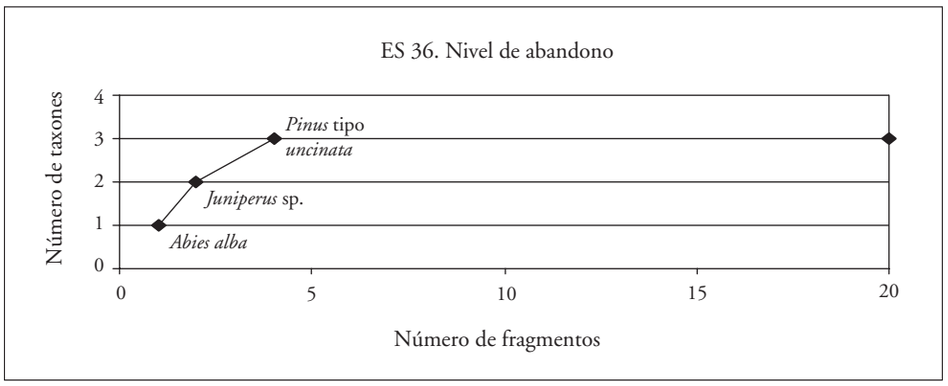


Gráfico 7. Curva taxonómica del nivel de abandono de la carbonera ES 36.

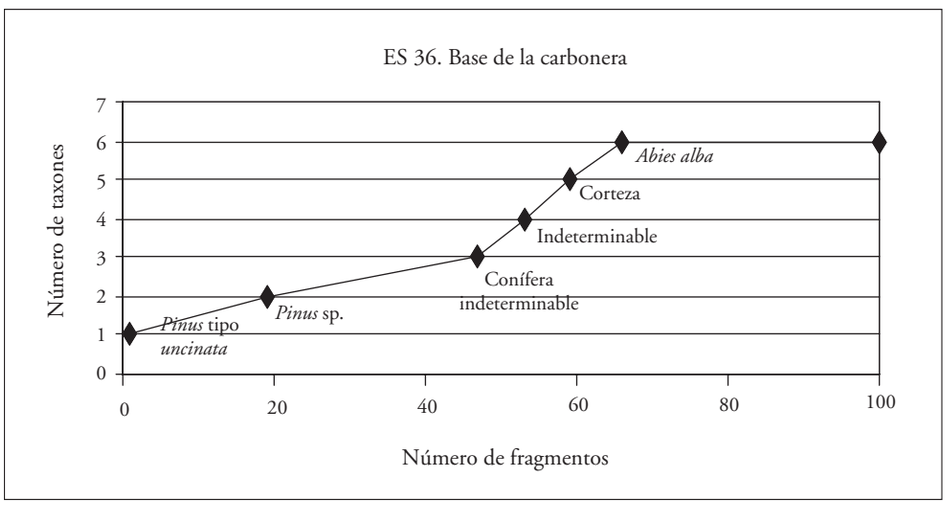


Gráfico 8. Curva taxonómica del nivel de la base de la carbonera ES 36.

013ITXASO.indd 45 28/9/09 09:49:54

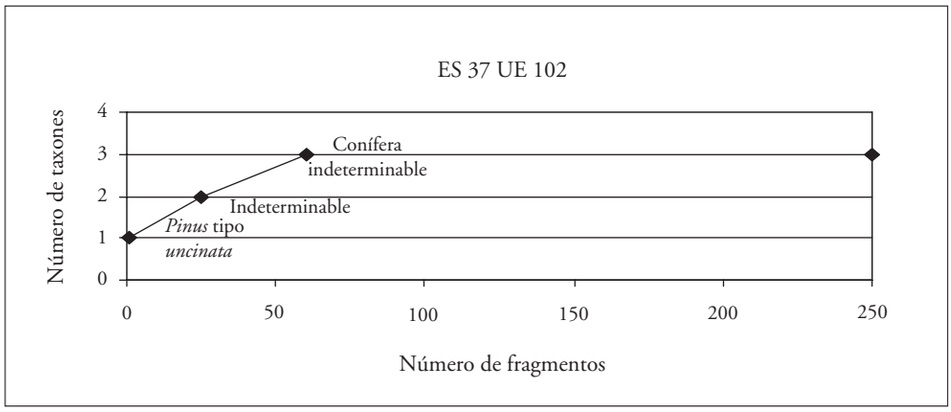


Gráfico 9. Curva taxonómica de la ES 37 UE 102.

013ITXASO.indd 46 28/9/09 09:49:54

5. PRESENTACIÓN DE DATOS

Las muestras estudiadas en este trabajo proceden de varias estructuras de 14 yacimientos del valle del Madriu y de 4 yacimientos de la sierra del Cadí (figura 17).

Dichas muestras fueron recogidas en las campañas de prospección y sondeos dirigidas por Palet que se realizaron en ambas zonas entre los años 2004 y 2006. Las estructuras de las que proceden dichas muestras son en la mayoría de los casos carboneras, pero también se han estudiado carbones procedentes de hornos y de estructuras de pastoreo como cabañas, *munyidores* y cercados (tabla 4).

La información de los yacimientos y estructuras se ha recogido en los informes y memorias de las intervenciones arqueológicas, desarrolladas desde el 2004 y durante los años 2005 y 2006, en el marco del proyecto de investigación en el que se integra este trabajo[4] (Palet 2005*a*, 2005*c*, 2005*d*, 2006*a*, 2006*b*, 2006*c*, 2006*d*, 2007*a*, 2007*b*, 2007*c*, 2008*a*).

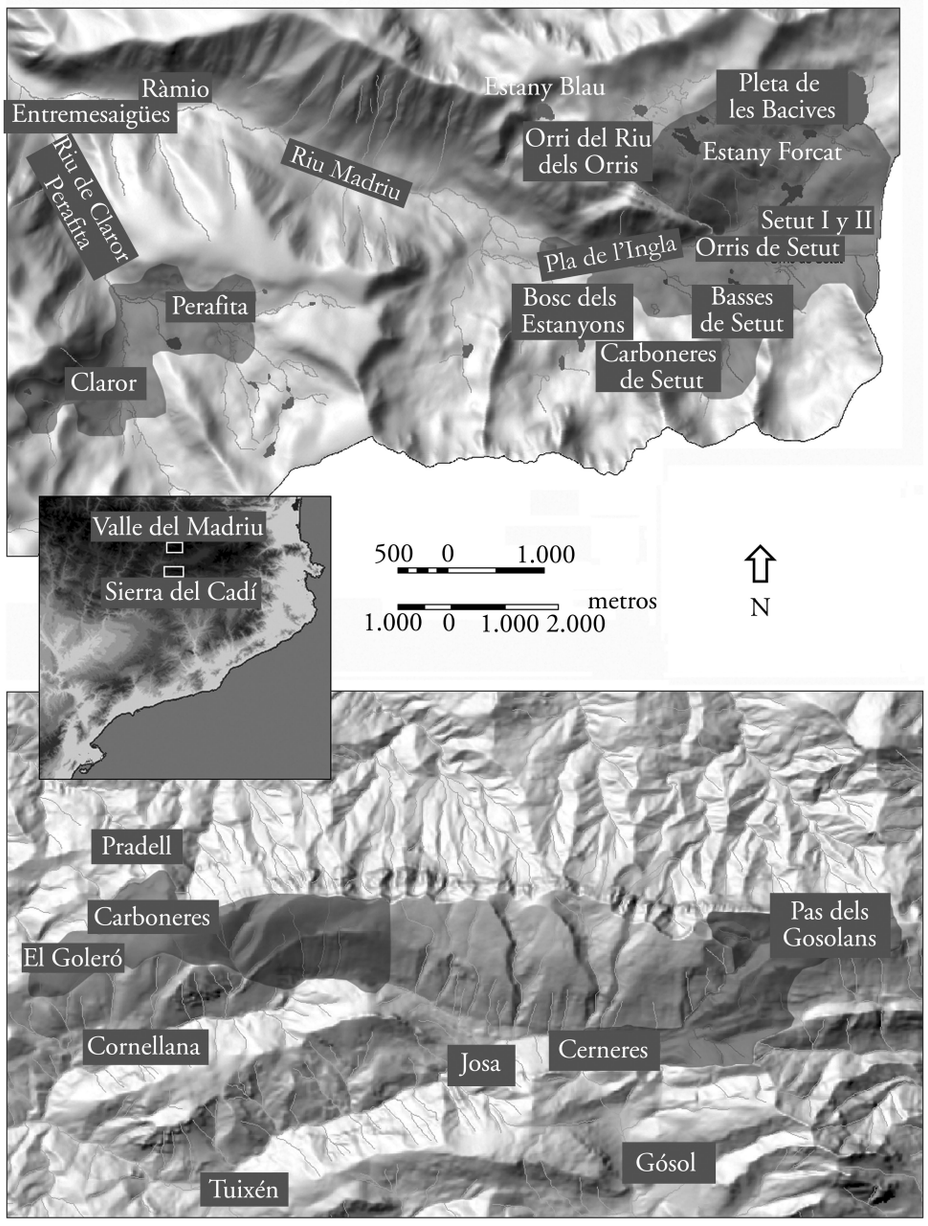


Figura 17. Localización de los yacimientos estudiados en el valle del Madriu y en la sierra del Cadí. Figura: J. M. Palet.

4. El desarrollo del proyecto marco ha entrado desde el 2007 en una segunda fase y continuará en el bienio 2008-2009. La base de datos sobre la que se sostiene nuestra tesis doctoral y la presente publicación se centran en la información obtenida en las intervenciones de la primera fase del proyecto (2004-2006).

013ITXASO.indd 47 28/9/09 09:49:55

Tabla 4. Estructuras de las que proceden las muestras de carbón estudiadas.

	Yacimiento	*ES*	*Tipo de estructura*
Valle del Madriu	Sobre els Orris de Setut I	10	Carbonera
	Sobre els Orris de Setut II	15	Carbonera
	Pla de l'Ingla I	53 58 59	Carbonera Carbonera Cercado
	Pla de l'Ingla II	60	Carbonera
	Pla de l'Ingla III	52 100 102 104	Horno Carbonera Carbonera Carbonera
	Bosc dels Estanyons	64 65 66 67 104 110	Carbonera Carbonera Carbonera Carbonera Carbonera Carbonera
	Setut I	1 2	Carbonera Carbonera
	Portella de Setut I	47	Carbonera
	Carboneres de Setut	48 50 129	Carbonera Carbonera Carbonera
	Orri del Riu dels Orris	82	Carbonera
	Orris de Setut III	27 35 29	Cabaña Cabaña Pleta
	Pleta de les Bacives	151 152 153	Cercado Cabaña Cabaña
	Basses de Setut II	121 133 135 137	Cercado Cercado Cercado Cabaña
	Perafita	13	Carbonera
Sierra del Cadí	Cerneres	35 36 37 39 51	Carbonera Carbonera Carbonera Carbonera Carbonera
	El Goleró	2 16 46 42 43 48 75 79 80 11 12 Sondeo 1	Cercado Cercado Cercado Horno Horno Cercado Relacionado con actividad metalúrgica Relacionado con actividad metalúrgica Relacionado con actividad metalúrgica Relacionado con actividad agropecuaria Relacionado con actividad agropecuaria
	Pradell	30 31 81	Cabaña Cercado Relacionado con actividad metalúrgica
	Carboneres	82 83 84	Carbonera Carbonera Carbonera

013ITXASO.indd 48 28/9/09 09:49:55

013ITXASO.indd 49

Tabla 5. Dataciones por ^{14}C calibradas (Stuiver *et al*. 2005) obtenidas en el laboratorio de radiocarbono de Późna (Polonia) por Tomasz Goslar.

	Año	*Referencia*	*Yacimiento*	*Tipo de estructura*	*ES*	*UE*	*Datac. no cal.*	*Datación cal. a 2 sigma*	*Fecha cal. media*	*Taxón*	*Altitud*
Valle del Madriu	2004	Poz-10721	Orri del Riu dels Orris	Carbonera	82	3B	325+ 30 BP	1480 AD / 1644 AD	1562 AD		2.400 m
	2004	Poz-10720	Sobre els Orris de Setut	Carbonera	10	02	330 + 30 BP	1477 AD / 1642 AD	1559 AD		2.350 m
	2005	Poz-13628	Pla de l'Ingla	Carbonera	102	104	345 + 25 BP	1467 AD / 1635 AD	1551 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.200 m
	2005	Poz-13629	Bosc dels Estanyons	Carbonera	110	203	215 + 30 BP	1644 AD / 1805 AD	1724 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.180 m
	2006	Poz-17881	Transecto Carboneras	Carbonera	C1	base	65 ± 30 BP	1693 AD / 1919 AD	1806 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	1.800 m
	2006	Poz-17882	Transecto Carboneras	Carbonera	C3	base	265 ± 30 BP	1517 AD /1669 AD	1593 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	1.900 m
	2006	Poz-18783	Transecto Carboneras	Carbonera	C6	base	365 ± 30 BP	1449 AD / 1634 AD	1541 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.020 m
	2006	Poz-18820	Perafita	Carbonera	13	base	175 ± 30 BP	1657 AD / 1952 AD	1804 AD	*Abies alba*	1.500 m
	2005	Poz-13618	Orris de Setut III	Cabaña	27	04	75 + 30 BP	1810 AD / 1923 AD	1866 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.290 m
	2005	Poz-13622	Orris de Setut III	Cabaña	35	02	640 + 30 BP	1283 AD / 1396 AD	1339 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.290 m
	2005	Poz-13619	Orris de Setut III	*Munyidora*	29	02	585 + 30 BP	1299 AD / 1415 AD	1357 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.290 m
	2005	Poz-13627	Pla de l'Ingla	Cercado	59	04	575 + 30 BP	1302 AD / 1420 AD	1361 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.180 m
	2006	Poz-18808	Basses de Setut	Cercado	121	03	320 ± 30 BP	1483 AD / 1645 AD	1564 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.302 m
	2006	Poz-19972	Pleta de les Bacives	Cabaña	152	02	1590 ± 30 BP	411 AD / 542 AD	476 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.520 m
	2006	Poz-18807	Pleta de les Bacives	Cabaña	152	04	5660 ± 40 BP	4593 BC / 4369 BC	4481 BC	*Pinus* tipo *uncinata*	2.520 m
	2006	Poz-18812	Pleta de les Bacives	Cercado	151	02	3755 ± 35 BP	2286 BC / 2039 BC	2162 BC	*Pinus* tipo *uncinata*	2.520 m
	2007	Poz-22562	Basses de Setut III	Cercado	135	02	1985 ± 30 BP	50 BC / 80 AD	65 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.320 m
	2005	Poz-13626	Pla de l'Ingla	Horno	52	07	1860 + 30 BP	80 AD / 231 AD	155 AD	*Juniperus* sp.	2.200 m
Sierra del Cadí	2005	Poz-13620	Cerneres	Carbonera	35	base	260 + 30 BP	1519 AD /1799 AD	1659 AD	*Abies alba*	1.650 m
	2004	Poz-10720	Cerneres	Carbonera	39	02	350 + 25 BP	1460 AD / 1634 AD	1547 AD		1.800 m
	2006	Poz-18802	Carboneres	Carbonera	84	base	360 ± 25 BP	1452 AD / 1633 AD	1542 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.055 m
	2006	Poz-18805	Carboneres	Carbonera	82	base	630 ± 30 BP	1287 AD / 1398 AD	1342 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.050 m
	2006	Poz-18806	Carboneres	Carbonera	83	base	225 ± 30 BP	1641 AD / 1805 AD	1723 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.055 m
	2006	Poz-18785	Pradell	Cabaña	30	103	30 ± 30 BP	1876 AD / 1955 AD	1915 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.025 m
	2006	Poz-18801	Pradell	Cercado	31	105	1740 ± 30 BP	235 AD / 388 AD	311 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.025 m
	2005	Poz-13615	El Goleró	Cercado	02	107	1695 + 30 BP	256AD / 416AD	366 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m
	2005	Poz-13616	El Goleró	Cercado	16	103	2095 + 30 BP	195BC / 45BC	120 BC	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m

28/9/09 09:49:55

013ITXASO.indd 50

	Año	*Referencia*	*Yacimiento*	*Tipo de estructura*	*ES*	*UE*	*Datac. no cal.*	*Datación cal. a 2 sigma*	*Fecha cal. media*	*Taxón*	*Altitud*
Sierra del Cadí	2005	Poz-13625	El Goleró	Cercado	46	103	2555 + 30 BP	802 BC / 551 BC	676 BC	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m
	2006	Poz-18803	El Goleró	Cercado	48	103	165 ± 30 BP	1720 AD / 1819 AD	1769 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m
	2006	Poz-18788	El Goleró	Cercado	48	104	160 ± 30 BP	1664 AD / 1953 AD	1808 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m
	2006	Poz-18784	El Goleró	Terraza	12	103	4460 ± 35 BP	3340 BC / 3017 BC	3178 BC	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m
	2005	Poz-13623	El Goleró	Horno	42	106	3870 + 30 BP	2465 BC / 2280 BC	2372 BC	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m
	2005	Poz-13624	El Goleró	Horno	43	106	2115 + 30 BP	204 BC / 49 BC	126 BC	*Pinus* sp.	2.030 m
	2006	Poz-18786	El Goleró	Horno	43	203	2125 ± 30 BP	210 BC / 51 BC	130 BC	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m
	2006	Poz-18787	El Goleró	Horno	43	208	2120 ± 35 BP	208 BC / 45 BC	126 BC	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m
	2006	Poz-18804	El Goleró	Betas de mineral de hierro	75	103	4680 ± 40 BP	3628 BC / 3366 BC	3497 BC	*Pinus* tipo *uncinata*	2.030 m
	2006	Poz-18779	Pradell	Vertedero	81	102	1330 ± 30 BP	648 AD / 770 AD	709 AD	*Pinus* tipo *uncinata*	2.025 m

28/9/09 09:49:55

5.1. Marco cronológico

El marco cronológico en el que se enmarca este trabajo es muy amplio. Las estructuras tienen cronologías que discurren desde el Neolítico (la ES 152 de Pleta de les Bacives ha dado una fecha de 4481 cal. a. C.) hasta época contemporánea (la ES 27 de Orris de Setut tiene una cronología de 1866 cal. d. C.). La tabla 5 nos muestra las dataciones por ^{14}C realizadas en las estructuras excavadas. Algunas de estas fechas ya han sido publicadas (Palet *et al.* 2006) y aparecen recogidas en las distintas memorias relativas a las intervenciones arqueológicas.

Antes de enviar a datar los carbones es importante la identificación taxonómica porque nos aporta una información adicional sobre el registro. Además, esta identificación taxonómica no contamina la muestra (Vernet 1973). En este tipo de estructuras de alta montaña, donde muchas veces únicamente aparece el carbón como material arqueológico, es muy importante la datación por ^{14}C, porque a menudo es el único dato que nos indica la cronología de las estructuras excavadas. En ocasiones, la estructura se puede datar gracias a los fragmentos cerámicos extraídos, pero la datación absoluta es necesaria para corroborar la cronología.[5]

Carboneras

En el valle del Madriu se dataron carboneras en los yacimientos de Orri del Riu dels Orris, Orris de Setut, Pla de l'Ingla y Bosc dels Estanyons. Excepto la carbonera de Bosc dels Estanyons, que nos dio una cronología del siglo XVIII, el resto corresponden a mediados del siglo XVI. Se encuentran entre 2.200 y 2.400 metros de altitud. En este mismo valle, se dataron tres carboneras situadas a 1.800, 1.900 y 2.020 metros de altitud y las dataciones dieron como resultado inicios del siglo XIX, finales del siglo XVI y siglo XVI, respectivamente. Por último, en Perafita se excavó una carbonera situada a unos 1.500 metros de altitud que corresponde a inicios del siglo XIX.

En la sierra del Cadí, se dataron dos carboneras en el yacimiento de Cerneres. Estas se localizaban a 1.650 y 1.800 metros de altitud, en el piso montano, y dieron como resultado los siglos XVII y XVI, respectivamente. En el yacimiento de Carboneres, a 2.050 metros de altitud, se dataron tres carboneras y las fechas resultantes fueron siglo XIV, siglo XVI y siglo XVIII. La más antigua se encontraba en el interior de un bosque, mientras que las otras dos se localizaban en un llano, muy cerca del yacimiento de El Goleró.

Estructuras de pastoreo

En lo referente a las estructuras de pastoreo, en el valle del Madriu se dataron todas las estructuras excavadas en el yacimiento de Orris de Setut III, es decir, dos cabañas y un *orri.* Una de las cabañas (ES 27) dio como resultado el siglo XIX. Esta muestra se consideró contaminada, pero la otra cabaña (ES 35) y el *orri* (ES 29) dieron fecha del siglo XIV. El cercado de Pla de l'Ingla (ES 59) dio una datación del siglo XIV. En Basses de Setut se dataron dos cercados: la ES 121 dio resultado del siglo XVI y la ES 135 del siglo I d. C. El yacimiento de Pleta de les Bacives dio dataciones bastante más antiguas: tercer milenio a. C. para el nivel de ocupación (ES 151). En lo referente a la ES 152 de este yacimiento, se dataron las UE 02 y 04, que dieron resultados del siglo V d. C. y quinto milenio a. C., respectivamente. La UE 02 mostraba la datación del nivel de destrucción de la estructura correspondiente a la Antigüedad, mientras que los carbones de la UE 04 podrían corresponder al posible nivel de ocupación.

En las estructuras de pastoreo de la sierra del Cadí, la cabaña ES 30 del yacimiento de Pradell fue datada en el siglo XX, pero esta datación es posiblemente errónea, puesto que, debido a la similitud del material arqueológico de las ES 30 y 31, parece que ambas estructuras estuvieron relacionadas. En la ES 31 de Pradell, que es un cercado, se recuperó material arqueológico correspondiente a época moderna. El nivel datado se encontraba debajo del nivel de ocupación de la estructura de cercado y fue fechado en el siglo IV d. C. En el yacimiento de El Goleró, las estructuras de morfología circular situadas en el promontorio de este yacimiento (ES 16, 46 y 48) dieron dataciones muy diversas unas de otras: siglo II a. C. para la ES 16, siglo VII a. C. para la ES 46 y siglo XVIII para la ES 48. En la cubeta situada en el norte del yacimiento, se dató el nivel que se encontraba inmediatamente debajo del nivel de ocupación del cercado ES 02. Al igual que en la ES 31 de Pradell, en esta estructura se recuperó material de época moderna. La datación dio como resultado el siglo IV d. C. En una terraza (ES 12) localizada cerca de la ES 02 se realizó un sondeo y el nivel de base, anterior a la terraza, dio una datación del tercer milenio a. C.

Hornos y estructuras relacionadas con la actividad metalúrgica

En lo que se refiere a los hornos y sondeos relacionados con actividades metalúrgicas, en el valle del Madriu se dató un horno, la ES 52, que dio como resul-

5. Para que la datación sea más fiable, es mejor realizar la identificación taxonómica sobre pequeñas ramas y en la parte cercana a la corteza, puesto que estamos datando el momento de la muerte de la planta. Si disponemos de semillas o frutos, es un material todavía mejor para la datación. Si datamos una viga o una estructura de construcción, sin embargo, estamos determinando el momento de uso de esa estructura, que es un buen elemento para datar. Durante su recogida, hay que evitar que la muestra se mezcle con materia orgánica actual o que le dé el sol de manera directa (Mico y Castro 1995).

013ITXASO.indd 51 28/9/09 09:49:56

tado mediados del siglo II d. C. En la sierra del Cadí, los hornos ES 42 y 43 fueron fechados en torno a la segunda mitad del siglo I d. C. y el siglo II d. C. por material cerámico. Las dataciones por ^{14}C, sin embargo, fueron segundo milenio a. C. y siglos II-I a. C., respectivamente. La datación de la ES 42 podría corresponder a un nivel anterior a la estructura, pues se dató la unidad estratigráfica que se encontraba debajo del pavimento refractario.[6] La datación por ^{14}C en la ES 43 –más antigua que la que muestra la cerámica– se podría explicar por el efecto de la madera vieja, aunque no se descarta la existencia de una fase de explotación más antigua (siglos II-I a. C.). En El Goleró se realizó un sondeo en el que en la base aparecieron vetas de mineral de hierro (ES 75), y la datación fue tercer milenio a. C., debido a que corresponde a un nivel de circulación prerromano. En el yacimiento de Pradell, se dató la base de la ES 81. Se trataba del nivel de base, en el que se recuperaron abundantes restos de actividad metalúrgica (solera y abundantes carbones), interpretados como niveles correspondientes a vertederos relacionados con la actividad metalúrgica, y que dio una datación del siglo VIII d. C.

5.2. Resultados antracológicos de la sierra del Cadí

Los municipios que estudiamos son La Vansa i Fórnols y Josa i Tuixén, situados en el Alt Urgell. Las estructuras estudiadas proceden de altitudes que se encuentran entre 1.700 y 2.020 metros de altitud.

5.2.1. Resultados antracológicos de Cerneres

La coma de Cerneres corresponde al extremo oriental del valle de La Vansa, que divide las cuencas del Segre y el Llobregat. El yacimiento de Cerneres se encuentra en el municipio de Josa i Tuixén entre 1.600 y 1.775 metros de altitud. Todas las muestras de este yacimiento provienen de carboneras y todas ellas se sitúan en una vertiente que se encuentra en umbría y expuesta al norte (figura 18). En la base de la pendiente, podemos encontrar la vía de comunicación GR-11, que comunica en sentido este-oeste el Berguedà (Alto Llobregat) con el Alt Urgell y conduce hacia la Cerdanya. El camino actual construido sobre esta vía ha cortado algunas carboneras que se han estudiado, concretamente las ES 35 y 36. Al norte de esta carbonera pasa el río de Cerneres a 1.520 metros de altitud y en el entorno podemos observar restos de más carboneras.

En este yacimiento, además de las estructuras de carboneo, se identificó una cabaña (ES 40). En su entorno se conoce la existencia de una fragua y un poblado abandonado en época contemporánea. La fragua se documenta entre los siglos XV y XVI y seguramente estuvo relacionada con las carboneras que estudiamos (Gascón 2007). Los restos del poblado, que fue abandonado a inicios del siglo XX, se sitúan en la solana del valle. El conjunto de restos localizados como almacenes y terrazas de cultivo muestra la especialización de las actividades relacionadas con este lugar.

Figura 18. Área donde se localizan las carboneras en la vertiente de umbría de Cerneres. Foto: J. M. Palet.

La vegetación está compuesta básicamente por prados supraforestales y manchas de bosques en la sombra. En la actualidad podemos observar *Juniperus* sp. *communis* subsp. *communis* y subsp. *nana*, *J. sabina, Rhododendron ferrugineum*, *Abies alba*, *Pinus sylvestris* y *Pinus uncinata*. El suelo está compuesto de calizas y pizarras.

La ES 35 es una carbonera sin muro de contención que se encuentra a 1.605 metros de altitud en el municipio de Josa i Tuixén. Sus dimensiones son de 3 metros de ancho y 10 de largo y la potencia sedimentaria tiene 0,90 metros. Se sitúa en un plano, en la parte más baja de la pendiente, en una margen del GR-11. Las dataciones por ^{14}C realizadas en la base de carbonera han dado como resultado la fecha de 260 ± 30 BP (1659 cal. d. C.).

La carbonera ES 36, sin muro de contención, que se encuentra a 1.605 metros, tiene 2,7 metros de ancho por 10,5 de largo y la potencia sedimentaria es de 1 metro. Al igual que la ES 35, se encuentra en la margen del camino GR-11.

La ES 37 es una carbonera que, al igual que las demás, se sitúa a 1.762 metros de altitud. Tiene 8,40 metros de largo y 5,40 de ancho. Se encuentra en un plano en vertiente y no se ha localizado ningún muro de contención. En esta carbonera se recuperó mineral de hierro.

6. En la campaña de excavación del año 2007 se ha corroborado que la ES 42 es un horno romano muy similar a la ES 43 y que se encuentra en un estado de conservación excepcional (Palet 2008*a*).

013ITXASO.indd 52 28/9/09 09:49:56

La carbonera ES 39 se encuentra a 1.720 metros de altitud. Tiene 5 metros de ancho y 15 de largo. Se encuentra en un llano en pendiente y no se ha localizado ningún muro de contención. En esta carbonera se identificaron dos fases de uso. La fase más antigua fue datada por ^{14}C, y mostró una fecha de 350 ± 25 BP (1547 cal. d. C.).

Finalmente, la carbonera ES 51 se sitúa a 1.775 metros de altitud en un plano en esta misma pendiente de umbría expuesta hacia el norte. No tiene muro de contención.

En las carboneras ES 35 y 36, se extrajeron muestras una vez limpiado el perfil que había creado el GR-11 (figura 19). Estas provenían de la zona que se situaba entre el centro de la carbonera y su extremo exterior. En la ES 35, la UE 1 corresponde a la base del nivel de abandono de la carbonera, mientras que la UE 2 corresponde a la parte superior del suelo utilizado como plaza. En el caso de la ES 36, se distinguieron tres niveles. La UE 1 corresponde al nivel superficial, la UE 2 corresponde al nivel de abandono y la UE 3 corresponde a la parte superior del suelo de la carbonera.

En las estructuras ES 37, 39 y 51 se realizaron sondeos de 50 por 50 centímetros. En la ES 37 la UE 200 corresponde a la zona intermedia entre la chimenea o centro de la carbonera y su extremo exterior. La UE 300 corresponde a la zona exterior de la carbonera. En la ES 39, los sondeos 1 y 3 corresponden a la periferia de la carbonera, mientras que el sondeo 2 es la zona central de esta, donde además se localizó la estructura de la chimenea. En la ES 51, los carbones provenían de un único sondeo de 50 por 50 centímetros realizado en la zona intermedia entre la chimenea y la zona exterior de la carbonera.

Las dos estructuras, ES 35 y 36, muestran la misma variabilidad taxonómica (tabla 6): *Pinus* tipo *uncinata,*

Figura 19. Corte en perfil de la ES 36 (yacimiento de Cerneres). Fotos: J. M. Palet.

Juniperus sp. y *Abies alba*. De un total de 274 fragmentos analizados 174 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata* y 65 a *Abies alba.* De estos, 11 fragmentos han sido considerados coníferas indeterminables y 8 fragmentos han sido identificados como *Pinus* sp. Asimismo, se han determinado algunas cortezas entre los fragmentos analizados, 6 fragmentos en total. Finalmente, 5 han resultado indeterminables. En dos ocasiones no hemos podido distinguir si se trataba de *Juniperus* sp. o *Abies alba*, debido a que la anatomía de estos dos géneros es similar. En el caso de *Abies alba*, los radios suelen tener más de 20 células de alto normalmente, y en el caso de *Juniperus* sp., este número suele ser menor. El problema de la distinción de estos dos fragmentos ha sido la imposibilidad de observar esta característica.

Procedentes de la ES 37 se han analizado 359 fragmentos, de los cuales 295 han sido identificados como *Pinus* tipo *uncinata.* El resto corresponden a fragmentos indeterminables (un total de 12) o coníferas indeterminables (7 fragmentos) (tabla 7).

Tabla 6. Resultados del análisis antracológico de las ES 35 y 36.

Taxón	*ES 35*				*ES 36*					*Total*	
	UE 1	*UE 2*	*Total*		*UE 1*	*UE 2*	*UE 3*	*Total*		*nº frag.*	*%*
			nº frag.	*%*				*nº frag.*	*%*		
Abies alba	23	6	29	26,85	7	4	25	36	21,68	65	23,72
Juniperus sp.	1	-	1	0,92	-	2	-	2	1,2	3	1,09
Abies alba/Juniperus sp.	1	-	1	0,92	1	-	-	1	0,6	2	0,72
Pinus tipo *uncinata*	15	50	65	60,18	11	14	84	107	64,45	174	62,49
Pinus sp.	1	-	1	0,92	-	-	7	7	4,21	8	2,91
Conífera indeterminable	7	1	8	7,4	1	-	2	3	1,8	11	4,01
Corteza	2	-	2	1,85	-	-	4	4	2,4	6	2,18
Indeterminable	1	-	1	0,92	-	-	4	4	2,4	5	1,82
Total	51	57	108	100	20	20	126	166	100	274	100

013ITXASO.indd 53 28/9/09 09:49:56

Tabla 7. Resultados del análisis antracológico de la ES 37.

ES 37					
Taxón	*UE 102*	*UE 202*	*UE 302*	*Total*	
				nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	267	17	19	295	82,16
Conífera indeterminable	6	-	1	7	1,94
Indeterminable	9	3	-	12	3,34
Total	319	20	20	359	100

Tabla 8. Resultados del análisis antracológico de la ES 39.

ES 39																
Taxón	*UE 101*	*UE 102*	*UE 103*	*UE 104*	*UE 105*	*UE 201*	*UE 202*	*UE 203*	*UE 301*	*UE 302*	*UE 303*	*UE 304*	*UE 305*	*UE 306*	*Total*	
															nº frag.	*%*
Abies alba	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,19
Buxus sempervirens	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,39
Juniperus sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,19
Pinus tipo *uncinata*	63	43	20	20	20	20	30	71	47	20	20	33	43	24	472	93,26
Pinus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	0,39
Conífera indeterminable	5	3	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	-	14	2,76
Corteza	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	0,59
Indeterminable	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	4	1	9	1,77
Total	70	50	20	20	20	20	30	71	50	20	20	37	52	26	506	100

Tabla 9. Resultados del análisis antracológico de la ES 51.

ES 51				
Taxón	*UE 102*	*UE 103*	*Total*	
			nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	13	16	29	72,5
Conífera indeterminable	1	1	2	5
Corteza	3	2	5	12,5
Indeterminable	2	1	3	7,5
Fragmento de estróbilo de *Pinus*	1	-	1	2,5
Total	20	20	40	100

De la ES 39 se han analizado 506 fragmentos y 472 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata*. En esta carbonera se han identificado 2 fragmentos de *Buxus sempervirens* y 1 fragmento de *Abies alba* y de *Juniperus* sp. Asimismo, se han identificado 2 fragmentos de *Pinus* sp. Finalmente, encontramos 14 fragmentos de conífera indeterminable, 3 fragmentos de corteza y 9 indeterminables (tabla 8).

De la ES 51 se han analizado 40 fragmentos en total. Los resultados muestran 29 fragmentos de *Pinus* tipo *uncinata* (tabla 9), 5 que corresponden a fragmentos de corteza, 3 indeterminables y 2 coníferas indeterminables. Además, se ha identificado un fragmento de estróbilo de *Pinus*.

013ITXASO.indd 54 28/9/09 09:49:56

5.2.2. Resultados antracológicos de El Goleró

El yacimiento de El Goleró está situado en una colina que se ubica en el extremo occidental de la línea de carena principal de la sierra del Cadí, a unos 2.020 metros de altitud. Se encuentra entre dos elevaciones y es una zona rica de pastos. La vegetación está compuesta básicamente por prado subalpino, algunos pinos negros de pequeño tamaño y enebro común. Cerca del yacimiento pasa el camino *caderner*, una vía documentada en los siglos XI-XII que comunica esta zona con la Catalunya central. Cerca podemos encontrar una fuente de agua denominada la Gallorsa.

En las prospecciones del año 2004 se distinguieron 3 sectores (Palet 2006*b*, 2008*a*):

a) Un primer sector se encuentra en la parte sur del yacimiento y está en vertiente (figura 20). Es un área compuesta por pequeños taludes que dibujan formas circulares y ovoides que seguramente se deben a espacios cerrados de hábitat o de cercados. En este sector se documentaron las ES 16, 45, 46, 47 y 48. Se trata de estructuras de entre 10 y 30 metros de diámetro construidas sobre un nivel de ocupación de piedras calizas del lugar.

También corresponden a este sector las ES 42 y 43, que en los sondeos de la campaña del año 2005 se documentaron como hornos. Durante las prospecciones de la campaña del año anterior se había recuperado en superficie un conjunto cerámico formado por cerámica de cocina africana, *terra sigillata* africana clara, *terra sigillata* hispánica, cerámica de cocina a torno, cerámica común oxidada y cerámica que fue interpretada como correspondiente a la Edad del Bronce, como por ejemplo un fragmento de un vaso con apéndice de botón.

b) En la vertiente situada al norte del yacimiento, en una cubeta, se distinguió otro sector. Se documentaron 3 conjuntos de 8 estructuras ganaderas: las ES 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 y 09. Se trata de estructuras construidas con bloques de piedra irregulares y de grandes dimensiones dispuestas en piedra seca directamente sobre el terreno y aprovechando los afloramientos de la roca. En las ES 02 y 04 se distinguieron perfectamente dos fases de construcción, una de ellas de época moderna. Durante las prospecciones se recuperó un hacha pulida en superficie.

Un poco más al sur de esta zona ganadera, se documentó una zona agraria compuesta por 5 terrazas con márgenes de piedra seca dispuestas en perpendicular a la orientación de la pendiente. Se documentaron las ES 11, 12, 13 y 14. Seguramente estas terrazas se dedicaron al cultivo del cereal para el forraje. Cerca de estas terrazas también se documentó la ES 10, un camino antiguo con muro de contención lateral de piedra seca que enlaza El Goleró con el puerto de la Bacanella.

c) Este sector corresponde al llamado *estany,* una cubeta donde se localizó una estructura tumular de planta circular mal conservada (ES 01).

Figura 20. Estructuras circulares de la vertiente sur de El Goleró. Foto: J. M. Palet.

La ES 02 es un cercado o *pleta* para el ganado construido en piedra seca. Se asocia a las cabañas y cercados que se encuentran en el entorno. El muro fue construido con piedras irregulares, de grandes dimensiones, directamente dispuestas sobre el terreno y aprovechando las afloraciones de la roca. El sondeo se ubica en contacto con el muro y tiene una potencia sedimentaria de unos 80 centímetros. Durante la excavación se recuperó cerámica vidriada de época moderna, de entre los siglos XVII y XIX. Pero debajo del muro se documentó un nivel de ocupación más antiguo con vidrio, clavos y restos de fauna de época romana y prerromana (UE 106, 107 y 108). La UE 107, datada por ^{14}C, dio como resultado 1695 ± 30 BP (siglo IV cal. d. C.). Los carbones recogidos en cada uno de los niveles se encontraban dispersos por toda la cata.

La ES 16 corresponde a un cercado de uso seguramente ganadero, de forma circular, con un diámetro de 30 metros delimitado por un pequeño talud de tierra. En el interior aflora el substrato de piedra caliza de la zona. El sondeo se realizó en el talud perimetral para detectar restos de estructura de cierre y elementos de datación absoluta.

Este sondeo de 1 por 2 metros se ubicó en el margen del talud, en la zona norte del círculo, y ha proporcionado una potencia estratigráfica de 30 centímetros formada por 3 niveles: un primer nivel bastante potente, que corresponde al nivel de humus (UE 101); un nivel de preparación de tierra para la ocupación del cercado (UE 102), y un tercer nivel de perfil del talud que delimita al segundo (UE 103), de tierra compacta con carbones y piedras intercaladas. Este último nivel corresponde a la estructura del cercado propiamente dicha, muy erosionada y dispuesta directamente sobre

013ITXASO.indd 55 28/9/09 09:49:57

una base de piedras y bloques muy redondeados y dispuestos en plano que podrían conformar la base de la estructura (UE 104). La UE 103 fue datada por ^{14}C y dio como resultado 2095 ± 30 BP (120 cal. a. C.). En esta estructura los carbones eran muy escasos en general y no se recuperó ningún otro tipo de material arqueológico. La mayor concentración se encontró en la UE 103, concretamente debajo de las piedras.

La ES 46 es también un cercado de uso posiblemente ganadero, de forma circular y un diámetro de 30 metros, muy parecido a la ES 16. Está delimitado por un pequeño talud de tierra y está construido sobre el substrato de piedras calizas de la zona. También en esta ocasión, el sondeo se ubicaba sobre el margen del talud y proporcionó una potencia estratigráfica de 40 centímetros. Se documentó un primer nivel superficial arcilloso (UE 101). La UE 102 corresponde a un nivel plástico y de grano muy fino, seguramente de formación natural eólica tras haber sido abandonada la estructura. En este nivel se encontraron pequeños fragmentos de mineral de hierro cuyas vetas se han localizado en el substrato de este yacimiento. Por último, se distinguió la UE 103, con perfil de talud arcilloso, muy compacto y rico en carbones y fragmentos de madera, que podría corresponder a la estructura del cercado propiamente dicha. La base de gravas sobre la que se situaba el talud y que conforma la base de la estructura se llamó UE 104. La UE 103 fue datada por ^{14}C en 2555 ± 30 BP (siglo VII cal. a. C.).

Los carbones en general estaban acumulados cerca del talud, que podría haber actuado como freno durante los procesos erosivos. Los carbones de la UE 103 formaban acumulaciones y manchas redondas que posiblemente eran agujeros de poste de la estructura del cercado. El sedimento interior de estas manchas estaba suelto y los carbones eran de gran tamaño.

La ES 48 es un cercado de forma circular y tiene un diámetro de 30 metros, parecido al de las ES 16 y 46. Un pequeño talud de tierra delimita esta estructura. Esta construido sobre piedras calizas de la zona. Al igual que los dos otros cercados, se encuentra en una vertiente en solana orientada hacia el noreste en un promontorio.

La prospección con gradiómetro realizada en esta zona mostró una anomalía lineal con un fuerte contraste magnético que coincidía con la delimitación topográfica del talud del círculo. El sondeo de 2 por 1 metros se situó en el margen del talud, en la zona noreste del círculo. La estratigrafía, de 40 centímetros de potencia, presentó tres niveles: un nivel de humus superficial bastante grueso (UE 100-101); un nivel plástico y de grano fino, posiblemente de formación natural eólica, que se formó tras el abandono de la estructura, y un tercer nivel correspondiente al perfil del talud, muy compacto y con abundantes carbones y piedras intercaladas, que se relaciona con la estructura de cercado, que además se encuentra muy erosionada (UE 104). El talud se situaba sobre una base de gravas que conforma la base de la estructura (UE 106). En el interior del círculo se encontró un nivel de ocupación (UE 103) y un nivel de relleno del momento de la construcción del círculo.

La UE 103 y la UE 104 fueron datadas por ^{14}C y los resultados fueron 165 ± 30 BP (1769 cal. d. C.) y 160 ± 30 BP (1808 cal. d. C.), respectivamente. Estos carbones posiblemente corresponden a un uso moderno de la estructura o al menos de la zona, aunque se sabe que este espacio ha sido reutilizado desde época prehistórica (Palet *et al*. 2006, 2007).

Los resultados obtenidos a partir del análisis antracológico de 531 fragmentos de los cercados de El Goleró (ES 02, 16, 46 y 48) muestran un total de 4 taxones: *Abies alba*, *Buxus sempervirens*, *Juniperus* sp. y *Pinus* tipo *uncinata*. El *Pinus* tipo *uncinata* aparece en todas las unidades y estructuras y es el taxón mayoritario, con 468 fragmentos en total (88 %). *Juniperus* sp. aparece en todas las estructuras, excepto en la ES 16, pero con un número de fragmentos reducido. En la ES 02 se han identificado 3 fragmentos, 2 en la ES 46 y 1 en la ES 48. Finalmente encontramos un fragmento de *Buxus sempervirens* y uno de *Abies alba* en las ES 02 y 46, respectivamente. El porcentaje de indeterminables y otras categorías (corteza) es muy reducido y no sobrepasa en ninguna UE el 2 % (tabla 10).

La ES 42 es un túmulo de 3 por 3 metros formado por bloques de piedra caliza, en algún caso termoalterada, situado en el sector donde se documentaron las estructuras circulares. De hecho, se encuentra dentro de uno de los círculos (ES 47) y al lado de otro túmulo (ES 49). El sondeo de 2 por 1 metros se realizó en sentido norte-sur y ofreció 40 centímetros de potencia sedimentaria.

La forma tumular se debe al nivel de derrumbe y arrasamiento de la estructura (UE 102). Su morfología es circular, de entre 2 y 3 metros de diámetro, y está formado por un muro circular en piedra seca que constituye la base de la estructura (UE 110). El sondeo permitió documentar un horno en el extremo sur. En el interior de la misma se documentaron dos fases sucesivas formadas por la preparación de piedra dispuesta en plano y recubierta de arcilla cocida (la solera), documentada *in situ* de manera parcial. En los niveles de arrasamiento y derrumbe se documentaron restos de solera y fragmentos de *terra sigillata* hispánica muy fragmentada, que seguramente formaron parte del suelo. La cerámica situó al horno entorno a los siglos I y II d. C. No se encontraron restos de escoria, por lo que seguramente este horno se utilizó para el primer tratamiento del mineral de hierro. La base (UE 106) fue datada por ^{14}C y dio como resultado 3870 ± 30 BP (2372 cal. a. C.). Seguramente, el nivel que es-

013ITXASO.indd 56 28/9/09 09:49:57

013ITXASO.indd 57

Tabla 10. Resultados del análisis antracológico de las ES 02, 16, 46 y 48.

Taxón	*ES 02*				*ES 16*					*ES 46*					*ES 48*							*Total*	
	UE 107	*UE 108*	*Total*		*UE 101*	*UE 102*	*UE 103*	*Total*		*UE 101*	*UE 102*	*UE 103*	*Total*		*UE 101*	*UE 102*	*UE 103*	*UE 104*	*UE 107*	*Total*			
			nº frag.	*%*				*nº frag.*	*%*				*nº frag.*	*%*						*nº frag.*	*%*	*nº frag.*	*%*
Abies alba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,87	-	-	-	-	-	-		1	0,18
Buxus sempervirens	-	1	1	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1	0,18
Juniperus sp.	-	3	3	2,56	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1,75	-	-	-	-	1	1	0,41	6	1,12
Pinus tipo *uncinata*	48	45	93	79,48	45	8	1	54	90	48	3	47	98	85,96	37	78	40	39	29	223	92,91	468	88,12
Pinus sp.	1	12	13	11,11	3	-	-	3	5	-	4	5	9	7,89	-	-	-	-	-	-		25	4,7
Corteza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	1,25	3	0,56
Conífera indeterminable	-	1	1	0,85	2	1	-	3	5	2	1	1	4	3,5	-	2	-	1	9	12	5	20	3,76
Indeterminable	1	5	6	5,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,41	7	1,31
Total	50	67	117	100	50	9	1	60	100	50	8	56	114	100	40	80	40	40	40	240	100	531	100

Tabla 11. Resultados del análisis antracológico de la ES 42.

ES 42									
Taxón	*UE 101*	*UE 102*	*UE 103*	*UE 104*	*UE 105*	*UE 106*	*UE 108*	*Total*	
								nº frag.	*%*
Juniperus sp.	-	-	-	-	2	-	-	2	1,11
Pinus tipo *uncinata*	3	34	6	-	40	8	6	97	54,18
Pinus sp.	-	10	-	-	4	2	1	17	9,49
Sorbus/Crataegus sp.	-	-	-	-	1	-	-	1	0,55
Conífera indeterminable	-	2	-	-	1	-	-	3	1,67
Corteza	-	-	-	-	-	-	1	1	0,55
Indeterminable	29	2	-	10	2	12	3	58	32,4
Total	32	50	6	10	50	22	11	179	100

28/9/09 09:49:58

taba bajo el suelo del horno corresponde al cercado prehistórico, cuyo emplazamiento fue reutilizado por el horno[7] (Palet *et al*. 2006).

En cuanto al muestreo antracológico de esta ES 42, durante la excavación del sondeo se diferenciaron la zona exterior y la zona interior de la estructura. En las UE correspondientes a la zona exterior (UE 101, 102 y 105), los carbones eran escasos y de pequeño tamaño. En el interior de la estructura (UE 103 y 106) se observaron manchas de carbones.

El horno ES 43 forma un túmulo de unos 3 por 3 metros de diámetro formado por bloques de piedra caliza, en algún caso termoalterada. La estructura fue sondeada en la campaña de excavación del año 2005. Se realizó una cata de 2 por 1 metros y se excavó una potencia de 60 centímetros. En la campaña de excavación del año 2006, la estructura fue excavada en su totalidad. La estructura tumular correspondía al desprendimiento y arrasamiento de la estructura del horno (UE 130). Dicha estructura es de forma circular, de unos 2 metros de diámetro, y su base es de arcilla quemada con piedra sobre la que se sitúa la solera de arcilla cocida (UE 131). En los niveles de arrasamiento aparecieron restos de fragmentos de la solera. Durante el sondeo se documentaron fases sucesivas de niveles de tierra quemada, restos de la limpieza del horno (UE 105, 106 y 107). Se trataba de niveles con muchos carbones. En estos niveles aparecieron fragmentos de *terra sigillata* hispánica, por lo que la datación relativa de la estructura podría corresponder a un periodo entre la segunda mitad del siglo I y el siglo II d. C. La datación por ^{14}C realizada a la UE 106, sin embargo, dio como resultado 2115 ± 30 BP (126 cal. a. C.) (Palet 2008*a*; Palet *et al*. 2007).

En 2006, la estructura fue excavada en su totalidad. La excavación documentó una primera estructura de horno (ES 231) de planta circular y un diámetro de 1,5 metros, fabricada con arcilla y bloques calizos. Sobre esta, debió de situarse la solera de arcilla cocida. No se documentó ningún conducto de evacuación ni ventilación. Tampoco se documentaron restos de fosa ni escorias. En el nivel de derrumbe se recuperaron muchos fragmentos de solera y gran cantidad de bloques, lo que sugería el levantamiento de un cubo en piedra. Podría tratarse de un horno metalúrgico en el que no se separaba escoria, sino que probablemente se tostaba el producto obtenido para enriquecer el mineral y extraer impurezas. La reducción del metal no se debió de realizar en este lugar. El nivel de uso de este primer horno proporcionó abundante material cerámico datable en los siglos I y II d. C.

Encima de los niveles de arrasamiento de la primera estructura, se documentó una segunda estructura, también de horno (ES 204), de forma ovalada, de 1 por 0,8 metros y construida a través de la preparación de bloques planos de piedra refractaria y una preparación de arcilla quemada y piedrilla. El nivel de uso asociado a este horno (ES 203) proporcionó *terra sigillata* hispánica y alguna pequeña escoria de hierro, por lo que también se trata de un horno de época altoimperial. La función podría ser la misma que la de la estructura anterior, pero tipológicamente es menos compleja.

Las UE 203 y 208 fueron datadas por ^{14}C, y los resultados fueron 2125 ± 30 BP (130 cal. a. C.) y 2120 ± 35 BP (126 cal. a. C.), respectivamente. Este resultado de una datación anterior a la que esperábamos se podría explicar por el efecto de la madera vieja. Los carbones datados probablemente corresponden a fragmentos procedentes de individuos de mucha edad. Las dataciones, sin embargo, podrían indicar una fase más antigua de explotación (Palet *et al*. 2006, 2007).

Por lo que respecta a los resultados antracológicos de la ES 42, el taxón más representado es *Pinus* tipo *uncinata,* con 97 fragmentos (54,18 %) de los 179 analizados. En esta ocasión, los fragmentos indeterminables representan un porcentaje más elevado que en las muestras anteriores (32,40 %). Además, 17 fragmentos corresponden al género *Pinus* sp., 3 han sido identificados como conífera indeterminable, 2 como *Juniperus* sp. y 1 pertenece a corteza. También se ha identificado un fragmento de *Sorbus/Crataegus* sp. (tabla 11).

En la ES 43 (tabla 12) se han identificado 1.012 fragmentos correspondientes al taxón *Pinus* tipo *uncinata* de los 1.107 fragmentos estudiados en total. En el sondeo 1 se han identificado *Abies alba* y *Buxus sempervirens*. Estos taxones no aparecen en el sondeo 2. Además, encontramos 3 fragmentos de *Juniperus* sp. en la UE 105. Finalmente, encontramos 20 fragmentos de indeterminables, 48 de conífera indeterminable, 21 de *Pinus* sp. y un fragmento de corteza. En este caso, el porcentaje de indeterminables (1,8 %) no es elevado.

La ES 11 se encuentra en el sector septentrional del yacimiento, en el segundo sector de El Goleró mencionado más arriba, donde se localizaron estructuras relacionadas con la ganadería. Se trata de una terraza de cultivo situada bajo la terraza ES 12. Las prospecciones geofísicas realizadas en este sector con gradiómetro y georadar sugerían una poténcia estratigráfica significativa y la presencia de posibles muros perpendiculares situados a 40-60 centímetros de profundidad. Se realizaron dos sondeos de 2 por 2 y 2

7. Al recibir el resultado de la datación radiocarbónica se supuso que la datación correspondía a una ocupación anterior a la estructura. Este hecho ha quedado corroborado cuando la estructura se ha excavado en extensión durante la campaña del año 2007. La ES 42 se conservaba muy bien y estuvo relacionada con la ES 43, el horno de cronología romana que se encuentra en las inmediaciones.

013ITXASO.indd 58 28/9/09 09:49:58

Tabla 12. Resultados del análisis antracológico de la ES 43.

Taxón	*ES 43*																					
	UE 101	*UE 102*	*UE 103*	*UE 104*	*UE 105*	*UE 106*	*UE 107*	*UE 108*	*UE 130*	*UE 131*	*UE 201*	*UE 202*	*UE 203*	*UE 204*	*UE 205*	*UE 206*	*UE 207*	*UE 208*	*UE 209*	*UE 204 N*	*Total*	
																					nº frag.	*%*
Abies alba	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,09
Buxus sempervirens	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,09
Juniperus sp.	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3	0,27
Pinus tipo *uncinata*	46	49	41	82	88	131	88	42	47	3	18	27	39	37	40	33	39	37	39	8	1.012	91,41
Pinus sp.	2	1	4	-	-	3	3	4	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	1,89
Conífera indeterminable	2	-	2	5	2	4	6	-	-	-	2	10	1	5	-	6	-	2	-	1	48	4,33
Corteza	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,09
Indeterminable	-	-	1	2	3	3	2	-	-	-	-	3	-	3	-	1	-	1	1	-	20	1,8
Total	50	50	50	89	95	150	100	46	50	4	20	40	40	45	40	40	41	40	40	9	1.107	100

por 1 metros, pero los resultados fueron negativos. El substrato se encontró a 20 centímetros de profundidad.

La ES 12 se ubica a 2.030 metros de altitud, también en el sector septentrional del yacimiento, donde se encontraron varias estructuras ganaderas, al igual que en la ES 11. Corresponde a un margen en piedra seca, perpendicular a la vertiente. El muro visible, construido con bloques de piedra irregulares de grandes dimensiones, estaba muy colmatado y reforzaba el margen de la terraza de cultivo de época moderna. Las prospecciones geofísicas realizadas en este sector, con gradiómetro y georadar, sugerían una gran potencia estratigráfica y su relación con un posible muro perpendicular situado a una profundidad de 40-60 centímetros, relacionado a su vez con un conjunto de posibles muros que conformaban ámbitos ortogonales. El sondeo arqueológico se ubicó en el margen de la terraza, en la parte inferior del muro de cierre en piedra seca. El substrato se localizó a 50-70 centímetros, a menor profundidad que la sugerida por el georadar. La estratigrafía mostró una serie de niveles apoyados en el muro de la terraza que testimoniaban la ocupación/abandono de la estructura agraria, con material cerámico vidriado de época moderna (siglos XVII-XIX) (UE 101-102). Por debajo del muro, la estratigrafía continuaba y se documentó un nivel de relleno de unos 20-30 centímetros de potencia, de formación natural, anterior a la creación del espacio agrario (UE 103). En este nivel se recuperó abundante material cerámico (cerámica basta reducida y oxidada). Sin embargo, no se documentó ninguna estructura asociada a este nivel. La datación de la base de esta unidad estratigráfica por ^{14}C dio un resultado de 4460 ± 35 BP (3178 cal. a. C.).

La ES 75 presentaba el aspecto de un posible túmulo sin bloques de piedra visibles, de forma oval y unas dimensiones de 3 por 2 metros, situado a 4 metros al norte de la ES 43. Su forma tumular y la proximidad al horno sugerían que se trataba de un vertedero. La prospección geofísica con gradiómetro mostraba una anomalía magnética de gran contraste que parecía reforzar esta hipótesis. El sondeo de 2 por 1 metros proporcionó una potencia de 50 centímetros de profundidad. Bajo el nivel vegetal se localizó un potente relleno arcilloso de formación natural (ES 102) que cubría un posible nivel de circulación antiguo (ES 103), coetáneo a un afloramiento de mineral de limonitas, mineral de hierro alterado, que formaba conos irregulares entre las rocas calizas. Sabemos que este mineral de hierro podría estar aflorando en superficie en época romana debido a que se ha observado en él una degradación causada por procesos de oxidación, de agua, etc. Además, se ha recuperado material cerámico correspondiente a época romana en las ES 79 y 80, que como ya veremos son similares a la ES 75. En época postromana, se debieron de producir diversos procesos de erosión y acumulación de un sedimento limoso. De hecho, los carbones recogidos para datación estaban acumulados en un nivel contra una roca. La base de este sondeo (UE 103) fue datada y dio como resultado 4680 ± 40 BP (3497 cal. a. C.), datación que posiblemente corresponde a un nivel de circulación. De hecho, se han recuperado una cuenta de collar y una lámina de sílex que también podrían provenir de estas estructuras.

La ES 79 no era visible sobre el terreno y fue definida a partir de la prospección geofísica con gradiómetro, que mostró una anomalía magnética de gran contraste. En el sondeo de 2 por 1 metros, el substrato se localizó a 60 centímetros de profundidad. Por de-

013ITXASO.indd 59 28/9/09 09:49:58

Tabla 13. Resultados del análisis antracológico de los sondeos ES 11, 12, 75, 79 y 80.

Taxón	*ES 11*				*ES 12*			*ES 75*					*ES 79*				*ES 80*			*Total*	
	UE 101	*UE 102*	*UE 201*	*Total*	*UE 102*	*UE 103*	*Total*	*UE 100*	*UE 101*	*UE 102*	*UE 103*	*Total*	*UE 102*	*UE 103*	*UE 104*	*Total*	*UE 102*	*UE 103*	*Total*	*nº frag.*	*%*
Buxus sempervirens	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,22
Juniperus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,22
Pinus tipo *uncinata*	1	34	19	54	35	1	36	22	40	36	23	121	46	32	38	116	38	40	78	405	91
Pinus sp.	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	0,44
Salix sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	2	0,44
Conífera indeterminable	-	6	-	6	3	-	3	3	-	4	4	11	-	5	2	7	2	-	2	29	6,51
Indeterminable	-	-	1	1	1	-	1	-	-	-	2	2	1	-	-	1	-	-	-	5	1,12
Total	1	40	20	61	40	1	41	26	40	40	30	136	47	40	40	127	40	40	80	445	100

bajo de la capa vegetal, se documentó un potente nivel arcilloso de formación natural (UE 102) que cubría un posible nivel de circulación antiguo (UE 103-104), coetáneo al afloramiento de una mina de limonitas que forma conos irregulares entre las rocas calizas. Presentaba grandes similitudes con la ES 75.

La ES 80 formaba un túmulo de tierra y piedra de forma alargada en el terreno. Su forma tumular y su ubicación próxima al horno ES 43 hacían sugerir que se tratara de un vertedero. La prospección geofísica con gradiómetro mostró una anomalía magnética de gran contraste que parecía reforzar esta hipótesis. En el sondeo de 2 por 1 metros, el substrato se localizó a 20 centímetros de profundidad. Por debajo del nivel vegetal se documentó un nivel de vertedero muy erosionado que se situaba inmediatamente sobre el substrato. Dicha erosión explica la gran cantidad de material arqueológico documentado en superficie durante las prospecciones en el área.

En las ES 11, 75, 79, 80 y 12 sondeo 1, el 91 % de los fragmentos estudiados corresponden a *Pinus* tipo *uncinata* (tabla 13). Además, encontramos 2 fragmentos de *Pinus* sp. y 29 coníferas indeterminables. Asimismo, encontramos 2 fragmentos de *Salix* sp., que no había sido encontrada hasta ahora. También hemos identificado *Buxus sempervirens* y *Juniperus* sp.

5.2.3. Resultados antracológicos de Pradell

El yacimiento de Pradell se sitúa en el extremo occidental de la sierra del Cadí, en la vertiente norte, a unos 2.025 metros de altitud. La zona conforma un extenso plano al pie de la sierra y dispone de una buena visibilidad de la cara norte de la montaña. Como en el caso de El Goleró, el emplazamiento está atravesado por el camino *caderner*. En esta zona, la vía, procedente de El Goleró, flanqueaba la montaña en dirección norte a través de Carboneres para dirigirse a la Cerdanya. El sector es rico en pastos y ofrece la posibilidad de explotación forestal y la obtención de recursos mineros, visibles en diversos afloramientos de minas de hierro en la caliza.

En este yacimiento se localizaron tres sectores. En primer lugar se encuentra el sector formado por un cercado (ES 31) asociado a dos cabañas de pastor (ES 29 y 30), que se encuentran en su interior y apoyadas en la roca natural. El segundo sector corresponde a una bocamina (ES 32). Su boca conduce a un nivel inferior al del suelo. La galería entra en la montaña en pendiente. Al sur de esta bocamina, en una zona boscosa de unos 300 metros cuadrados, se localizó una gran cantidad de solera de arcilla cocida y restos de mineral y escorias relacionados con hornos construidos al aire libre, en los que probablemente se llevó a cabo el tratamiento del hierro. Algunos de ellos eran de gran tamaño, de unos 15 centímetros, pero ninguno se localizó *in situ*. Todo este sector presentaba una pendiente al este y una importante erosión y alteración debido a la presencia de pinos, que además dificultaban la visibilidad de las estructuras. En el tercer sector, situado entre el primer y el segundo sector, se documentó una cabaña de planta circular (ES 33) (Palet 2006*d*).

En la campaña del año 2006 se realizaron sondeos arqueológicos de 2 por 1 metros en una cabaña (ES 30), un cercado (ES 31) y un suelo donde se suponía que se habían llevado a cabo actividades metalúrgicas, pues en la superficie se había documentado una cantidad importante de escorias y restos de solera de gran tamaño (ES 81).

La ES 30 corresponde a una cabaña de pastor que está situada en un plano con una vegetación de prado subalpino. Presenta una morfología cuadrangular y, como ya hemos dicho, se integra en el cercado ES 31 y se apoya en la roca natural. Los muros de piedra seca están muy alterados y, en general, presenta una fuerte colmatación. En el sondeo de 2 por 1 metros, se docu-

013ITXASO.indd 60 28/9/09 09:49:58

mentó un nivel de ocupación/abandono y destrucción muy bien conservado. El suelo de la cabaña se encontró recortado en el substrato (UE 104-105) y cubierto por un nivel de ocupación/abandono, muy rico en carbones y algún fragmento de cerámica común oxidada indeterminada (UE 103). La UE 103 fue datada por ^{14}C y el resultado fue 30 ± 30 BP (1915 cal. d. C.).

La ES 31 es un cercado que se encuentra en el mismo plano que la ES 30. Se trata de una estructura de dimensiones moderadas, de unos 375 metros cuadrados, y presenta una morfología ovoide. Presenta un potente derrumbe hacia el exterior, donde se recuperaron fragmentos de cerámica vidriada de época moderna (siglos XVIII-XIX). Los muros, hechos en bloques calizos irregulares, se apoyan en un talud alargado que podría relacionarse con una fase más antigua de uso de la estructura. El sondeo de 2 por 1 metros se ubica en la zona norte del cercado y se apoya en el muro de delimitación. Ha proporcionado unos 50-60 centímetros de potencia sedimentaria sin que se haya llegado al substrato geológico. En la excavación se documentó un nivel superficial que corresponde al nivel de humus (UE 100-101); un nivel de derrumbe con grandes bloques del muro (UE 102); un nivel de época moderna (siglos XVII-XIX), que corresponde a la fase de ocupación/abandono del cercado y donde se ha recuperado material arqueológico (cerámica y metal), y un nivel anterior a la construcción del cercado (UE 105), arcilloso, muy abundante en carbones. La UE 105 fue datada por ^{14}C y dio como resultado 1740 ± 30 BP (311 cal. d. C.). Por lo tanto, el cercado es moderno, pero la UE 105 se relaciona con una primera fase más antigua de explotación del sector.

En las ES 30 y 31, estructuras relacionadas con actividades pastoriles, se han identificado 143 fragmentos de *Pinus* tipo *uncinata* de los 168 analizados (tabla 14). De estos, 18 han sido identificados como coníferas indeterminables. Además, encontramos de forma esporádica *Arctostaphylos uva-ursi*, *Juniperus* sp. y monocotiledónea. Se ha determinado un fragmento de corteza y solo un fragmento ha resultado indeterminable.

La ES 81 formaba un túmulo y se localiza en una pendiente orientada al este, en zona boscosa. La zona está llena de piedras que han sido transportadas por torrentes y está muy erosionada. En superficie se había recogido abundante material relacionado con hornos que trataban el mineral de hierro: trozos grandes de solera y abundante escoria. El sondeo de 1,5 por 1 metros presenta una profundidad de 40 centímetros de potencia estratigráfica. Bajo el nivel vegetal se documentaron dos niveles de vertederos situados sobre el substrato (UE 101 y 102). Los niveles arqueológicos han proporcionado gran cantidad de restos de solera de arcilla refractaria y fragmentos de mineral y escorias. No se ha recuperado sin embargo ningún fragmento de cerámica. La UE 102 fue datada por ^{14}C y dio como resultado 1330 ± 30 BP (709 cal. d. C.).

En la ES 81, de un total de 80 fragmentos estudiados, 73 fragmentos han sido identificados como *Pinus* tipo *uncinata* y 4 han sido identificados como conífera indeterminable. Se han identificado además un fragmento de *Juniperus* sp. y otro de *Pinus* sp., al igual que un fragmento indeterminable (tabla 15).

5.2.4. Resultados antracológicos de Carboneres

Este yacimiento se encuentra situado en el municipio de La Vansa i Fórnols. Se sitúa en un bosque de suelo calcáreo que se encuentra en pendiente, a 2.055 metros de altitud. Está situado a medio camino entre los yacimientos de El Goleró y Pradell, al lado del camino *caderner*, que a través del bosque de Carboneres comunica ambos sectores. En este yacimiento se localizaron carboneras, una cabaña (posiblemente

Tabla 14. Resultados del análisis antracológico de las ES 30 y 31.

Taxón	*ES 30*				*ES 31*						*Total*	
	UE 102	*UE 103*	*Total*		*UE 102*	*UE 103*	*UE 104*	*UE 105*	*Total*		*nº frag.*	*%*
			nº frag.	*%*					*nº frag.*	*%*		
Arctostaphylos uva-ursi	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1,62	2	1,19
Juniperus sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,81	1	0,59
Monocotiledonea	-	2	2	4,44	-	-	-	-	-	-	2	1,19
Pinus tipo *uncinata*	5	35	40	88,88	11	20	35	37	103	83,73	143	85,11
Conífera indeterminable	-	3	3	6,66	7	4	4	-	15	12,19	18	10,71
Corteza	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0,81	1	0,59
Indeterminable	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0,81	1	0,59
Total	5	40	45	100	18	25	40	40	123	100	168	100

013ITXASO.indd 61 28/9/09 09:49:58

Tabla 15. Resultados del análisis antracológico de la ES 81.

ES 81				
Taxón	*UE 101*	*UE 102*	*Total*	
			nº frag.	*%*
Juniperus sp.	1	-	1	1,25
Pinus tipo *uncinata*	38	35	73	91,25
Pinus sp.	1	-	1	1,25
Conífera indeterminable	-	4	4	5
Indeterminable	-	1	1	1,25
Total	40	40	80	100

de carbonero) de piedra seca que se encontraba apoyada en un afloramiento natural de la roca (ES 34) y dos estructuras tumulares indeterminadas (ES 64 y 65). En un sector del yacimiento, situado más al oeste, se identificaron además estructuras ganaderas: un abrigo (ES 85) y un cercado (ES 86), a las cuales se accede fácilmente desde el camino *caderner*. Sin embargo estas estructuras ganaderas se encuentran encima de un peñascal formado por grandes bloques y con una fuerte pendiente hacia el oeste (Palet 2006*d*).

En este yacimiento se sondearon tres carboneras (ES 82, 83 y 84) con una sonda manual. Una vez extraído el nivel vegetal y de colmatación de unos 20 centímetros de potencia, se recogieron muestras de sedimento cada 10 centímetros en la zona de la carbonera donde se consideraba que no había habido erosión, hasta llegar a la base. El sondeo se realizó en la parte de la carbonera que no coincidía ni con el centro ni con la periferia, para poder recoger así la máxima potencia sedimentaria posible de la estructura.

La ES 82 se encuentra en una pendiente boscosa orientada al oeste. El bosque ha crecido sobre la carbonera, cuya morfología no se puede precisar. Además, las raíces y la erosión han hecho desaparecer gran parte de ella. No se observa ningún muro de contención. La carbonera fue muestreada con una sonda manual en un lugar donde se consideraba que la erosión había afectado menos a la carbonera, pero la escasa potencia sedimentaria solo permitió recoger 10 centímetros de sedimento. Se documentó solamente una fase de uso. La base fue datada por ^{14}C y dio como resultado el siglo XIV d. C.

La ES 83 se encuentra en un prado supraforestal, cerca de la carbonera ES 84, en el mismo plano. Su morfología es circular y tiene entre 8 y 10 metros de diámetro. No se documenta ningún muro de contención. La carbonera fue muestreada con sonda manual en un punto donde no coincidía ni con el centro de la carbonera o chimenea ni con la periferia, con tal de recuperar la mayor potencia sedimentaria. Se recuperó una muestra cada 10 centímetros de profundidad y la potencia sedimentaria de la carbonera era de 30 centímetros. Solo se observó una fase de uso. La base fue datada por ^{14}C y dio como resultado 225 ± 30 BP (1723 cal. d. C.).

La ES 84 tiene una morfología ovoide y no tiene muro de contención. En esta estructura se realizó un sondeo con la sonda manual y se recogió sedimento cada 10 centímetros hasta llegar a la base. Solo se documentó una fase de uso, pero la potencia sedimentaria resultó muy importante, concretamente de 55 centímetros. La base se dató por ^{14}C y dio como resultado 360 ± 25 BP (1542 cal. d. C.).

Los resultados obtenidos de las ES 82, 83 y 84, a partir de los análisis de 200 fragmentos de carbón, muestran un registro similar en las tres carboneras. En total, 179 fragmentos corresponden a *Pinus* tipo *uncinata*. Asimismo encontramos 11 fragmentos identificados como coníferas indeterminables, 8 cortezas y 2 fragmentos indeterminables (tabla 16).

5.3. Resultados antracológicos del valle del Madriu

En este valle, en las campañas de excavación de los años 2005 y 2006, se excavaron estructuras situadas entre 2.185 y 2.400 metros de altitud (Palet 2005*a*, 2006*a*, 2007*a*). El valle del Madriu-Perafita-Claror tiene una orientación este-oeste, es de origen glacial y drena la cuenca secundaria más grande de Andorra. Se encuentra supeditado a la cuenca principal del Valira de Oriente y ocupa una superficie de 4.247 hectáreas. Está limitado por el río Madriu y su afluente más importante, el río Perafita, que se unen en Entremesaigües. La zona de estudio de donde proceden las muestras se encuentra en los estadios subalpino y alpino del valle.

En esta zona se distinguieron varios sectores que incluían varios yacimientos, dentro de los cuales se identificaron diferentes conjuntos de estructuras que recibieron su propia numeración.

013ITXASO.indd 62 28/9/09 09:49:58

5.3.1. Sector de Orris de Setut

Este sector se encuentra en la cabecera del valle del Madriu, entre 2.300 y 2.350 metros de altitud, en un llano modelado por morrenas de glaciares. Se dispone de muestras para el estudio antracológico en cinco yacimientos de este sector.

Resultados antracológicos de Setut I

Setut I se identificó como un espacio de carboneo de 320 metros cuadrados a 2.320 metros de altitud en una pendiente de suelo granítico cerca de la cual pasaba el eje de comunicación Madriu-Montmalús (GR-11). Se encontraron dos carboneras (ES 01 y 02) en terraza y construidas en piedra seca. Durante las prospecciones de la campaña de 2004, se recogieron restos de mineral de hierro y cerámica común oxidada en superficie. También se identificó una cabaña de carbonero (ES 03), que posiblemente estuvo relacionada con las carboneras localizadas en Setut I. No se recogieron muestras de esta estructura. La vegetación de este yacimiento está compuesta básicamente por pastos alpinos.

La ES 01 es una carbonera con muro de contención en la que solo se identificó una fase de uso. En la ES 02 se identificaron dos fases de uso, aunque las muestras de carbón estudiadas solo corresponden a la fase más antigua. Ambas estructuras fueron localizadas debido a los carbones que se observaron en superficie durante las prospecciones y se recogieron muestras de la base de cada una de ellas.

De las ES 01 y 02 se han estudiado 121 fragmentos en total (tabla 17). De estos, 102 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata*, 12 han sido determinados como correspondientes al género *Pinus* sp., 3 como coníferas indeterminables y 4 fragmentos han resultado indeterminables.

Resultados antracológicos de Sobre els Orris de Setut I

Este conjunto se encuentra en suelo granítico en una pendiente a 2.350 metros de altitud. La vegetación del yacimiento está compuesta por prados y manchas de pinares de pino negro. Durante las prospecciones se identificó una carbonera de 40 metros de potencia (ES 10), estructuras cerradas y pequeñas de forma ovoide (ES 11 y 13) y un pequeño abrigo (ES 12). También se localizaron dos fuentes de agua. Las muestras de carbón se recogieron en la superficie y la base de las estructuras durante las prospecciones realizadas en el año 2004.

La ES 10 es una carbonera de 10 por 7 metros que se sitúa en un plano en pendiente a 2.350 metros de

Tabla 16. Resultados del análisis antracológico de las carboneras ES 82, 83 y 84.

Taxón	*ES 84*								*ES 82*			*ES 83*					*Total*	
	15-25 cm	*20-30 cm*	*30-40 cm*	*40-50 cm*	*50-65 cm*	*65-70 cm*	*Total*		*20-30 cm*	*Total*		*20-30 cm*	*30-40 cm*	*40-50 cm*	*Total*			
							nº frag.	*%*		*nº frag.*	*%*				*nº frag.*	*%*	*nº frag.*	*%*
Pinus tipo *uncinata*	19	20	16	19	20	20	114	95	17	17	85	16	17	15	48	80	179	89,5
Conífera indetertminable	1	-	-	1	-	-	2	1,66	3	3	15	3	2	1	6	10	11	5,5
Corteza	-	-	3	-	-	-	3	2,5	-	-	-	1	1	3	5	8,33	8	4
Indeterminable	-	-	1	-	-	-	1	0,83	-	-	-	-	-	1	1	1,66	2	1
Total	20	20	20	20	20	20	120	100	20	20	100	20	20	20	60	100	200	100

Tabla 17. Resultados del análisis antracológico de las ES 01 y 02.

Taxón	*ES 01*	*ES 02*	*Total*	
			nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	47	55	102	84,29
Pinus sp.	2	10	12	9,91
Conífera indeterminable	-	3	3	2,47
Indeterminable	1	3	4	3,3
Total	50	71	121	100

013ITXASO.indd 63 28/9/09 09:49:58

Tabla 18. Resultados del análisis antracológico de la ES 10.

Taxón	*UE 1*	*UE 2*	*Total*	
			nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	48	36	84	93,33
Conífera indeterminable	-	3	3	3,33
Indeterminable	2	1	3	3,33
Total	50	40	90	100

altitud. En esta estructura se documentaron dos fases de uso y la fase más antigua fue datada por ^{14}C en 330 ± 30 BP (1559 cal d. C.). Se recogió una muestra de la base de cada nivel.

Se han analizado 90 fragmentos (tabla 18), de los cuales 84 han sido determinados como *Pinus* tipo *uncinata*, 3 han resultado indeterminables y otros 3 han sido identificados como conífera indeterminable.

Resultados antracológicos de Sobre els Orris de Setut II

A una altitud de 2.340 metros y sobre suelo de granito, se identificó una cabaña aislada (ES 14) y dos carboneras (ES 15 y 16). La cabaña seguramente fue utilizada por los carboneros. Durante la campaña del 2004 se recogieron muestras de la ES 15. Cerca de este yacimiento pasa el eje que comunica el valle del Madriu con el del Montmalús. El entorno vegetal de este yacimiento está compuesto básicamente por prados subalpinos.

La ES 15 es una carbonera de 11 por 6 metros, situada en un plano en pendiente cuyos carbones se recogieron de su base. Se han analizado 30 carbones de la ES 15 de los cuales 23 han sido determinados como *Pinus* tipo *uncinata* y 4 como correspondientes al género *Pinus* sp. Además, 2 fragmentos han sido identificados como coníferas indeterminables y 1 fragmento ha resultado indeterminable (tabla 19).

Tabla 19. Resultado del análisis antracológico de la ES 15.

ES 15		
Taxón	*nº frag.*	*%*
Pinus tipo *uncinata*	23	76,66
Pinus sp.	4	13,33
Conífera indeterminable	2	6,66
Indeterminable	1	3,33
Total	30	100

Resultados antracológicos de Orris de Setut III

Este yacimiento se sitúa en la cabecera del valle del Madriu, en la zona más oriental de la misma, entre 2.300 y 2.350 metros de altitud (figura 21). Es un llano modelado por morrenas de glaciares y al sur del yacimiento circula el río Madriu en sentido este-oeste. El medio vegetal es húmedo por la presencia de turberas y del lago Forcat 200 metros más arriba. La vegetación está compuesta únicamente por prados. Es un corredor natural de comunicación con la Cerdanya a través del puerto de Vallcivera, que se sitúa a 2.533 metros de altitud.

En este yacimiento todas las estructuras se relacionan con la actividad ganadera y están situadas a 2.290 metros de altitud. En total se documentaron 14 estructuras, entre las que destacan 2 *orris*. Uno de ellos está formado por un único corredor (ES 30), que se asocia a una estructura ovoide de unos 30 metros cuadrados que podría haber servido para almacenar queso (ES 31). El segundo *orri* está formado por tres corredores sucesivos (ES 32, 33 y 34) y una cabaña ovoide de 20 metros cuadrados (ES 35). Se documentaron además cabañas de pastor (ES 27, 36, 37 y 38) y 2 cercados (ES 26 y 28). Las cabañas son ovaladas y de pequeño tamaño, de entre 4 y 6 metros cuadrados. Por último, se documentó otra estructura (ES 29), en la que se diferenciaban dos ámbitos y que seguramente también estuvo asociada a los *orris*. Todas estas estructuras fueron construidas en piedra seca y se encontraban muy erosionadas. Las muestras estudiadas para este trabajo proceden de 3 estructuras que fueron sondeadas en la campaña del año 2005 (Palet 2005*a*, 2006*a*).

La ES 27 es una cabaña de planta ovoide de entre 4 y 6 metros cuadrados donde se documentó un nivel de ocupación/abandono. El sondeo mostró una potencia estratigráfica de entre 30 y 40 centímetros. Los materiales que se recuperaron en este yacimiento son escasos. Sin embargo, destaca la presencia de unos clavos de hierro y una punta de fuelle. Esta última se halló cerca del hogar de la UE 2704 o nivel de ocupación y fue datada por ^{14}C en 75 ± 30 BP (1866 cal. d. C.), aunque suponemos que corresponde a una datación contaminada, por encontrarse los niveles muy erosionados y muy cerca de la superficie.

En el sondeo de la ES 29, un pequeño cercado, el nivel de ocupación (UE 2902), un suelo de gravas y

013ITXASO.indd 64 28/9/09 09:49:59

Figura 21. Vista general de Orris de Setut III. Foto: J. M. Palet.

rico en carbones, fue datado por ^{14}C en 585 ± 30 BP (1357 cal. d. C.). En esta estructura no apareció material arqueológico.

La ES 35 es una cabaña de morfología ovoide de entre 4 y 6 metros cuadrados. En el sondeo se documentó el suelo de ocupación (UE 3502), que fue datado por ^{14}C y dio como resultado 640 ± 30 BP (1339 cal. d. C.).

Los resultados del análisis antracológico de la ES 27 muestran que, de los 475 fragmentos analizados, 414 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata,* 27 fragmentos corresponden a conífera indeterminable, 18 al género *Pinus* sp. y 9 fragmentos han resultado indeterminables. Asimismo, 3 fragmentos han sido determinados como *Rhododendron/Vaccinium* sp. y 1 fragmento como *Juniperus* sp. Además, han sido determinados 2 huesos de *Prunus persica* (tabla 20).

En la ES 29, de los 75 fragmentos estudiados, 59 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata,* 6 fragmentos al género *Pinus* sp. y 8 han sido identificados como conífera indeterminable. Sólo 2 fragmentos han resultado indeterminables (tabla 20).

En la ES 35, de los 75 fragmentos estudiados, 58 fragmentos han sido identificados como *Pinus* tipo *uncinata*, 7 han sido determinados como *Pinus* sp. y 9 como conífera indeterminable. Sólo un fragmento ha resultado indeterminable (tabla 21).

Resultados antracológicos de Portella de Setut

En esta zona se han documentado tres carboneras (ES 47, 130 y 131) a 2.335 metros de altitud, en suelo de granito. Las muestras de carbón provienen únicamente de la base de la ES 47, que fue prospectada en la campaña del año 2004. Cerca de este yacimiento pasa el camino que se dirige hacia el puerto de Setut y que comunica el valle del Madriu con la Cerdanya. Es un medio compuesto básicamente por prados subalpinos y tiene una importante humedad, pues en las cercanías podemos encontrar un pequeño lago.

La ES 47 es una carbonera con muro de contención de piedra seca de 5 por 8 metros que se localiza en un plano en pendiente a 2.335 metros de altitud. De los 50 carbones analizados de la ES 47, 49 han

Tabla 20. Resultados del análisis antracológico de las ES 27 y 29.

Taxón	*ES 27*							*ES 29*					*Total*	
	UE 2700	*UE 2701*	*UE 2702*	*UE 2703*	*UE 2704*	*Total*		*UE 2901*	*UE 2902*	*UE 2903*	*Total*			
						nº frag.	*%*				*nº frag*	*%*	*nº frag.*	*%*
Juniperus sp.	-	-	1	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	1	0,18
Pinus tipo *uncinata*	42	46	40	242	46	414	87,52	16	30	13	59	78,66	473	86,31
Pinus sp.	2	1	4	9	2	18	3,8	4	-	2	6	0,01	24	4,37
Vaccinium/ Rhododendron sp.	-	-	-	3	-	3	0,63	-	-	-	-	-	3	0,54
Cf. Ericaceae	-	-	-	1	-	1	0,21	-	-	-	-	-	1	0,18
Conífera indet.	6	2	3	15	1	27	5,7	1	4	3	8	10,66	35	6,38
Indeterminable	-	1	-	7	1	9	1,9	-	2	-	2	2,66	11	2
Total	50	50	50	275	50	473	100	21	36	18	75	100	548	100

013ITXASO.indd 65 28/9/09 09:49:59

Tabla 21. Resultados del análisis antracológico de la ES 35.

ES 35				
Taxón	*UE 3501*	*UE 3502*	*Total*	
			nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	16	42	58	77,33
Pinus sp.	3	4	7	9,33
Conífera indeterminable	6	3	9	12
Indeterminable	0	1	1	1,33
Total	25	50	75	100

Tabla 22. Resultados del análisis antracológico de la ES 47.

ES 47		
Taxón	*nº frag.*	*%*
Pinus tipo *uncinata*	49	98
Conífera indeterminable	1	2
Total	50	100

sido identificados como *Pinus* tipo *uncinata* y un fragmento ha sido determinado como conífera indeterminable (tabla 22).

5.3.2. Sector de Bosc dels Estanyons

Este sector se encuentra al sur del Pla de l'Ingla y se extiende hacia el este hasta el sector de Basses de Setut. Se han diferenciado dos grandes áreas, en las que se han realizado análisis antracológicos en diversas estructras.

Resultados antracológicos de Carboneres de Setut

Formando parte de un conjunto, se identificaron cuatro carboneras (ES 48, 50, 51 y 129) en suelo de granito, alineadas y de tipología similar, que seguramente fueron explotadas en el mismo momento. Las muestras de carbón estudiadas provienen de la base de estas carboneras. Las dos primeras fueron prospectadas en el año 2004 y los carbones de la ES 129 se recogieron en las prospecciones llevadas a cabo en la campaña del 2005. También se identificó la ES 49, una cabaña seguramente relacionada con las carboneras, de piedra seca y planta cuadrada, que se situaba en una terraza. Cerca de este yacimiento pasa el camino que conduce al puerto de Setut, así como el eje Madriu-Montmalús. En cuanto a la vegetación que rodea este yacimiento, podemos observar prados subalpinos y manchas de pinares de pino negro.

La ES 48 es una carbonera de 14 por 7 metros con muro de contención situada en un plano en vertiente a 2.290 metros de altitud. Se distinguieron dos fases de uso, pero las muestras de carbón procedían de la fase más antigua.

La ES 50 es una carbonera de 12,30 por 9,20 metros con muro de contención situado en un llano en pendiente a 2.265 metros de altitud y la carbonera ES 129 se sitúa a 2.295 metros de altitud en una terraza antrópica en pendiente. En el muestreo se distinguieron dos fases de uso.

De un total de 136 fragmentos analizados de las ES 48, 50 y 129, 103 fragmentos han sido determinados como *Pinus* tipo *uncinata,* 14 han resultado indeterminables, 9 han sido identificados como conífera indeterminable y 3 como correspondientes al género *Pinus* sp. Por último, 7 fragmentos han sido determinados como cortezas (tabla 23).

Resultados antracológicos de Bosc dels Estanyons

Este yacimiento se encuentra entre 2.100 y 2.300 metros de altitud y está situado en una pendiente pronunciada y orientada al norte, al sur del yacimiento de Pla de l'Ingla, y llega hasta Basses de Setut. Se encuentra cerca del eje Madriu-Montmalús y al norte pasa el río Madriu. Formando parte de este conjunto, en suelo granítico, sólo se identificaron carboneras.

En este yacimiento se recogieron muestras de las ES 64 y 65 situadas a 2.250 metros de altitud, las ES 66 y 67, situadas a 2.235 metros de altitud, y las ES 104 y 110, localizadas entre 2.180 y 2.225 metros de altitud. Mientras que las muestras de las ES 64, 65, 66 y 67 fueron recogidas con una sonda manual, en las ES 104 y 110 se realizaron varios sondeos de 50 por 50 centímetros. Además, se documentaron 16 carboneras más en las que no se recogieron muestras de carbón (ES 105 a 109, ES 111 a 119, ES 138 y ES 139).

Las ES 64 y 65 son carboneras sin muro de contención situadas a 2.200 metros de altitud y las ES 66 y 67 son carboneras con muro de contención que se encuentran a 2.235 metros de altitud.

La ES 104 es una carbonera que se sitúa entre 2.180 y 2.255 metros de altitud y que fue construida sobre una terraza orientada en perpendicular a la vertiente de umbría que va desde el bosque de los Esta-

013ITXASO.indd 66 28/9/09 09:49:59

Tabla 23. Resultados del análisis antracológico de las ES 48, 50 y 129.

Taxón	*ES 48*		*ES 50*		*ES 129*		*Total*	
	nº frag.	*%*	*nº frag.*	*%*	*nº frag.*	*%*	*nº frag.*	*%*
Pinus tipo *uncinata*	44	88	22	61,11	37	74	103	75,71
Pinus sp.	2	4	1	2,77	-	-	3	2,2
Conífera indeterminable	1	2	6	16,66	2	4	9	6,61
Indeterminable	3	6	5	13,88	6	12	14	10,29
Corteza	-	-	2	5,55	5	10	7	5,14
Total	50	100	36	100	50	100	136	100

nyons al Pla de l'Ingla. Esta es la única carbonera que se localiza en cubeta. Tanto el sondeo 100 como el 200 corresponden a dos zonas que se encuentran entre la chimenea y la periferia de la carbonera, aunque la potencia sedimentaria de la UE 200 es menor porque sufrió mayor erosión, debido a que un torrente pasa por encima.

La ES 110, también una carbonera, está situada a 2.180 metros de altitud. Forma un montículo ovoide y está construida cerca de bloques de piedra del peñascal orientado también al norte. Tiene muro de delimitación construido con piedras de 50 centímetros. El sondeo 1 se sitúa en la zona intermedia entre la chimenea y la periferia de la carbonera y el sondeo 2 corresponde a la zona exterior. La UE 203 fue datada por ^{14}C en 215 ± 30 BP (1724 cal. d. C.).

De las ES 64, 65, 66 y 67 se han analizado en total 170 fragmentos de carbón, de los que 134 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata,* 14 corresponden a *Pinus* sp. y 6 a conífera indeterminable. Además, hay 12 fragmentos indeterminables y 4 fragmentos de corteza (tabla 24).

En la ES 104, la gran mayoría de los carbones corresponden a *Pinus* tipo *uncinata*. En esta carbonera encontramos además un fragmento de *Vaccinium/ Rhododendron.* Finalmente, 8 fragmentos han sido identificados como conífera indeterminable, 2 como cortezas y 7 han resultado indeterminables (tabla 25).

En cuanto a la ES 110, se han analizado 85 fragmentos. De estos, 73 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata* y además hemos identificado 3 fragmentos de *Betula* sp. (tabla 26).

5.3.3. Sector de Pla de l'Ingla

Este sector se sitúa entre 2.175 y 2.205 metros de altitud (figura 22) y al sur pasa el GR-11, de forma paralela al río Madriu, con una orientación noroeste-sureste. Se distinguieron los tres conjuntos de estructuras.

Resultados antracológicos de Pla de l'Ingla I

Este conjunto se sitúa en un suelo de granito, al margen derecho del Madriu, a 2.185 metros de altitud, en una vertiente orientada al sur. Se identificó una carbonera con muro de piedra seca (ES 53) y cerca de la misma se encontró un hoyo que se usó para cubrir la pila de la carbonera. También se localizó otra carbonera (ES 58), donde se distinguieron dos unidades estratigráficas (UE 1 y 2) y de donde también se obtuvieron muestras en las prospecciones del año 2004. Asimismo, fueron documentadas una cabaña rectangular con un hogar (ES 54) y una cabaña muy alargada con tres ámbitos y abandonada en época moderna (ES 56). También se encontraron un abrigo pequeño en un bloque granítico que se había abandona-

Tabla 24. Resultados del análisis antracológico de las ES 64, 65, 66 y 67.

Taxón	*ES 64*		*ES 65*		*ES 66*		*ES 67*		*Total*	
	nº frag.	*%*	*nº frag.*	*%*	*nº frag.*	*%*	*nº frag.*	*%*	*nº frag.*	*%*
Pinus tipo *uncinata*	29	72,5	44	88	28	70	33	82,5	134	78,82
Pinus sp.	2	5	4	8	3	7,5	5	12,5	14	8,23
Conífera indeterminable	-	-	1	2	5	12,5	-	-	6	3,52
Indeterminable	5	12,5	1	2	4	10	2	5	12	7,05
Corteza	4	10	-	-	-	-	-	-	4	2,35
Total	40	100	50	100	40	100	40	100	170	100

013ITXASO.indd 67 28/9/09 09:49:59

Tabla 25. Resultados del análisis antracológico de la ES 104.

Taxón	*ES 104*					
	UE 102	*UE 103*	*UE 202*	*UE 203*	*Total*	
					nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	21	38	20	23	102	84,99
Rhododendron/ Vaccinium sp.	-	1	-	-	1	0,83
Conífera indeterminable	-	5	-	3	8	6,66
Corteza	-	2	-	-	2	1,66
Indeterminable	-	4	-	3	7	5,83
Total	21	50	20	29	120	100

Tabla 26. Resultados del análisis antracológico de la ES 110.

ES 110						
Taxón	*UE 102*	*UE 103*	*UE 203*	*UE 204*	*Total*	
					nº frag.	*%*
Betula sp.	1	-	2	-	3	3,52
Pinus tipo *uncinata*	19	19	19	16	73	85,87
Indeterminable	1	1	3	4	9	10,58
Total	21	20	24	20	85	100

do en época moderna (ES 57), una cabaña circular o una cerca posiblemente de uso pastoral que también fue abandonada en época moderna (ES 55) y un muro curvilíneo de 7 metros que posiblemente fue un cercado para el ganado (ES 59) y que se encontraba entre las ES 55 y 56. La vegetación se compone básicamente de prados supraforestales y manchas de pinares de pino negro.

La ES 53 es una carbonera con muro de contención de 9,5 por 6,5 metros. Los carbones estudiados proceden del exterior de la carbonera, donde se localizó una acumulación de carbones que seguramente eran los desechos de limpieza de la carbonera. La ES 58 es una carbonera con muro de contención de 7,4 por 5,6 metros y, al igual que la anterior, se localiza en la vertiente sur del yacimiento.

Figura 22. Vista general de Pla de l'Ingla. Foto: J. M. Palet.

Las dos carboneras ES 53 y 58 nos muestran la misma representación taxonómica. De un total de 207 fragmentos analizados, 199 han sido determinados como *Pinus* tipo *uncinata*, 6 fragmentos han resultado indeterminables, un fragmento ha sido identificado como *Pinus* sp. y otro como conífera indeterminable (tabla 27).

La ES 59 es un cercado de 7 metros de diámetro. En el sondeo se documentó un nivel de ocupación/ abandono, la UE 5904, un nivel muy rico en carbones, en restos de fauna y en artefactos como clavos de hierro y cerámica común reducida. Dicho nivel fue datado por ^{14}C en 575 ± 30 BP (1361 cal. d. C.).

La mayor parte de los fragmentos de la ES 59 son de *Pinus* tipo *uncinata.* Además, hay 4 fragmentos indeterminables y un fragmento de corteza. En esta estructura encontramos también un hueso de melocotón (tabla 28).

Resultados antracológicos de Pla de l'Ingla II

Este conjunto se encuentra a 250 metros al sur de Pla de l'Ingla I, también con suelo de granito. La vegetación se compone básicamente de prados supraforestales. En este yacimiento se identificaron carboneras (ES 60, ES 96 a 99 y ES 101), una cabaña ovoide (ES 61), un abrigo con muro semicircular (ES 62) y

013ITXASO.indd 68 28/9/09 09:50:00

Tabla 27. Resultados del análisis antracológico de las carboneras ES 53 y 58.

Taxón	*ES 53*		*ES 58*				*Total*	
	nº frag.	*%*	*UE 1*	*UE 2*	*Total*		*nº frag.*	*%*
					nº frag.	*%*		
Pinus tipo *uncinata*	9	100	47	48	95	95	199	96,12
Pinus sp.	-	-	1	-	1	1	1	0,48
Conífera indeterminable	-	-	-	1	1	1	1	0,48
Indeterminable	-	-	2	1	3	3	6	2,89
Total	9	100	50	50	100	100	207	100

Tabla 28. Resultados del análisis antracológico de la ES 59.

ES 59							
Taxón	*UE 5901*	*UE 5902*	*UE 5903*	*UE 5904*	*UE 5905*	*Total*	
						nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	48	48	65	44	19	224	92,94
Pinus sp.	2	2		3	-	7	2,9
Conífera indeterminable	-	-	1	2	2	5	2,07
Corteza	-	-	1	-	-	1	0,41
Indeterminable	-	-	3	-	1	4	1,65
Total	50	50	70	49	22	241	100

un abrigo con forma triangular (ES 63). Sin embargo, solo se ha realizado el análisis antracológico de la primera estructura mencionada (ES 60).

La ES 60 es una carbonera no aterrazada con muro de contención que se encuentra a 2.195 metros de altitud en un plano de una pendiente orientada al sur. De esta carbonera se extrajeron muestras de carbón de la zona exterior y cercana al muro durante las prospecciones del año 2004, y en la campaña del año 2005 se realizaron varios sondeos de 50 por 50 centímetros. Las UE 101 y 102 corresponden a la zona central o chimenea de la carbonera, mientras que las UE 201 y 202 corresponden a la zona perimetral. La UE ext. es la zona exterior al muro, donde se recuperó una muestra de acumulación de carbones.

De la ES 60, un 82,73 % de los fragmentos analizados pertenecen a *Pinus* tipo *uncinata*. De estos, un 10,11 % han resultado indeterminables. Asimismo, se han identificado 4 fragmentos de *Pinus* sp., 4 de conífera indeterminable y otros 4 de corteza (tabla 29).

Resultados antracológicos de Pla de l'Ingla III

Este yacimiento se sitúa a 2.200 metros de altitud, en suelo granítico, y en una pendiente orientada al sur. La vegetación del entorno está compuesta básicamente por prados supraforestales y manchas de pinares de pino negro. Al sur de este yacimiento pasa el río Madriu. En este yacimiento se encontró la ES 52, una estructura tumular aislada y circular de la que afloraban en superficie carbones y restos de un horno. Se localizaron también las carboneras ES 100 y 102, así como un pequeño abrigo (ES 103). La carbonera ES 102 fue sondeada mediante la realización de catas de 50 por 50 centímetros en el año 2005.

La ES 52 es un horno de morfología circular y que forma un montículo pedregoso de 5,4 metros de diámetro. Fue localizado porque, al ser cortado por el GR-11, podían observarse en superficie restos de solera y carbones. Estos carbones fueron recogidos en la campaña de prospecciones de 2004 y han sido denominados como muestra exterior. En el año 2005 se realizó un sondeo en un margen lateral del túmulo formado por el arrasamiento de la estructura. Debajo del nivel de desprendimiento se documentaron diversas fases de abandono y una zona de desecho de la leña quemada, así como carbones, que fueron combustible para el horno (figura 23). La potencia que mostró el sondeo era de 60 centímetros. No se documentó ningún tipo de material excepto restos de solera. El nivel de la base, la UE 5207, fue datado por ^{14}C y dio como resultado 1860 ± 30 BP (155 cal. d. C.) (Palet 2005*a*, 2006*a*; Palet *et al*. 2007).

En esta estructura ES 52 se han observado 413 fragmentos y la gran mayoría han sido determinados como *Pinus* tipo *uncinata*. Se han identificado 3 fragmentos de *Abies alba* en las UE 5204 y 5205. En la

013ITXASO.indd 69 28/9/09 09:50:00

Tabla 29. Resultados del análisis antracológico de la ES 60.

ES 60							
Taxón	*UE ext.*	*UE 101*	*UE 102*	*UE 201*	*UE 202*	*Total*	
						nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	38	19	67	17	36	139	82,73
Pinus sp.	-	-	-	-	4	4	2,38
Conífera indeterminable	-	-	2	-	2	4	2,38
Corteza	-	-	4	-	-	4	2,38
Indeterminable	-	1	5	3	8	17	10,11
Total	38	20	78	20	50	168	100

UE 5205 se ha identificado además un fragmento de *Buxus sempervirens*. En la UE 5207 se han determinado 3 fragmentos de *Juniperus* sp. Además, 9 fragmentos de la totalidad estudiada han sido determinados como correspondientes al género *Pinus* sp., 12 como coníferas indeterminables y un fragmento pertenece a una corteza (tabla 30). Todos los fragmentos de gran tamaño recuperados en esta estructura (ver figura 23) pertenecen a *Pinus* tipo *uncinata*.

La ES 102 es una carbonera sin muro de contención. El sondeo 1 corresponde a la zona intermedia entre la chimenea de la carbonera y la zona perimetral, mientras que el sondeo 2 es un sondeo realizado en el perímetro. En el sondeo 1 se identificaron dos fases de uso. En cambio, en el sondeo 2 solo se identificó una, debido a que en esta zona la última fase desapareció por la mayor erosión. La UE 104 fue datada por ^{14}C en 345 ± 25 BP (1551 cal. d. C.).

De la ES 102 se han analizado un total de 221 fragmentos y 212 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata*, 5 han resultado indeterminables y 4 han sido determinados como conífera indeterminable (tabla 31).

5.3.4. Sector de Riu dels Orris

El torrente de Riu dels Orris (Escaldes-Engordany), afluente del río Madriu, presenta una orientación noroeste-sureste. Nace en la sierra de la colina donde se sitúa el lago Blau (2.636 m) y confluye con el Madriu en la zona del refugio de Riu dels Orris (2.232 m). Es una zona de pendiente pronunciada. Sin embargo, las pequeñas terrazas naturales

Figura 23. Restos de troncos enteros carbonizados en la ES 52. Foto: J. M. Palet.

013ITXASO.indd 70 28/9/09 09:50:01

Tabla 30. Resultados del análisis antracológico de la ES 52.

ES 52									
Taxón	*Muestra exterior*	*UE 5202*	*UE 5203*	*UE 5204*	*UE 5205*	*UE 5206*	*UE 5207*	*Total*	
								nº frag.	*%*
Abies alba	-	-	-	2	1	-	-	3	0,72
Buxus sempervirens	-	-	-	-	1	-	-	1	0,24
Juniperus sp.	-	-	-	-	-	-	3	3	0,72
Pinus tipo *uncinata*	14	20	50	169	37	61	4	355	85,97
Pinus sp.	1	2	3	3	-	-	-	9	2,17
Conífera indeterminable	4	-	-	3	4	1	-	12	2,9
Corteza	-	-	-	-	-	1	-	1	0,24
Indeterminable	3	-	1	3	13	9	-	29	7,02
Total	22	22	54	180	56	72	7	413	100

Tabla 31. Resultados del análisis antracológico de la ES 102.

ES 102								
Taxón	*UE 102*	*UE 103*	*UE 104*	*UE 105*	*UE 202*	*UE 204*	*Total*	
							nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	20	49	21	58	20	44	212	95,92
Conífera indeterminable	-	-	-	2	-	2	4	1,8
Indeterminable	-	1	-	-	-	4	5	2,26
Total	20	50	21	60	20	50	221	100

fueron aprovechadas para el asentamiento y la explotación ganadera y carbonera. El sector de Riu dels Orris se sitúa en la parte baja de la vertiente, en la zona que el torrente de Riu dels Orris y el río Madriu confluyen. Es una zona de suave pendiente que se encuentra más arriba del refugio de Riu dels Orris, a unos 2.240 metros de altitud, donde el valle se abre hacia Setut en dirección sur, en sentido norte a los lagos y hacia el oeste hasta el paso de Vallcivera. En este sector domina la presencia de una cubeta donde se acumula agua procedente de diversas torrenteras del río Madriu que confluyen en esta zona.

Resultados antracológicos de Orri del Riu dels Orris

Este conjunto se sitúa en un llano a 2.400 metros de altitud. La vegetación del entorno está compuesta básicamente por prados de plantas nitrófilas. Se trata de un espacio de explotación ganadera y de carboneo de época moderna en el que seguramente se aprovecharon estructuras de épocas anteriores para el desarrollo de estas actividades.

Las estructuras identificadas fueron un corredor sinuoso de 37 metros de longitud (ES 79) asociado un cercado de planta rectangular (ES 78). También se encontraron dos cercados muy erosionados (ES 80 y 81) situados uno al lado del otro, así como una carbonera (ES 82). De la base de esta última se recogieron muestras de carbón para el análisis antracológico.

La ES 82 es una carbonera de 8,2 por 8 metros situada a 2.400 metros de altitud. Tiene muro de contención de piedra seca y para la recogida de muestras durante las prospecciones del año 2004 se distinguieron las UE 1, 2 y 3. Las unidades estratigráficas UE 1 y 3 tenían carbones y la UE 2 era tierra quemada, es decir, se identificaron dos fases de uso. Solo se recogieron muestras de la UE 3 para su estudio antracológico y este nivel, datado por ^{14}C, dio fecha de 325 ± 30 BP (1562 cal. d. C.). Cerca de esta estructura pasa un torrente de agua y podemos encontrar también restos de *orris*, cercados y otras carboneras.

013ITXASO.indd 71 28/9/09 09:50:01

De la carbonera ES 82 un 80,73 % de los fragmentos corresponden a *Pinus* tipo *uncinata,* un 13,33 % a fragmentos indeterminables y un 4,44 % han sido identificados como conífera indeterminable. Además, un fragmento ha sido determinado como *Pinus* sp. y otro pertenece a una corteza (tabla 32).

5.3.5. Sector de Basses de Setut

El sector de Basses de Setut es un llano situado a 100 metros por encima del refugio de Riu dels Orris (2.315 m) y al sur del sector de Orris de Setut. La morfología de este llano es ondulada y contiene pequeños lagos, abundantes pastos y afloramientos graníticos de substrato. Este sector queda delimitado al sur por la carena que separa el valle del Madriu de la Cerdanya, donde se encuentran las altitudes máximas de 2.916 metros con Tossa Plana de Lles y 2.836 con el pico de Sirvent. Este sector está atravesado en sentido norte-sur por la vía que comunica el valle del Madriu con la Cerdanya a través del puerto de Setut. Se han obtenido muestras para el análisis antracológico en dos sectores.

Resultados antracológicos de Basses de Setut II

Basses de Setut II se encuentra entre 2.310 y 2.325 metros de altitud en la parroquia de Escaldes-Engordany. Está situado en el extremo este de un pequeño lago y el llano. Está formado por una serie de estructuras distribuidas de manera dispersa y sin vinculación directa evidente entre ellas. Se puede observar una cabaña construida en piedra seca (ES 45) de grandes dimensiones (6,60 × 4,40 m) y un abrigo (ES 120) al lado de un cercado (ES 121) de unos 20 metros cuadrados, que fue construido en piedra seca justo al lado de la turbera. Separada de este conjunto, se ha documentado otra estructura tumular y alargada (ES 46), de unos 0,8 por 1,4 metros, construida también en piedra seca, una carbonera situada en un llano (ES 122) y un camino que enlaza la carbonera con un plano más bajo (ES 123).

La ES 121 es un pequeño cercado de forma semicircular, construido en piedra seca y que está situado en una pendiente en umbría orientada al suroeste. La pared este se apoya en la vertiente formando una línea vagamente recta. En el sondeo, cuya potencia alcanzó 30 centímetros, debajo del nivel vegetal (UE 12100) y de colmatación natural que se encontraba debajo del nivel vegetal (UE 12101), se documentaron el nivel de colmatación con bloques del peñascal y el derrumbe del muro del cercado (UE 12102) y el nivel de ocupación/abandono de la estructura (UE 12103). El muro (UE 12130) se había construido directamente sobre el substrato morrénico (UE 12104). La UE 12103 o nivel de ocupación era un nivel rico en carbones y fue datado por ^{14}C. El resultado fue 320 ± 30 BP (1564 cal. d. C.).

De la ES 121 se han analizado un total de 53 fragmentos, de los cuales 46 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata*, 4 han sido identificados como conífera indeterminable y 2 fragmentos han resultado indeterminables. Además, ha aparecido un fragmento de *Salix* sp. (tabla 33).

Resultados antracológicos de Basses de Setut III

Basses de Setut III es un espacio de explotación ganadera de pequeñas dimensiones formado por cinco cercados y una cabaña. Los cercados son de pequeño tamaño y se encuentran muy erosionados. Las ES 133, 134, 135 y 154 se encuentran en una pendiente orientada al norte, en la parte septentrional del yacimiento, y muy próximas a la morrena, a excepción del cercado (ES 136), que se encuentra al otro lado de la pendiente. Unos 50 metros más al norte, en una pendiente orientada al norte, hacia el yacimiento de Orris de Setut, podemos encontrar la cabaña ES 137, de planta rectangular y muy erosionada.

La ES 133 es un cercado de planta ovoide y está bien protegida por el talud morrénico. El muro conserva la hilera de la base y parte de la segunda hilera todavía se encuentra en su lugar original. En el son-

Tabla 32. Resultados del análisis antracológico de la ES 82.

ES 82				
Taxón	*UE 3A*	*UE 3B*	*Total*	
			nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	67	42	109	80,73
Pinus sp.	-	1	1	0,74
Conífera indeterminable	2	4	6	4,44
Indeterminable	5	13	18	13,33
Corteza	1	-	1	0,74
Total	75	60	135	100

013ITXASO.indd 72 28/9/09 09:50:01

Tabla 33. Resultados del análisis antracológico de la ES 121.

ES 121				
Taxón	*UE 01*	*UE 03*	*Total*	
			nº frag.	*%*
Pinus tipo *uncinata*	37	9	46	86,79
Salix sp.	-	1	1	1,88
Conífera indeterminable	3	1	4	7,54
Indeterminable	-	2	2	3,77
Total	40	13	53	100

deo, con 15-20 centímetros de profundidad, se documentaron el nivel vegetal (UE 13300), el nivel de relleno de formación natural, donde se observó un nivel fino de relleno con restos de hogares que se encontraba casi en superficie (UE 13301), y un único nivel directamente asociado al cercado (UE 13302). Se trataba de un nivel con abundante presencia de bloques que se interpretó como nivel de destrucción del muro. Debajo se documentó la UE 13303, un nivel de formación natural estéril de transición antes de llegar al substrato morrénico.

La ES 135 es también un cercado de forma circular que se hunde hacia el centro. Solo se conserva la base del muro perimetral, aunque en el sector este se conserva también una segunda hilera. El acceso se encontraba seguramente en el sur. El sondeo ofreció 30 centímetros de potencia estratigráfica. Por debajo del nivel vegetal (UE 13500) se documentó un relleno de formación natural (UE 13501) y, debajo de este nivel, se documentó otro nivel de textura arenosa con presencia de piedras de tamaño medio y carbones (UE 13502), que podría corresponder al nivel de ocupación/abandono del cercado a pesar de no ser un nivel orgánico. Este nivel ha sido datado en 1985 ± 30 BP (siglo I d. C.). Finalmente se documentó el substrato morrénico (UE 13503), un nivel de piedras de tamaño mediano y pequeño. El muro de piedra seca del cercado (UE 13530) se apoyaba directamente sobre este substrato.

La ES 137 es una cabaña de pastor de planta cuadrada relacionada con los cercados del yacimiento. Su acceso debía de encontrarse en el lado sur. En el sondeo, de 20 centímetros de potencia, se documentó un único nivel (UE 13701) con restos de bloques de muro que se encontraba justo por debajo del nivel vegetal (UE 13700) y cuya textura era suelta y con abundantes raíces y carbones. Podría corresponder al nivel de ocupación/abandono de la cabaña. Debajo de este nivel, se documentaron niveles naturales estériles limosos (UE 13702 y 13703).

En las ES 133, 135 y 137, de los 290 fragmentos analizados, el taxón mayoritariamente representado es *Pinus* tipo *uncinata*. Además, 21 fragmentos han sido identificados como conífera indeterminable, 2 como correspondientes al género *Pinus* sp. y 4 han resultado indeterminables. En la ES 137 se ha determinado un fragmento de *Betula* sp. y 3 fragmentos de *Rhododendron/Vaccinium* sp. (tabla 34).

5.3.6. Sector de Pleta de les Bacives

Este sector se encuentra en una cuenca localizada en la zona de Gargantillar, que se extiende desde el Estany de l'Illa al Estany Forcat, entre 2.500 y 2.535 metros de altitud, y en él podemos encontrar varios conjuntos de cercados, *pletes* y cabañas dispersas. Podemos observar, por un lado, pequeños espacios ganaderos (Pleta de les Bacives I y III) y, por otro, una gran *pleta* asociada a varios cercados y cabañas (Pleta de les Bacives II) (Palet 2007*a*).

Resultados antracológicos de Pleta de les Bacives I

En este yacimiento se ha documentado un pequeño conjunto formado por una *pleta* (ES 149) y una estructura indeterminada (ES 150). Más al norte, se sitúa otro conjunto formado por un cercado (ES 151) y una cabaña (152) y 120 metros al oeste se localiza otra cabaña (ES 153). Se trata de estructuras pequeñas.

La ES 151 corresponde a un cercado pequeño de unos 48 metros cuadrados. Es de planta ovalada y está delimitado por amplios muros de piedra seca, de 1 metro aproximadamente, que se apoyan en el talud de la montaña que delimita la estructura por el sur. Los bloques de la base son de grandes dimensiones y la parte norte parece reconstruida por bloques más pequeños, como si la estructura se hubiera reutilizado. En el sondeo, de 1,5 por 1,5 metros, se documentaron 35 centímetros de potencia con un nivel de ocupación/abandono (UE 15102) de tierra suelta muy orgánica y con mucha potencia. La UE 15102 fue datada por ^{14}C y dio como resultado 3755 ± 35 BP (2162 cal. a. C.). Este nivel estaba cubierto por el nivel vegetal

013ITXASO.indd 73 28/9/09 09:50:01

Tabla 34. Resultados del análisis antracológico de las estructuras pastoriles ES 133, 135 y 137.

Taxón	*ES 133*						*ES 135*					*ES 137*				*Total*	
	UE 0	*UE 1*	*UE 2*	*UE 3*	*Total*		*UE 0*	*UE 1*	*UE 2*	*Total*		*UE 1*	*UE 2*	*Total*		*nº frag.*	*%*
					nº frag.	*%*				*nº frag.*	*%*			*nº frag.*	*%*		
Betula sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1,25	1	0,34
Pinus tipo *uncinata*	38	37	37	3	115	92	3	37	38	78	91,74	38	28	66	82,5	259	89,31
Pinus sp.	1	-	-	-	1	0,8	1	-	-	1	1,17	-	-	-	-	2	2,68
Rhododendron/ Vaccinium sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3,52	3	1,03
Conífera indeterminable	1	-	2	2	5	4	1	3	2	6	7,05	2	8	10	12,5	21	7,24
Indeterminable	-	3	1	-	4	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1,37
Total	40	40	40	5	125	100	5	40	40	85	100	40	40	80	100	290	100

(UE 15100) y un pequeño nivel de humus de relleno con abundantes raíces (UE 15101), y se encontraba directamente apoyado sobre el substrato natural (UE 15103).

La ES 152 es una pequeña cabaña de pastor de forma ovoide de unos 7 metros cuadrados de la que solo se conserva la base. Está hecha con piedras de mediano tamaño y muros de delimitación potentes en piedra seca de 1 metro de ancho. En el sondeo, de 1 por 1,5 metros, se observó que se trataba de una estructura honda con una potencia estratigráfica significativa. Por debajo de los niveles superficiales (UE 15200-15201) se documentó un nivel de derrumbe y abandono de textura limosa y color oscuro-negro con presencia de grandes bloques del derrumbe de la cabaña (UE 15202). Este nivel cubría el estrato de ocupación/abandono (UE 15203), que se situaba únicamente en la mitad oeste del sondeo, también de textura limosa y de color marrón oscuro. Debajo de este nivel se documentó el nivel de ocupación de la cabaña (UE 15204), de textura similar a la del estrato anterior, y que era visible en el extremo suroeste del sondeo, así como en la parte norte de la cata. El extremo suroeste resultó especialmente rico en carbones y podría estar relacionado con el hogar que se encontró en el lado sur de la cata, pero que no fue excavado por encontrarse fuera del sondeo. La UE 15204 fue datada por ^{14}C y dio como resultado 5660 ± 40 BP (4481 cal. a. C.). Posteriormente se dató la UE 15202, que dio como resultado 1590 ± 30 BP (476 cal. d. C.), que puede corresponder a la fecha de abandono de la cabaña (Palet *et al*. 2007).

La ES 153 es una cabaña que aprovecha un gran bloque natural como abrigo y presenta un muro potente de forma semicircular y una entrada por el suroeste. El muro está compuesto por una base de grandes bloques y encima de estos se levanta una estructura de bloques más pequeños. El sondeo, de 2 por 1 metros, se realizó paralelo al muro de la cabaña. Debajo del nivel vegetal (UE 15300) se documentó un nivel de 60 centímetros de potencia de derrumbe del muro y de la estructura de cubierta vegetal (UE 15301). La estructura de cubierta se localizó en la parte norte del sondeo. En la parte sur, se documentó una acumulación de piedras enteras procedentes del derrumbe del muro exterior del abrigo. Por debajo de este nivel se documentó el estrato de ocupación (UE 15302), pavimentado con tierra batida y pequeñas piedras. En este estrato se recuperaron diversos artefactos tales como una navaja, alambre, una herradura, una moneda, una caja redonda, fibras degradadas y una bota de vino de principios del siglo xx. El suelo se encontraba directamente sobre el substrato (UE 15303), un nivel estéril. El muro de piedra seca (UE 15330 y 15331) se situaba directamente sobre la UE 15303. En este sondeo no se recuperaron carbones, pero sí madera de la estructura de cubierta.

De las ES 151 y 152, un 70,76 % de los fragmentos corresponden a *Pinus* tipo *uncinata,* un 19,23 % a coníferas indeterminables y 4 fragmentos han resultado indeterminables. En la ES 152 se han identificado 2 fragmentos de *Juniperus* sp. y 7 fragmentos de monocotiledónea (tabla 35).

De la ES 153 no se recuperaron carbones, solo la posible estructura de cubierta, que correspondía a *Pinus* tipo *uncinata* y un fragmento de madera que encajaba perpendicularmente y correspondía a *Juniperus* sp.

5.3.7. Transecto altitudinal de carboneras del valle del Madriu

Este transecto ha sido realizado desde 1.800 a 2.100 metros de altitud siguiendo el camino trazado

013ITXASO.indd 74 28/9/09 09:50:01

Tabla 35. Resultados del análisis antracológico de las ES 151 y 152.

Taxón	*ES 151*			*ES 152*					*Total*	
	UE 02	*Total*		*UE 02*	*UE 03*	*UE 04*	*Total*		*nº frag.*	*%*
		nº frag.	*%*				*nº frag.*	*%*		
Juniperus sp.	-	-	-	2	-	-	2	2,22	2	1,53
Monocotiledonea	-	-	-	-	1	6	7	7,77	7	5,38
Pinus tipo *uncinata*	36	36	90	27	28	1	56	62,22	92	70,76
Conífera indeterminable	4	4	10	10	9	2	21	23,33	25	19,23
Indeterminable	-	-	-	1	2	1	4	4,44	4	3,07
Total	40	40	100	40	40	10	90	100	130	100

Tabla 36. Resultados del análisis antracológico del transecto de carboneras.

Taxón	*Nº de carbonera*										
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*Total*	
										nº frag.	*%*
Betula sp.	8	12	1	-	1	-	-	-	-	22	12,15
Juniperus sp.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0,55
Pinus tipo *uncinata*	12	7	19	18	15	19	18	20	18	146	80,66
Salix sp.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0,55
Conífera indeterminable	-	-	-	-	1	-	-	-	2	3	1,65
Corteza	1	-	-	2	1	-	2	-	-	6	3,31
Indeterminable	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2	1,1
Total	21	20	20	20	20	20	20	20	20	181	100

por el GR-11, que a su paso ha dejado a la vista la sección de muchas carboneras (figura 24). Las muestras fueron recuperadas de la base de cada una de ellas. Las especies leñosas que podemos encontrar a lo largo de este transecto son entre otras *Pinus sylvestris*, que llega hasta los 1.900 metros de altitud y luego es sustituido por *Pinus uncinata*, *Vaccinium myrtillus, Betula pendula*, *Salix* spp., *Sambucus* spp., *Juniperus* spp., *Rubus* sp. y *Rhododendron ferrugineum,* entre otros.

La carbonera 1, datada en 65 ± 30 BP (1806 cal. d. C.), se localiza en el Roc de l'Estall, a 1.800 metros de altitud. La carbonera 2 se ubica en Coll Jovell, a 1.845 metros de altitud. La carbonera 3 se sitúa en Carboneres de Ferrer, a 1.900 metros de altitud. La base fue datada por ^{14}C y dio como resultado 265 ± 30 BP (1593 cal. d. C.). La carbonera 4 se encuentra en Carboneres de Ferrer, a 1.900 metros de altitud, justo al lado de la carbonera 3. La carbonera 5 se localiza en la Barraca de la Farga, a 1.990 metros de altitud. La carbonera 6, fechada en 365 ± 30 BP (1541 cal. d. C.), se encuentra en Planells de l'Estall Serrer, a 2.020 metros. La chimenea de esta carbonera fue descubierta por el corte del camino, de modo que se recogió una muestra aparte de la misma. La carbonera 7 se sitúa cerca de la Pleta de la Trava, a 2.100 metros de altitud. La carbonera 8 se localiza en la Pleta de la Trava, a 2.100 metros de altitud. Finalmente, la carbonera 9 se encuentra en la Font de la Gaitana, a 2.125 metros de altitud (figura 24).

De cada carbonera han sido analizados 20 fragmentos de carbón y hemos observado un total de 181 fragmentos. En la tabla 36 podemos observar que en todas las carboneras se ha identificado *Pinus* tipo *uncinata*, que ha resultado el taxón dominante en todas las carboneras excepto en la 2, en la que el número de fragmentos de *Betula* sp. es mayor que el de *Pinus* tipo *uncinata*. Sin embargo, debido a que el número de fragmentos analizado es reducido, solo tendremos en cuenta la presencia/ausencia taxonómica. Otros taxones identificados han sido *Salix* sp. en la carbonera 5 y un fragmento de *Juniperus* sp. en la carbonera 6. Además, se ha identificado un fragmento de conífera indeterminable en la carbonera 5 y dos en la 9. En cuanto a las cortezas, se ha identificado un fragmento en las carboneras 1 y 5, y dos en las carboneras 4 y 6. Por

013ITXASO.indd 75 28/9/09 09:50:01

último, dos fragmentos han resultado indeterminables, uno en la carbonera 2 y otro en la 5.

Debemos incluir la ES 13, una carbonera que se encuentra en un plano del valle de Perafita, entre 1.500 y 1.600 metros de altitud, cerca de Entremesaigües. No se documentó ningún muro de contención. Se recogió sedimento de la base de la misma para la realización de análisis antracológicos. La base fue datada por ^{14}C y dio como resultado 175 ± 30 BP (1804 cal. d. C.).

En la carbonera ES 13 se han analizado 20 fragmentos, de los cuales 18 corresponden a *Abies alba*, un fragmento ha sido determinado como corteza y otro no ha podido ser identificado (tabla 37).

Tabla 37. Resultados del análisis antracológico de la ES 13.

ES 13 base		
Taxón	*nº frag.*	*%*
Abies alba	18	90
Corteza	1	5
Indeterminable	1	5
Total	20	100

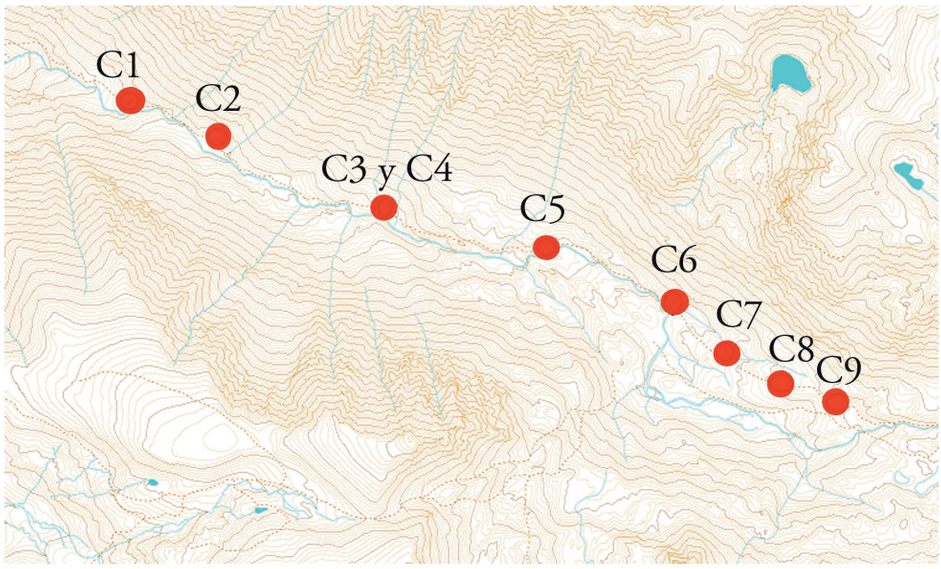


Figura 24. Localización de las carboneras muestreadas. Los puntos sitúan los sondeos realizados en las carboneras. C1: Roc de l'Estall (1.800 m); C2: Coll Jovell (1.845 m); C3 y C4: Carboneres de Ferrer (1.900 m); C5: Barraca de la Farga (1.990 m); C6: Barraca de la Bauma (2.020 m); C7: Estall Serrer (2.020 m); C8: Pleta de la Trava (2.100 m); C9: Font de la Gaitana (2.125 m).

013ITXASO.indd 76 28/9/09 09:50:02

6. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. Sierra del Cadí

En la sierra del Cadí se han estudiado estructuras procedentes de cuatro yacimientos: Cerneres, El Goleró, Pradell y Carboneres. En Cerneres, localizado entre 1.650 y 1.800 metros de altitud, se han identificado pino tipo negro, enebro, boj y abeto. Esto nos indica un entorno vegetal en el que el bosque de pino, que podría ser albar o negro e incluso un híbrido de ambos, se encuentra acompañado por el abeto en zonas de umbría. En solana, donde la vegetación es más abierta, y por lo tanto arbustiva, encontraríamos boj y enebro como sotobosque acompañando al pino. El abeto y el boj no suelen superar los 2.000 metros de altitud, por lo que su presencia en las estructuras de El Goleró (ES 02 y 43), que superan esta altitud, podría deberse a otras causas relacionadas con su uso.

Los resultados obtenidos en el yacimiento de Pradell y El Goleró nos muestran un pinar subalpino de pino negro bastante abierto con el enebro como acompañante principal en solana, y las Ericáceas de montaña como la gayuba, el rododendro o el arándano en umbría, con la presencia de algún serbal/espino y sauce en las zonas con mayor humedad. El sauce es una especie que se suele situar cerca de cursos fluviales. Cerca de El Goleró, que es donde se ha identificado este taxón, hay una fuente de agua. El serbal/espino es un taxón que puede acompañar al pinar de pino negro en estas altitudes, aunque lo suele hacer de manera individual y sin formar agrupaciones. Debido a esto, su representación proporcional en el registro antracológico suele ser muy pobre.

Por último, en Carboneres y en la ES 81 de Pradell, los resultados antracológicos también nos muestran la presencia de un pinar subalpino de pino negro, aunque reflejan un bosque más cerrado que el de Pradell y El Goleró. No se ha identificado ningún taxón correspondiente a la vegetación arbustiva como el enebro o las Ericáceas, y solo se ha identificado pino tipo negro.

Los resultados antracológicos nos están indicando que, entre el Neolítico final y la época moderna, la vegetación es muy similar a la que podemos encontrar en la actualidad. En nuestro registro no hemos observado cambios en la composición de la vegetación a pesar de que se sabe que durante este periodo ha habido algunos cambios climáticos importantes (p. e. la pequeña edad del hielo). Estos cambios han causado importantes transformaciones en el paisaje (descenso del nivel superior forestal, apertura de la vegetación, etc.) que no vemos reflejadas en el registro antracológico propiamente dicho.

Carboneras

En la sierra del Cadí, las carboneras estudiadas pertenecen a los yacimientos de Cerneres y Carboneres. En las tres carboneras del yacimiento de Carboneres solo se ha identificado el pino tipo negro. En las carboneras de Cerneres, el taxón dominante es también el pino tipo negro, pero en las ES 35, 36 y 39 también se identificaron el enebro y el abeto y en la ES 39 se determinó boj (tabla 38).

Todas las carboneras de Cerneres se sitúan en una pendiente de umbría, donde actualmente crecen agrupaciones de pino negro y abeto, excepto las carboneras

Tabla 38. Presencia/ausencia de los taxones en las carboneras de Cerneres y Carboneres.

	Cerneres					*Carboneres*		
	35	*36*	*37*	*39*	*51*	*82*	*83*	*84*
Abies alba	■	■		■				
Buxus sempervirens				■				
Juniperus sp.	■	■		■				
Abies alba/Juniperus sp.	■	■						
Pinus tipo *uncinata*	■	■	■	■	■	■	■	■
Pinus sp.	■	■		■				
Conífera indeterminable	■	■	■	■	■	■	■	■
Corteza	■	■		■	■		■	■
Indeterminable	■	■	■	■	■		■	■
Piña					■			

013ITXASO.indd 77 28/9/09 09:50:02

35 y 36, que están situadas en la base de la pendiente. En el momento de utilización de las carboneras, dichas agrupaciones de árboles debieron formar bosques más cerrados y ofrecieron la materia prima necesaria para la cocción del carbón. La actividad carbonera fue bastante intensa, porque las estructuras se encuentran a diferentes alturas en la pendiente de umbría y además las carboneras presentan una gran potencia carbonosa. El carboneo causó la degradación del bosque de Cerneres. Los documentos hablan de una degradación debido a la fragua de Tuixén, que tenía derecho a la explotación de todos los bosques del término (Gascón 2007). El bosque de Cerneres está ubicado en una vía de paso y además en la entrada del valle de La Vansa, un lugar estratégico y adecuado para esta actividad.

Justo en frente del yacimiento, se encuentra una pendiente de solana. Posiblemente, el enebro y el boj identificados en las carboneras provienen de esta vertiente. En este entorno, estas especies crecen como arbustos pequeños que no proporcionan mucha madera, por lo que seguramente no se utilizaron como combustible principal de las carboneras. Su presencia en escasas proporciones podría explicarse porque, o fueron arrastrados junto con el resto de la leña y se utilizaron para prender la chimenea, o se utilizaron para cubrir la pila. También podrían ser restos de algún objeto o utensilio del propio carbonero. De hecho, en la carbonera 35 se recuperaron virutas de enebro/abeto (figura 44).

En el caso de Carboneres, las carboneras ES 83 y 84 se sitúan en un prado, mientras que la ES 82 se sitúa en una pendiente de umbría en el interior de un bosque de pinos cerrado. El hecho de que no se hayan identificado taxones arbustivos nos está indicando que las tres carboneras habrían utilizado la leña de este mismo bosque compuesto básicamente por pinos y sin vegetación arbustiva.

Estructuras de pastoreo

Las muestras correspondientes a este tipo de estructuras provienen de los yacimientos de El Goleró y Pradell (tabla 39). Tenemos dos tipos de estructuras pastoriles: por un lado, se encuentran los cercados prehistóricos de El Goleró (ES 16, 46 y 48), y por otro lado, los cercados y cabañas de los siglos XVIII y XIX de Pradell y El Goleró (ES 02, 30 y 31). En estos emplazamientos están documentadas actividades pastoriles ya desde el siglo IV d. C., pues se han datado con esta cronología los niveles que se encuentran bajo estas estructuras modernas.

Los bosques identificados se componen de pino como elemento casi exclusivo. Por lo tanto, las estructuras se construyen con esta materia prima. De hecho, en la ES 46 se recuperaron fragmentos bastante grandes de pino que posiblemente provengan de la estructura del cercado. En las ES 30 y 31 se recuperaron fragmentos que conservaban la morfología de la estructura. Además, el pino también se debió de utilizar para la fabricación de útiles. En los sondeos ES 30 y 31 se encontraron fragmentos de morfología circular interpretados como tapas de recipientes (figuras 48 y 49).

En cuanto al enebro, el abeto y el boj, su presencia es minoritaria en el registro. Se trata de especies que pueden haber sido utilizadas como forraje junto con el pino, aunque lo que los rebaños consumen son los prados abundantes y ricos de los Pirineos. El abeto y el boj no corresponden al piso subalpino y, aunque se trate de fragmentos muy pequeños y no conserven ninguna morfología, podrían también provenir de algún objeto o utensilio. En la ES 30 se recuperaron además monocotiledóneas que seguramente provengan de los tallos de los cereales también recuperados en esta estructura.

Tabla 39. Presencia/ausencia de los taxones en las estructuras de pastoreo de El Goleró y Pradell.

	El Goleró				*Pradell*	
	16	*46*	*48*	*2*	*30*	*31*
Abies alba						
Arctostaphylos uva-ursi						
Buxus sempervirens						
Juniperus sp.						
Monocotiledonea						
Pinus tipo *uncinata*						
Pinus sp.						
Corteza						
Conífera indeterminable						
Indeterminable						

013ITXASO.indd 78 28/9/09 09:50:02

Hornos y estructuras relacionadas con actividades metalúrgicas

Los yacimientos en los que se han localizado estructuras relacionadas con la actividad minerometalúrgica son El Goleró y Pradell. En El Goleró se encuentran las ES 42 y 43, dos hornos de época romana, cuya funcionalidad concreta todavía se desconoce, aunque podrían estar relacionados con el primer tratamiento del mineral. En Pradell se encuentra la ES 81, datada en el siglo VIII d. C. y que corresponde a niveles de vertederos relacionados con la actividad metalúrgica.

El pino y el enebro fueron los combustibles utilizados en estas estructuras (tabla 40). Únicamente se identificó un fragmento de serbal/majuelo, por lo que, al igual que el boj y el abeto, que como ya hemos dicho no corresponden al piso subalpino, posiblemente provienen de algún objeto o utensilio.

Tabla 40. Presencia/ausencia de los taxones en hornos y estructuras relacionadas con las actividades minerometalúrgicas de El Goleró y Pradell.

	El Goleró		*Pradell*
	42	*43*	*81*
Abies alba			
Buxus sempervirens			
Juniperus sp.			
Pinus tipo *uncinata*			
Pinus sp.			
Sorbus/Crataegus sp.			
Conífera indeterminable			
Corteza			
Indeterminable			

6.2. Valle del Madriu

En este valle, en cuanto a la vegetación se refiere, los resultados nos muestran un pinar xerófilo de alta montaña situado a más de 1.600 metros de altitud, en el que el pino negro se encuentra acompañado de arbustos tales como el enebro en solana o las Ericáceas como el rododendro, la gayuba y el arándano en umbría. Se trata de un espacio bastante abierto en el que encontraríamos zonas de acumulación de pinos formando pequeños bosques. Las características de estos bosques están fuertemente influenciadas por las actividades de pastoreo (Orris de Setut, Basses de Setut, Pla de l'Ingla y Pleta de les Bacives) y de carboneo (Carboneres de Setut, Orri del Riu dels Orris, Portella de Setut, Setut, Sobre els Orris de Setut, Pla de l'Ingla y Bosc dels Estanyons), como lo evidencia el gran número de estructuras con cronologías desde el Neolítico hasta época moderna. Asimismo, los bosques de ribera se forman con el sauce, el abedul, el aliso y el olmo (Ejarque 2006). En el análisis antracológico hemos identificado únicamente el sauce, especie que puede subir bastante en altitud.

En cuanto a los bosques de abeto, se encuentran en el noreste del valle del Madriu, en la unión entre los ríos de Perafita y Madriu. Esta especie alcanza los 2.075 metros de altitud en la vertiente norte. Sin embargo, no es una especie muy abundante en el valle del Madriu debido a la influencia mediterránea de este valle (Miras *et al.* 2007).

Las resultados antracológicos de las carboneras de Bosc dels Estanyons nos muestran una vegetación algo diferente de la del resto de los yacimientos. Reflejan también un pinar de pino negro, pero con presencia de abedul. Los análisis palinológicos de la turbera de Bosc dels Estanyons nos indican que el abedul, al igual que el pino, se extendió reemplazando los prados de altitud debido a la mejora climática del preboreal hace unos 11.000 años cal. BP (Miras *et al.* 2007). El abedul de Bosc dels Estanyons también podría estar cumpliendo la función de especie pionera. Este bosque sufrió una importante degradación debido a las actividades de producción de carbón relacionadas con la fragua documentada en el valle, que debió funcionar entre el siglo XVI y principios del siglo XIX (Mas Canalís 1995).

Carboneras

Las tres especies utilizadas como combustible para hacer carbón son el abedul, el abeto y el pino. Solo se ha identificado abeto en una carbonera, que es la que se sitúa a 1.500 metros de altitud (tabla 41). En esta no se ha identificado el pino, especie que aparece representada en todas las demás carboneras. Hemos observado que el abedul se utiliza desde 1.845 hasta 1.990 metros según los resultados. Ya a partir de los 2.000 metros, el único taxón arbóreo identificado ha sido el pino en todas las carboneras, excepto en una carbonera de Bosc dels Estanyons, donde se ha identificado un fragmento de abedul. Los demás taxones de enebro, de Ericáceas y de boj no ofrecen suficiente leña para hacer carbón. Como explicación de su presencia, podrían haberse utilizado para cubrir la pila o para encender el fuego inicial, o podrían haberse introducido en la pila accidentalmente al ser arrastrados junto al resto de la leña. Incluso pueden provenir de algún objeto o utensilio del propio carbonero.

Estructuras de pastoreo

La mayoría de las estructuras de pastoreo del valle del Madriu tienen cronología de época medieval y moderna, desde el siglo XIV hasta el siglo XVII. Son excepción las ES 151 y 152 de Pleta de les Bacives,

013ITXASO.indd 79 28/9/09 09:50:02

Tabla 41. Presencia/ausencia de los taxones en las carboneras del valle del Madriu.

	Setut I		*Sobre els Orris de Setut*		*Portella de Setut*	*Carboneres de Setut*			*Bosc dels Estanyons*						*Pla de l'Ingla*				*Orri del Riu dels Orris I*	*Transecto altitudinal de carboneras*									
	1	*2*	*10*	*15*	*47*	*48*	*50*	*129*	*64*	*65*	*66*	*67*	*104*	*110*	*53*	*58*	*60*	*102*	*82*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*13*
Abies alba														■						■	■	■		■					■
Betula sp.														■						■	■	■		■					
Juniperus sp.																									■				
Pinus tipo *uncinata*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Pinus sp.	■	■				■	■		■	■	■	■				■	■		■										
Rhododendron/ Vaccinium. sp.													■																
Salix sp.																								■					
Conífera indeterminable	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■			■	■	■	■					■				■	
Corteza									■				■				■		■	■			■	■		■			■
Indeterminable	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■		■		■						■

que han dado cronologías del Neolítico final en el primer caso y Neolítico antiguo y siglo v d. C. en el segundo, y el cercado de época romana de Basses de Setut (ES 135).

A partir de los resultados obtenidos no hemos observado ninguna diferencia significativa entre las estructuras modernas y las de Pleta de les Bacives. El pino tipo negro se ha identificado en todas las estructuras. Este taxón pudo utilizarse tanto como combustible para hogares como para la construcción de estructuras de cubierta o cercado o como forraje. De hecho, en la ES 153 se recuperó madera que fue interpretada como correspondiente a la estructura de cubierta (figura 46). El resto de los taxones pudieron utilizarse todos para la alimentación o para la construcción de camas para el ganado. Se trata de especies disponibles en el entorno inmediato. El sauce sirve para la cestería; por lo tanto, podemos suponer que el fragmento identificado procede de un objeto relacionado con esta actividad. Por último, la presencia de monocotiledóneas en Pleta de les Bacives podría explicarse como tallos de cereal o gramíneas que debieron utilizarse para alimentar al ganado y que accidentalmente cayeron en los hogares de los pastores y quedaron carbonizados (tabla 42).

Horno

En la ES 52, un horno de época romana cuya funcionalidad concreta no se conoce todavía, se ha identificado pino tipo negro como taxón más representativo. La tabla 43 nos muestra la presencia/ausencia taxonómica de esta estructura.

Pertenecen a este mismo taxón los grandes trozos, total o parcialmente quemados, que se recuperaron y que podrían pertenecer a la última fase de combustión, en la que la leña no terminó de consumirse (figura 23).

Se han distinguido tres tipos de fragmentos de gran formato correspondientes al último uso del horno. Por un lado, están los nudos de ramas de árbol, que son la parte más dura del árbol. Corresponden a la parte de la rama que está en contacto con el tronco del árbol. En la identificación, se ha observado que están muy vitrificados. La aparición de estos nudos hace suponer que el combustible utilizado consistía en ramas caídas o arrancadas. Por otro lado, se han observado fragmentos con sección cuadrada y que podrían ser partes de grandes ramas que, debido a la anatomía del pino, se hubieran fragmentado siguiendo la dirección de las traqueidas longitudinales una vez caídas del árbol y en estado seco. Por último, se han recuperado ramas que no conservaban la corteza y con evidencias de haber sufrido tensión, debido al peso de la nieve o a la ubicación del árbol en pendiente, porque tenían una sección elíptica. Además, en la sección radial se observaron compresiones. El calibre de estas ramas es de unos 6 centímetros de diámetro de media. Algunos tienen marca de corte de hacha, cuya acción ya explicaremos más adelante (figuras 38, 39 y 40). Por lo tanto, parece que en la última fase de uso del horno se utilizaron ramas grandes caídas y madera seca como al menos parte del combustible para el horno, que, en algún caso, se volvieron a cortar con hacha.

Los demás taxones de enebro, abeto y boj están representados por muy pocos fragmentos. El enebro

013ITXASO.indd 80 28/9/09 09:50:02

Tabla 42. Presencia/ausencia de los taxones en las estructuras de pastoreo del valle del Madriu.

	Orris de Setut			*Pla de l'Ingla*	*Basses de Setut*				*Pleta de les Bacives*		
	27	*29*	*35*	*59*	*121*	*133*	*135*	*137*	*151*	*152*	*153*
Betula sp.											
Juniperus sp.											
Monocotiledonea											
Pinus tipo *uncinata*											
Pinus sp.											
Salix sp.											
Rhododendron/Vaccinium sp.											
Cf. Ericaceae											
Conífera indeterminable											
Corteza											
Indeterminable											

Tabla 43. Presencia/ausencia de los taxones en el horno del valle del Madriu.

	Pla de l'Ingla
	52
Abies alba	
Buxus sempervirens	
Juniperus sp.	
Pinus tipo *uncinata*	
Pinus sp.	
Conífera indeterminable	
Corteza	
Indeterminable	

pudo utilizarse como combustible o para prender fuego al horno. El boj y el abeto, una vez más, están presentes en el piso subalpino, aunque corresponden más bien al montano. Su presencia podría deberse a algún objeto o utensilio, pero, debido a que se trata de fragmentos pequeños, en este caso tampoco lo podemos asegurar. Por último, hay que mencionar el mango de algún tipo de utensilio de pino tipo negro que se ha recuperado en esta estructura (figura 47).

6.3. Alteraciones observadas en el registro antracológico

En este subapartado incluimos las deformaciones producidas durante el crecimiento de la madera en su estructura a través de la observación de los anillos de crecimiento. Es lo que en el capítulo 4 denominamos *análisis dendrológico*. Asimismo, tenemos en cuenta aquellas alteraciones que se producen una vez ocurrida la muerte de la planta, tanto durante su combustión como durante los procesos postdeposicionales o durante la recuperación del material antracológico. Esto nos permitirá obtener información acerca de las condiciones geográficas y climáticas gracias a las alteraciones producidas durante el crecimiento del árbol. También obtendremos información acerca del tipo de madera explotada y podremos conocer las condiciones de combustión.

En el material estudiado, cada tipo de alteración aparece como máximo en un 30 % del total de los fragmentos analizados en cada estructura (carboneras, hornos y estructuras de pastoreo). En conjunto, los fragmentos se encuentran en un buen estado de conservación y la madera que se utilizó era madera verde y sana, como ya veremos. Hemos distinguido las alteraciones producidas antes de la combustión, las alteraciones causadas debido a los microorganismos, las producidas durante el proceso de combustión y las que surgen durante los procesos postdeposicionales. El gráfico 10 nos muestra que el menor porcentaje de alteraciones producidas antes de la combustión, es decir, debidas al crecimiento de la planta, se producen en las carboneras. El menor porcentaje de las alteraciones postdeposicionales corresponde también a las carboneras. En cambio, este tipo de estructuras presenta el mayor porcentaje en lo que se refiere a alteraciones producidas durante la combustión y a las alteraciones causadas por microorganismos. En cuanto a las estructuras pastoriles, estas presentan el mayor porcentaje en las alteraciones postdeposicionales, mientras que corresponde el menor porcentaje a las altera-

013ITXASO.indd 81 28/9/09 09:50:03

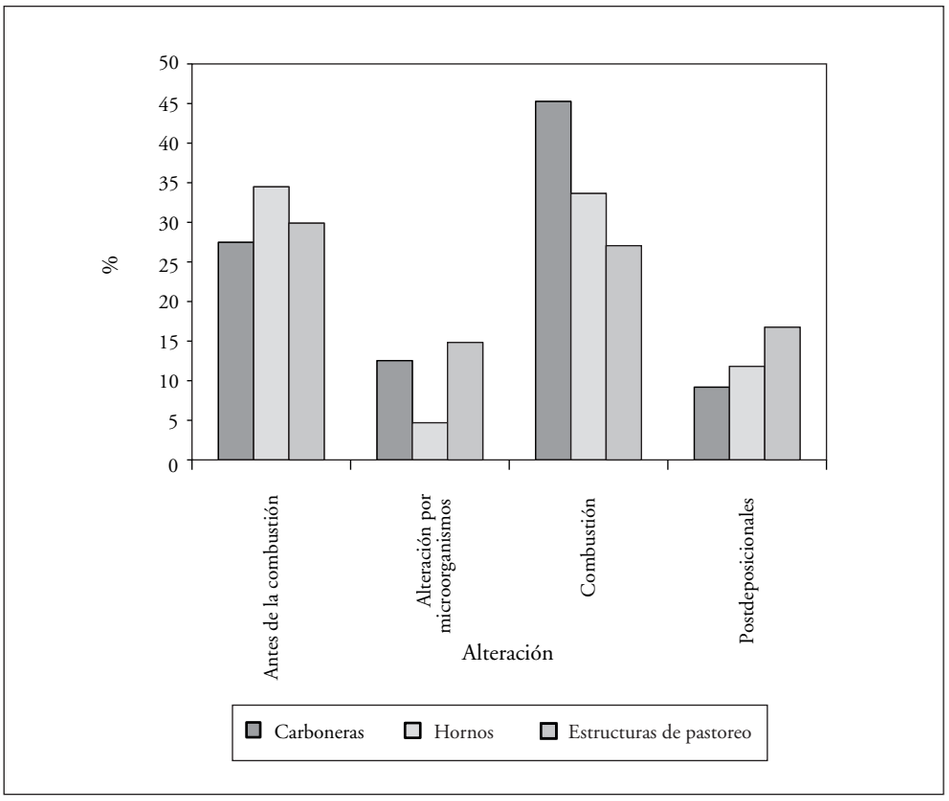


Gráfico 10. Alteraciones observadas en el registro antracológico.

ciones producidas por la combustión. Por último, los hornos presentan el mayor porcentaje en las alteraciones producidas durante el crecimiento de la madera y el menor en cuanto a las alteraciones producidas por microorganismos.

Para comprender estos porcentajes e interpretar los resultados, vamos a describir cada tipo de alteración observada, las causas de su aparición y en qué tipo de estructuras dominan o están ausentes.

6.3.1. Alteraciones producidas antes de la combustión

Crecimiento de la planta

En el material estudiado hemos observado tensión en las angiospermas (figura 25) y compresiones en las coníferas (figuras 26 y 27). La aparición de este tipo de alteraciones se produce durante el crecimiento de estos árboles y arbustos en unas condiciones de estrés importante. En alta montaña, tales condiciones se producen debido a los fuertes vientos del invierno, a la nieve que se acumula en los árboles y ejerce presión sobre estos y a las pendientes pronunciadas, habituales en este tipo de medio.

Hemos observado que las compresiones aparecen en menores proporciones en las carboneras. Esto se debe a que las compresiones suelen ser más habituales en ramas de pequeño calibre (Schweingruber 1996), y en las carboneras se suelen utilizar ramas gruesas para la cocción.

Debido a estas condiciones de estrés, se produce también el colapso de células de las coníferas (figura 27) (Gorczynski y Molski 1969), en el que el leño final se deteriora antes que el inicial, lo cual da lugar a un aspecto característico en zigzag. Aunque esta alteración también puede deberse a la combustión (Allué 2002) o al ataque por microorganismos (Carrión 2005).

Por otro lado, debido a que el cambio de temperaturas de verano a invierno es muy importante en regiones subalpinas, se produce un crecimiento irregular de los anillos de crecimiento, por el que presentan un aspecto sinuoso (figura 28), alteración que, en nuestro material de estudio, es más frecuente en las carboneras. Estos mismos cambios bruscos producen fracturas producidas por el hielo/deshielo, las cuales también son más abundantes en las carboneras. Esto seguramente es debido a que las carboneras, al contrario que los hornos y las estructuras de pastoreo, situados en solana, se encuentran en zonas de umbría, donde las condiciones climáticas son un poco más duras.

Los nudos, y en general las alteraciones producidas durante el crecimiento del árbol, están representados en menores proporciones en las carboneras que en los otros tipos de estructuras. Esto se debe a que en las carboneras se utilizan troncos lisos para construir la pila y a que en los otros tipos de estructura, excepto para la construcción de estructuras, el hecho de que una rama no sea lisa no tiene tanta importancia.

013ITXASO.indd 82 28/9/09 09:50:03

Algunos de los fragmentos de carbón conservaban la corteza, y en todos ellos esta comenzaba en el leño final, lo que demuestra que todas las ramas fueron taladas en periodo estival.

Finalmente, debido a que la gran mayoría de los carbones corresponden a pinos y estos producen resina, hemos podido documentar la presencia de resina sobre la estructura del carbón (figura 29).

Alteración por microorganismos

En general, este tipo de alteraciones es poco importante en los conjuntos estudiados. Hemos podido reconocer los agujeros causados por insectos xilófagos en la sección transversal (figura 30). Además, hemos observado microorganismos vivos alimentándose de carbón, pues la tierra donde los carbones estaban sedimentados es muy húmeda y muy apta para la regeneración de este tipo de larvas (figura 31). Finalmente, hemos podido observar claramente los filamentos de las hifas (figura 32).

Las alteraciones relacionadas con el ataque de microorganismos aparecen en todo tipo de estructuras, pero las hifas son más abundantes en las carboneras, mientras que los xilófagos lo son en estructuras de pastoreo. El menor porcentaje de ataque por microorganismos corresponde a los hornos (12,04 %), aunque es también muy bajo en el resto de estructuras. Esto nos podría estar indicando que la madera utilizada era verde en todos los casos y que se talaba en el momento de su utilización, en lugar de almacenarla. Podría ocurrir, sin embargo, que la madera utilizada hubiera sido seca y que los microorganismos no se hubieran instalado en la misma, pero este hecho es poco probable debido a la gran humedad del entorno de alta montaña. El uso inmediato de la madera se corrobora por el hecho de que en todo tipo de estructuras la madera fue talada en verano, estación del año en la que se realizaban estas actividades de alta montaña. Como ya hemos comentado, la corteza se encontraba en todos los casos en el leño final.

6.3.2. Alteraciones producidas durante la combustión

Las alteraciones producidas durante la combustión son las fisuras y las vitrificaciones. Las fisuras suelen producirse en la sección transversal (figura 33). Cuanta más humedad tenga la madera quemada, más fisuras se producirán, pues esto acelera el proceso de escape de los gases volátiles (Théry-Parisot 2001). El entorno de alta montaña es muy húmedo y además la nieve se mantiene durante meses, lo que explica la presencia de este tipo de alteración en el registro. También se producen más fisuras en aquellos fragmentos que tengan poros y radios más anchos. En nuestro material hemos observado que las Coníferas presentan menos fisuras que los taxones correspondientes a las Angiospermas. Esto se debe a que las Coníferas tienen radios uniseriados y cortos y, además, sus canales resiníferos no son tan abundantes como los poros en una angiosperma, por lo que las fisuras serán menos numerosas que en las Angiospermas.

Según algunos autores la vitrificación aparece en mayores proporciones en aquellas estructuras en las que la combustión es de altas temperaturas, anaeróbica y lenta, como por ejemplo las carboneras (Fabre 1996; Carrión 2005). Sin embargo, en el material estudiado, dicha alteración es poco frecuente en general y aparece en parecidas proporciones en otro tipo de estructuras como las ganaderas, a pesar de que el porcentaje sea un poco mayor en el caso de las carboneras.

Otros autores observaron que en los carbones provenientes de hornos, relacionados con la fabricación de metal, era mayor el porcentaje de vitrificación debido a las altas temperaturas estables que se adquieren, al igual que en las carboneras (Marguerie y Hunot 2007). En nuestro caso, no disponemos de hornos de metal, pero sí para la primera transformación del mineral de hierro, donde las temperaturas utilizadas son algo menores. Sin embargo, en este tipo de hornos también es necesario un ambiente con temperaturas relativamente altas (600 °C) y estables. De hecho, la temperatura que se alcanza durante el primer tratamiento del mineral es parecida a la que alcanza una carbonera. Pero, como ya hemos dicho antes, el porcentaje de vitrificación no es alto en ninguna de las estructuras, y en el caso de los hornos solo hemos observado dicha alteración en menos de un 15 % del total (figuras 33, 34 y 35).

Según Scheel-Ybert (1998), los taxones resinosos muestran una mayor tendencia a la vitrificación. Sin embargo, los pinos son especies resinosas, y esta alteración no es frecuente en nuestro material. En nuestro registro, hemos visto cómo este fenómeno es mucho más importante en las Angiospermas que en las Coníferas. En las Coníferas, la alteración afecta a una parte de la estructura, mientras que en las Angiospermas toda la sección transversal se suele ver afectada. También hemos observado que las vitrificaciones suelen aparecer prioritariamente alrededor de los canales resiníferos o poros, en las fisuras y en la corteza.

A pesar de que los porcentajes de vitrificaciones son algo más elevados en las carboneras, las fisuras que suceden durante el proceso de combustión aparecen en las mismas proporciones en todos los tipos de estructuras. Esto se debe posiblemente a que en las carboneras el tipo de combustión no es más violento, pero la temperatura de combustión sí es mayor, y además anaeróbica.

También se han observado fragmentos sin quemar del todo e incluso maderas que son más frecuentes en las estructuras de pastoreo. Esto se debe a que se han

013ITXASO.indd 83 28/9/09 09:50:03

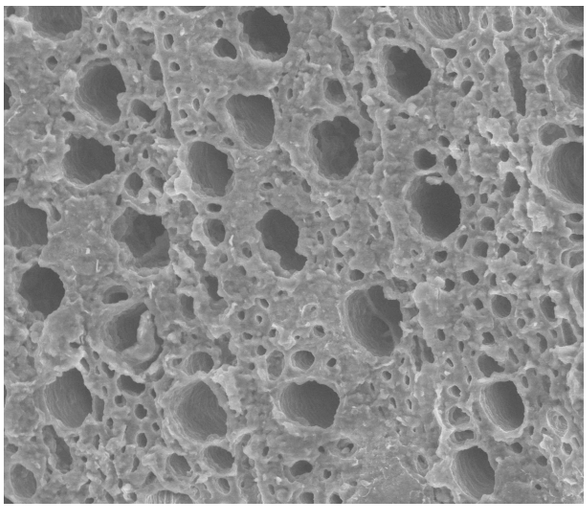


Figura 25. Sección transversal de *Buxus sempervirens*. Tensión.

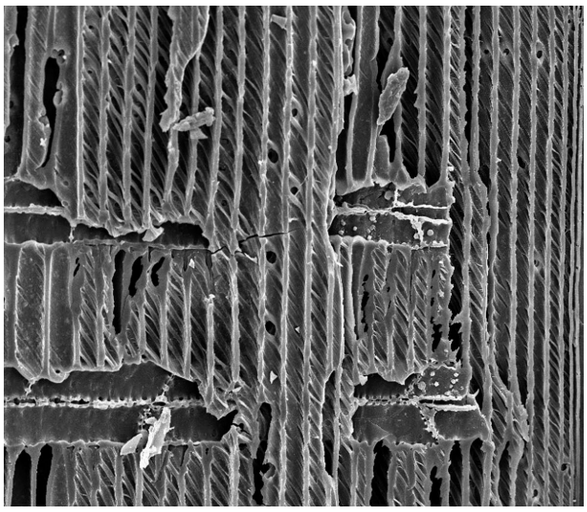


Figura 26. Compresiones en la sección radial de una conífera.

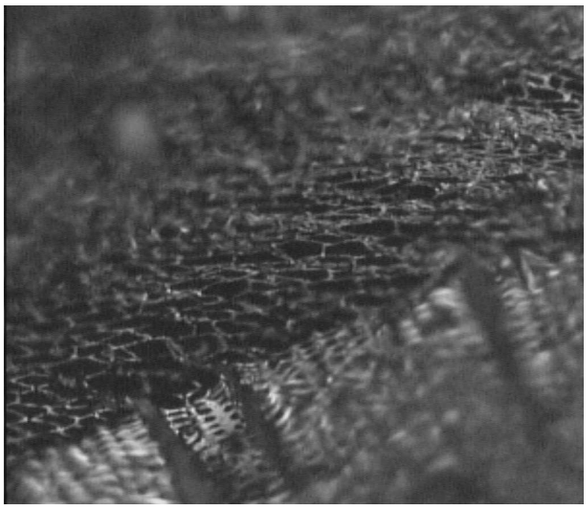


Figura 27. Compresión en la sección transversal de una conífera.

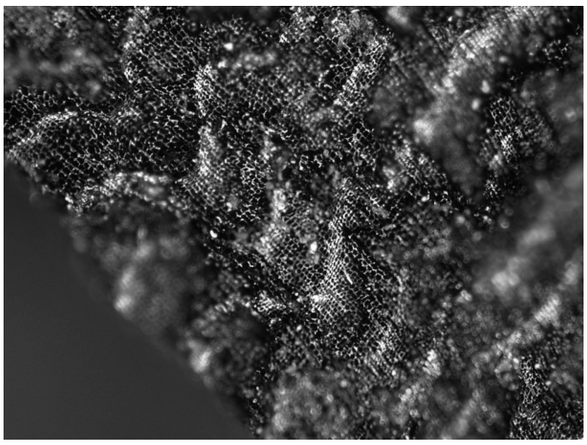


Figura 28. Radios sinuosos en la sección transversal de una conífera.

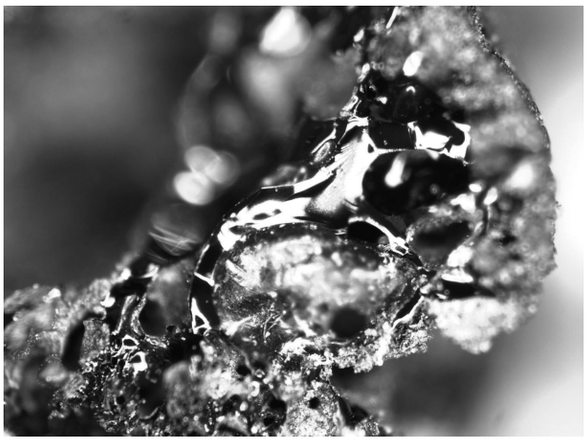


Figura 29. Muestra de carbón con resina.

Figura 30. Alteración producida por un microorganismo.

013ITXASO.indd 84 28/9/09 09:50:04

Figura 31. Microorganismo en carbón.

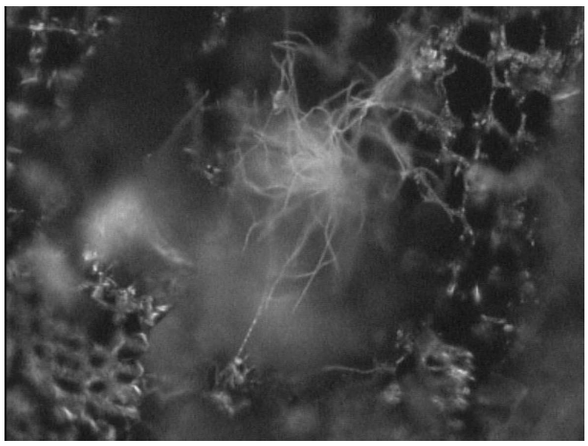


Figura 32. Alteración de hifa.

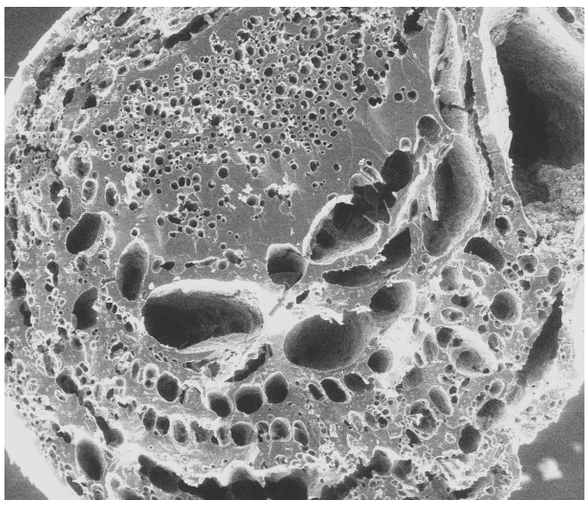


Figura 33. Sección transversal de *Rhododendron* sp. con fisuras producidas durante la combustión.

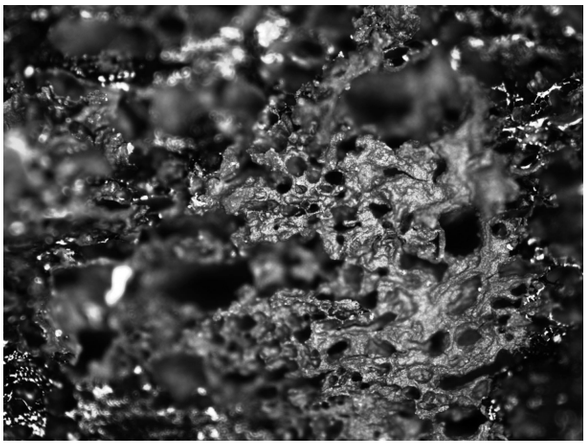


Figura 34. Fragmento vitrificado observado en microscopio óptico de luz reflejada.

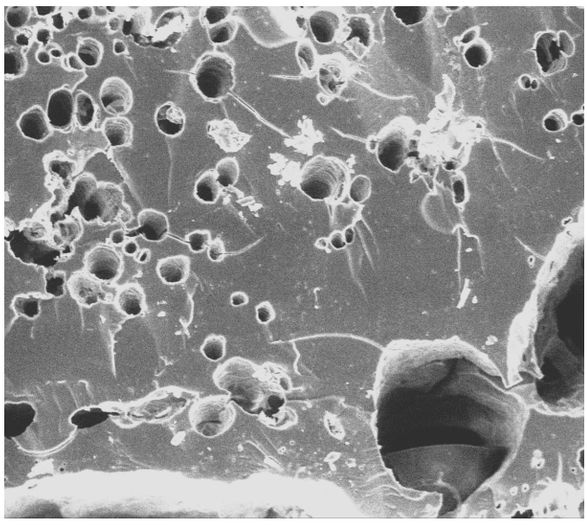


Figura 35. Fragmento vitrificado observado en microscopio ambiental (ESEM).

Figura 36. Sedimento introducido.

013ITXASO.indd 85 28/9/09 09:50:07

estudiado estructuras muy modernas en las que la madera de la estructura (ES 153) todavía no se ha degradado (figura 46).

6.3.3. Procesos de fosildiagénesis

En cuanto a las alteraciones postdeposicionales, hemos observado fragmentos redondeados debidos a procesos erosivos como por ejemplo la nieve o las fuertes lluvias, condiciones habituales en alta montaña.

Otro tipo de alteraciones postdeposicionales observadas han sido pequeñas raíces que, al introducirse en la madera, han causado fisuras en la estructura. Pero la alteración de este tipo más frecuente en nuestro material ha sido sedimento introducido en la estructura, así como minerales del suelo, que se han situado en el interior del carbón y muestran unos colores característicos en la estructura (figuras 36 y 37). La alteración más significativa son las intrusiones de calcio provenientes de la caliza, que, al entrar en contacto con los carbones, producen un cambio de coloración de las células de tono azulado.

La introducción de raíces y sedimento en la estructura de los carbones domina en las estructuras pastoriles. Dichas alteraciones se han observado, sobre todo, en fragmentos de reducido tamaño, seguramente debido a que este tipo de estructuras son las que tienen las cronologías más antiguas, en general, y han sufrido mayor fragmentación y un proceso sedimentario más largo.

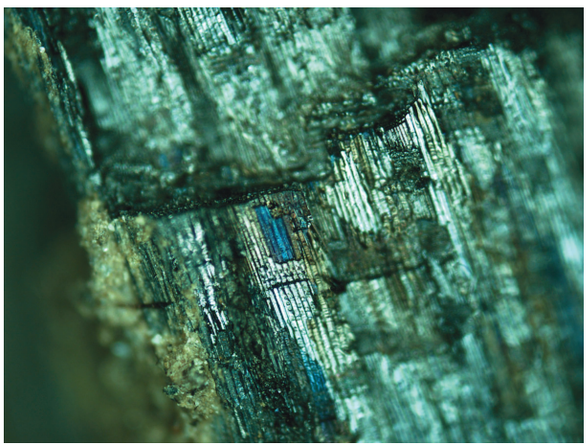


Figura 37. Fragmento con minerales incrustados.

6.4. Modificaciones macroscópicas

El material que estudiamos en este trabajo presenta una serie de modificaciones observables macroscópicamente. Estas están relacionadas con actividades antrópicas. El trabajo de la madera implica varios procesos, tales como la preparación de dicha madera y la elaboración del utensilio u objeto. La preparación de la madera implica, por ejemplo, el secado, la extracción de la corteza, ramitas u otras partes inútiles y la selección del tronco, tareas necesarias para la obtención del producto deseado. La materia prima se transforma en un objeto que se convertirá en utensilio o bien se integrará en otro proceso productivo como, por ejemplo, una estructura de construcción. Durante el trabajo de la madera para la realización de objetos, se producen residuos de la manufactura, partes sobrantes y el producto acabado (Piqué 1999*b*).

En los diferentes conjuntos estudiados hemos recuperado fragmentos de gran tamaño que todavía conservan la morfología original, así como restos de trabajo de la madera (tabla 44). Se han identificado 4 fragmentos con corte de hacha, 1 posible mango de utensilio, 2 fragmentos de una posible valla, 2 fragmentos de tapas de recipientes, 2 elementos correspondientes a un techo de cabaña y más de 20 fragmentos de virutas de madera carbonizada. Estos nos han permitido reconocer los objetos y actividades concretas y de este modo entender aspectos sobre el uso de la madera en las estructuras que estudiamos. Dichas formas han sido observadas directamente sin la necesidad de utilizar un microscopio, puesto que el carbón o madera estudiado es lo suficientemente grande para conservar alguna morfología.

Vamos a pasar a continuación a describir e interpretar cada uno de los fragmentos con morfología.

Corte de hacha

La figura 38 nos muestra un segmento de rama de 65 por 30 por 30 milímetros. Uno de los extremos presenta una fractura transversal natural bastante regular. El otro extremo presenta dos planos centrípetos y opuestos, uno de los cuales presenta asimismo un escalón. Uno de los planos presenta un ángulo de unos 45° con respecto al eje longitudinal de la rama y el otro plano, cuya superficie es mucho menor, presenta un ángulo de 5°. En el punto donde confluyen ambos podemos observar un hundimiento que forma una línea entre ambos.

La figura 39 nos muestra un segmento de rama de 48 por 25 por 22 milímetros. La pieza presenta muchas raíces y sedimento introducido en la estructura celular. Uno de los extremos muestra una fractura irregular de unos 5° con respecto al eje longitudinal. En el otro extremo podemos observar un plano regular aunque alterado debido al sedimento introducido y formando un ángulo de unos 45° con respecto al eje longitudinal de la rama. En este plano podemos observar asimismo un pequeño hundimiento.

El objeto de la figura 40 es un segmento de rama de 50 por 43 por 42 milímetros, con un extremo bastante irregular y de formas redondeadas y pulidas debido a procesos postdeposicionales. El otro extremo presenta dos planos. El primero de ellos, de 13 milí-

013ITXASO.indd 86 28/9/09 09:50:08

Tabla 44. Fragmentos con morfología observados en el registro antracológico.

Fragmentos con morfología	*Nº de fragmentos*	*Procedencia*
Corte de hacha	4	Bosc dels Estanyons ES 110
		Pla de l'Ingla ES 52
Mango	1	Pla de l'Ingla ES 52
Estructura, posible valla	2	Pradell ES 31
Tapa de recipiente	2	Pradell ES 30 y ES 31
Estructura, techo de cabaña	2	Pleta de les Bacives ES 153
Trabajo de la madera, virutas	>20	Cerneres ES 35

metros de anchura, es un plano transversal que continúa con otro plano oblicuo de 45° con respecto al eje longitudinal y tiene 44 milímetros de anchura. Entre ambos planos se forma una arista marcada. Este plano más amplio presenta además una fractura actual en la parte que conecta con la rama.

Los 3 fragmentos presentan un plano de 45° con una superficie lisa. Este plano ha sido claramente creado por un corte de hacha. Todos los fragmentos en los que se ha observado esta modificación pertenecen a *Pinus* tipo *uncinata*. Este tipo de modificaciones ya ha sido interpretado como corte de hacha por otros autores e incluso se han llevado a cabo una serie de experimentaciones que mostraron que dicha acción deja algunas huellas en la madera (Sands 1997). Al golpear el hacha sobre la madera, deja un talón, que es resultado del cambio del ángulo de la hoja del hacha justo al entrar en contacto con la madera. Este talón nos indicará la dirección del golpe. Al parar el golpe, se produce una curva. El final de este hachazo ha sido denominado *interrupción* (*jam*) y la curva, *curva de interrupción* (*jam curve*). El rasgo lateral (*side feature*) indica los límites laterales del golpe, que nos muestran la anchura de la hoja del hacha. Esta hoja suele tener imperfecciones, huecos y picos que darán lugar a crestas (*ridge*) y surcos (*groove*) en la madera. Estas señales también dependerán de la anatomía de la madera y de si esta esta-

Figura 38. Corte de hacha, Bosc dels Estanyons, ES 110, UE 102.

Figura 39. Corte de hacha, Pla de l'Ingla, UE 5707.

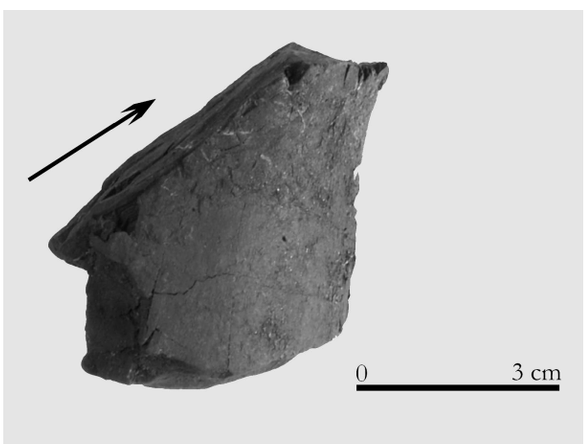


Figura 40. Corte de hacha, Bosc dels Estanyons, ES 110, UE 203.

013ITXASO.indd 87 28/9/09 09:50:08

ba húmeda o no, o si había sufrido alteraciones por microorganismos (figura 41).

Teniendo en cuenta todos estos aspectos, podemos decir que, por ejemplo, en el fragmento de la figura 40, el golpe se produjo en la dirección que indica la flecha de la imagen. Aunque no podemos conocer si el corte se produjo de arriba abajo, de derecha a izquierda y por un diestro o a la inversa. En nuestros fragmentos no hemos observado ningún surco ni cresta en ninguno de los fragmentos, y esto posiblemente se debe a la carbonización y a los procesos postdeposicionales, que han causado su desaparición.

Por otra parte, el corte que se puede observar en las imágenes (figuras 38, 39 y 40) es recto, y esto lo suele causar un hacha de hierro. Si fuese por ejemplo de piedra, el corte presentaría una sección cóncava (Sands 1997). El ángulo del corte además es de casi 45°, por lo que el hacha fue de hierro. Esta conclusión se aplicaría a todos los fragmentos con corte de hacha que hemos identificado.

Debido a que muchas veces en el registro antracológico no se recuperan fragmentos de gran tamaño ni que conserven morfología alguna, hemos decidido llevar a cabo una pequeña experimentación para comprobar si esta acción deja señales reconocibles en la estructura de la madera. De esta manera, será posible reconocer la acción de la tala en la estructura de un carbón de pequeño formato. Por esta razón, hemos observado el aspecto que presentan algunos fragmentos experimentales con corte de hacha a través de microscopio, para saber si esta acción se podía identificar sin poder ver ninguna estructura a simple vista.

Para la realización de este experimento, hemos cortado con un hacha de hierro 10 fragmentos de ramas de diferentes especies (sauce, pino, roble, fresno, avellano, manzano, peral, laurel, castaño y melocotonero) procedentes de un jardín privado. El corte de hacha se realiza en ambos extremos de la rama. La mitad de las muestras se queman en una mufla a una temperatura de 500 °C entre 20 y 25 minutos. La otra mitad no se quema. A continuación los fragmentos, tanto los de madera como los carbonizados, se observan a través del microscopio óptico de luz reflejada. Se observa la parte del corte de hacha. Sin embargo, esta actividad no se puede reconocer a través del microscopio debido a que sus aumentos son demasiado grandes.

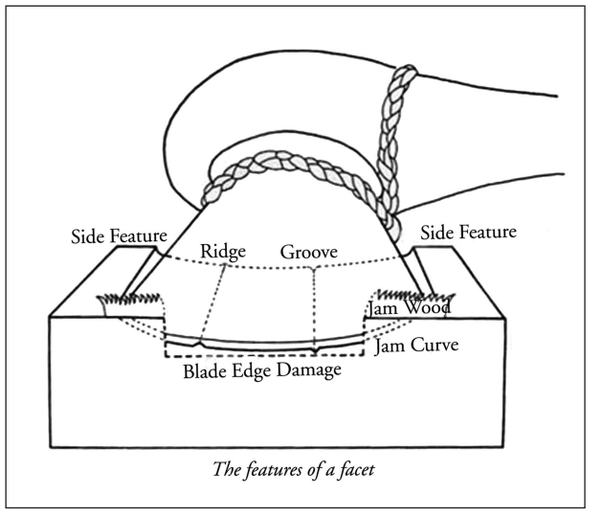


Figura 41. Marcas que deja una hoja de hacha al impactar sobre madera según Sands (1997, 12).

Una vez llegados a esta conclusión, optamos por la observación de las maderas y carbones a mayores aumentos mediante la lupa binocular (Hp11). En este caso, el resultado fue diferente. En primer lugar se observaron los trozos de madera. En esta ocasión pudimos reconocer el hundimiento causado por el golpe de hacha sobre la madera (figura 42*a* y *b*). Este hundimiento era muy plano y brillante. Alrededor de este hundimiento pudimos ver cómo se levantaba la estructura (figura 43). Los fragmentos carbonizados fueron también mirados a través de la lupa, y pudimos advertir las características ya mencionadas, aunque de forma mucho más tenue (figura 42*c*). El brillo debido al golpe de hacha también se pudo observar en uno de los carbones (figura 42*d*).

Para poder asegurar que se trata de un corte de hacha, por lo tanto, debemos observar dos características que son perceptibles a simple vista o a través de la lupa. Se trata del hundimiento que causa la hoja del hacha sobre la estructura y el levantamiento de las fibras debido a su arrastre. Sin embargo, también se ha podido comprobar en la experimentación que en los carbones se distinguen mucho menos estas características y que, debido a procesos sedimentarios, pueden llegar a desaparecer. La única forma de tener la seguridad de que se haya llevado a cabo esta acción de tala con hacha se obtendrá si se conserva un fragmento que lo demuestre con su morfología (figuras 38, 39 y 40).

En el caso de nuestro material, todos los fragmentos presentaban una morfología evidente de corte de hacha. Estos fragmentos fueron observados a través de la lupa binocular, y en el fragmento correspondiente a la ES 110 del yacimiento de Bosc dels Estanyons y en un fragmento recuperado en el horno ES 52, se pudo observar el hundimiento que crea el filo del hacha al golpear contra la rama (figuras 38 y 39). En la figura 40 se han observado dos cortes que cortan uno a otro formando entre ellos un ángulo de 45°.

En nuestro material, hemos podido observar también cuándo fueron talados los árboles. Las ramitas en que se ha conservado toda la sección transversal tienen entre 8 y 27 anillos. Sin embargo, en las carboneras de Cerneres hay ramitas con hasta 44 anillos de crecimiento. En cuanto al diámetro de estos fragmentos, es de entre 1,5 y 3 centímetros en todos los casos, excepto

013ITXASO.indd 88 28/9/09 09:50:09

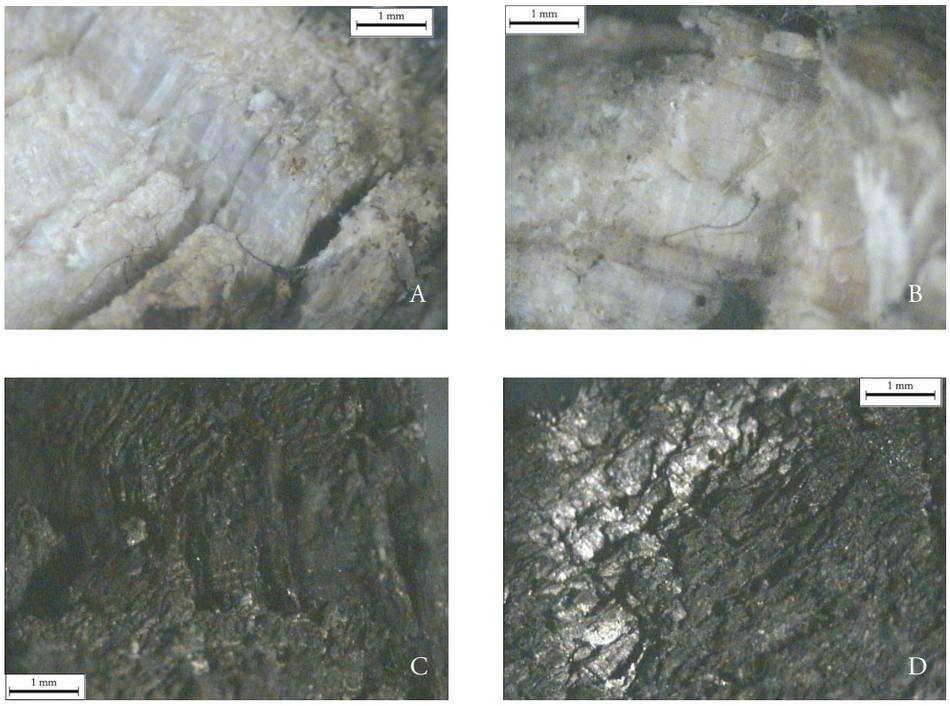


Figura 42. Hundimiento del hacha en madera (A y B) y en carbón (C y D). En el carbón se observa el brillo causado por el arrastre de la hoja del hacha.

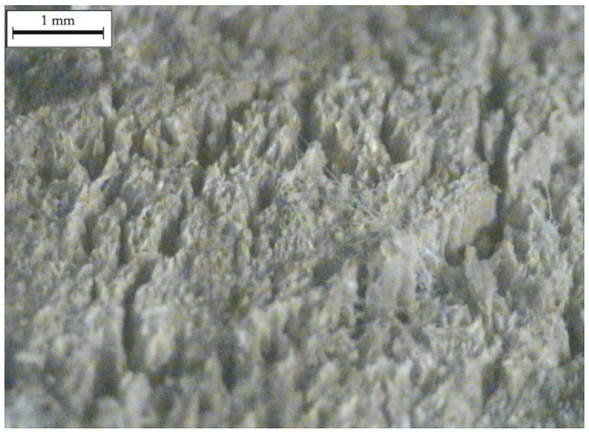


Figura 43. Levantamiento de la superficie de la estructura debido al arrastre de la hoja sobre ella.

en el de la ES 52, donde se han conservado ramas enteras con un diámetro de entre 5 y casi 10 centímetros.

Virutas

Hemos observado abundantes fragmentos de pequeño formato, de unos 5 por 5 por 0,25 milímetros de media, con una morfología curvada y con una sección muy delgada, que han sido interpretados como virutas de madera.

Las virutas suelen formarse cuando se afila un objeto de madera. Una de las actividades que se desarrollan durante la actividad carbonera, tal y como nos explica Emilio Galdeano, un carbonero de la localidad de Viloria (Navarra), es la fabricación de lanzas para crear agujeros como respiraderos en la pila. Los restos de virutas que encontramos podrían estar relacionados con esta actividad. Estas fueron recuperadas en la carbonera 35 de Cerneres (figura 44). El taxón al que corresponden estos fragmentos son de *Abies alba/Juniperus* sp. Suponemos que se trata de fragmentos de abeto porque esta especie proporciona una madera más lisa que el enebro para esta función. Actualmente podemos observar abeto en las inmediaciones del yacimiento.

6.4.1. Estructuras

Posible valla

La figura 45 nos muestra dos fragmentos carbonizados con una sección rectangular elaborada sin duda de forma artificial. Las figuras *a* y *b* corresponden a la primera pieza recuperada en la ES 02 de El Goleró. Se trata de un segmento de rama obtenido de forma longitudinal, de 45 por 15 por 7 milímetros. El plano tangencial de la rama se encuentra en ambos extremos y el radial en los lados de la parte longitudinal de la pieza. Presenta una morfología casi rectangular más

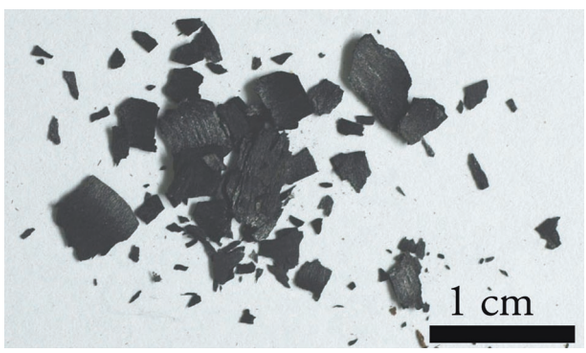


Figura 44. Virutas de madera carbonizada.

013ITXASO.indd 89 28/9/09 09:50:11

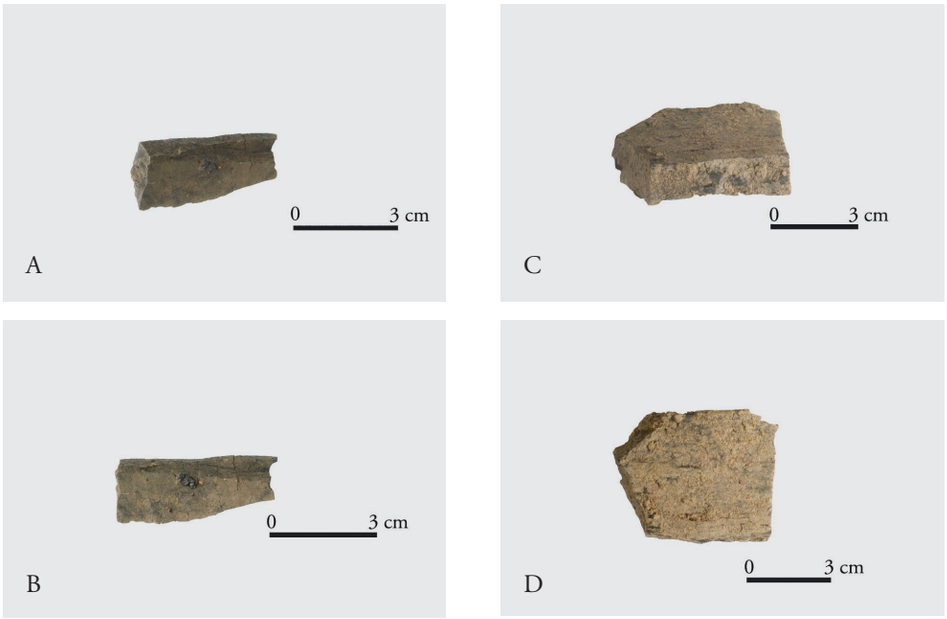


Figura 45. Fragmentos de estructura de cercado: El Goleró, ES 02, UE 107 (A y B), y Pradell, ES 31, UE 105 (C y D).

estrecha en uno de los extremos, creada durante los procesos postsedimentarios. Mientras que el extremo más estrecho presenta una forma irregular, el otro extremo tiene una morfología casi cuadrada, en la que tres de sus lados son rectos y perpendiculares entre ellos y el cuarto lado es oblicuo y diagonal con respecto al lado opuesto.

El otro fragmento, de 56 por 45 por 14 milímetros, corresponde a la ES 31 de Pradell (figura 45*c* y *d*). Al igual que la pieza anterior, se trata de un segmento obtenido a partir de un fragmento longitudinal de una rama, puesto que, al igual que en el caso anterior, el plano tangencial de la rama se encuentra en los extremos de la pieza y el radial en la parte longitudinal. Su morfología es rectangular, así como su sección. Ambos extremos de la pieza presentan la misma forma casi rectangular. Al igual que en la pieza de El Goleró, tres de los lados son rectos y perpendiculares uno con respecto al otro, mientras que el cuarto lado es oblicuo debido a la fractura producida durante los procesos postsedimentarios.

Estas dos piezas han sido interpretadas como restos carbonizados de la estructura de cercado. Para la construcción de estructuras, como por ejemplo una valla para guardar el ganado, la madera se trabaja para darle una morfología determinada. Ambas piezas correspondían a *Pinus* tipo *uncinata.* Además de ser la única especie arbórea del entorno inmediato, el pino ofrece una madera muy adecuada para obtener largas piezas para la construcción de estructuras, porque sus anillos son estrechos y su madera es lisa.

Techo de cabaña

Por otro lado, en la ES 153 de Pleta de les Bacives se han observado dos fragmentos de madera que encajaban uno con otro por medio de un hundimiento en uno de ellos (figura 46). Uno de los fragmentos es más largo y grueso que el otro. El fragmento más grande corresponde a *Pinus* tipo *uncinata*, mientras que la rama pequeña corresponde a *Juniperus* sp. El fragmento de *Pinus* tipo *uncinata*, de 318 por 50 por 35 milímetros, tiene una morfología elíptica. Ambos extremos se estrechan considerablemente debido a las alteraciones producidas por microorganismos que las han ido desgastando y han dado lugar a un aspecto pulido y redondeado. La sección de esta rama es semicircular y la parte recta ha sido creada durante los procesos postdeposicionales. La ramita de *Juniperus* sp., de 258 por 18 por 12 milímetros, no es tan recta como la rama más grande, sino que forma un arco muy abierto. Al igual que la otra rama, esta también presenta los extremos más estrechos causados por alteraciones postdeposicionales.

El hecho de que estos dos fragmentos encajen puede deberse a que la rama de *Juniperus* sp. también formara parte de la estructura. Sin embargo, pudo ocurrir

Figura 46. Fragmento de madera de estructura de cubierta.

013ITXASO.indd 90 28/9/09 09:50:12

igualmente que, una vez derrumbado el techo y depositado en el sedimento, el fragmento de *Juniperus* sp., que pudo tener otro origen, causara presión sobre el fragmento más grande de pino. Es decir, se debería a un proceso postdeposicional.

6.4.2. Utensilios

Mango

En el nivel 5207 del horno de Pla de l'Ingla se recuperó un fragmento de 55 por 13 por 8 milímetros de morfología rectangular, más estrecho en uno de los extremos. La sección del fragmento es semicircular. Uno de los lados del objeto, con un aspecto redondeado y pulido, presenta una morfología obtenida artificialmente. El otro lado es más recto y en él se observan las fibras del eje radial de la rama. Este lado presenta una fractura producida debido a procesos postdeposicionales. El extremo más estrecho tiene un final recto y perpendicular respecto al eje longitudinal, mientras que el extremo más ancho termina con una morfología redondeada. Asimismo, podemos observar en este último una perforación de forma elíptica, de 3 por 2 milímetros de diámetro, que en la parte superficial de la pieza presenta una entrada más ancha de 12 por 10 milímetros de diámetro. Esta perforación es antrópica claramente y la pieza ha sido interpretada como mango de utensilio debido a su morfología. Se trata de un fragmento de *Pinus* tipo *uncinata*. El agujero trabajado posiblemente habría servido para colgar el utensilio con una cuerda (figura 47).

Tapas de recipiente

Por último, en el yacimiento de Pradell, en la cabaña ES 30 y en el cercado ES 31, se hallaron dos fragmentos muy parecidos. Uno de ellos es un fragmento carbonizado semicircular de 32 por 16 por 10 milímetros (figura 48). La pieza ha sido obtenida de un tablón de la sección radial de una rama, a la que luego se le ha dado una morfología circular. Esto se sabe porque la superficie de las caras de la pieza corresponde al plano radial de una rama y la cara del borde de la pieza corresponde al plano transversal. La pieza, originariamente redonda, presenta esta morfología semicircular debido a la fragmentación producida durante los procesos postsedimentarios.

La segunda pieza, de 60 por 22 por 20 milímetros, es un fragmento semicircular. Corresponde a una porción radial de un segmento longitudinal de una rama (figura 49), puesto que, al contrario que en la anterior, en esta pieza, el plano tangencial se encuentra en la superficie de las dos caras de la pieza y el plano radial se encuentra en el borde. Este borde ha sido elaborado manualmente para obtener la morfología redondeada, porque no coincide con la forma de los anillos de crecimiento. De hecho, el borde sigue una línea perpendicular a los anillos.

Ambas piezas fueron interpretadas como tapas de recipientes y ambas pertenecían a *Pinus* tipo *uncinata.* En Font dels Lleons, de Tarragona (Sada 2004), se recuperaron fragmentos de época romana muy parecidos, que también fueron interpretados como tapas de recipientes. Asimismo, en Cova des Carritx (1450-800 cal. BP), en Menorca, se recuperaron 18 fragmentos correspondientes a bases y tapones. Las materias primas utilizadas para su fabricación eran *Buxus* cf. *balearica* y *Erica* sp. en 16 de los fragmentos, y en los dos restantes *Olea europaea* y *Pistacia lentiscus* (Piqué 1999*b*). Se trata de especies abundantes en el entorno inmediato del yacimiento.

Por último, hay que destacar que todos los objetos descritos han sido elaborados con la materia prima del entorno. No se ha identificado ningún taxón foráneo al entorno bioclimático en el que se encuentran los yacimientos. Esto parece indicarnos que todos ellos fueron fabricados durante la estancia estival en alta montaña, corroborado por la evidencia ya mencionada, de que los fragmentos que conservaban la corteza nos indican que las ramas fueron taladas en periodo estival.

Figura 47. Mango de utensilio carbonizado.

013ITXASO.indd 91 28/9/09 09:50:12

Figura 48. Tapa de recipiente, ES 30103.

Figura 49. Tapa de recipiente, ES 31105.

013ITXASO.indd 92 28/9/09 09:50:12

7. DISCUSIÓN

7.1. Caracterización de las formaciones vegetales documentadas en los pisos montano y subalpino en la sierra del Cadí y en el valle del Madriu

El conjunto de los resultados nos indica una vegetación característica del piso subalpino dominada por bosques de pino tipo negro que se ve acompañado por otras especies arbóreas y arbustivas de afinidad boreoalpina (figura 50). En este piso podemos encontrar dos tipos de pinar que se diferencian principalmente por el estrato arbustivo. Por un lado, en solana, el estrato arbustivo suele estar formado por el boj, la gayuba, el enebro común y el enebro enano. Sin embargo, domina el estrato herbáceo frente al arbóreo o arbustivo, por lo que los pastos suelen ser más abundantes que en umbría. Por otro lado, en umbría, el estrato arbustivo de un pinar, normalmente más espeso, suele ser el arándano y el rododendro y a veces, a menores altitudes (en el límite superior del piso montano), encontraríamos algún abeto formando parte de esta composición. Sin embargo, el abeto identificado en el yacimiento de El Goleró probablemente proviene de menores altitudes, porque en las inmediaciones de este yacimiento no encontramos esta especie. Además, El Goleró se encuentra en un prado subalpino situado en solana y el abeto, como ya hemos dicho, suele ser de umbría.

Cerca de arroyos y ríos podemos encontrar especies como el abedul o el sauce, ambas muy exigentes en agua. Podemos encontrar asimismo individuos de serbal, aunque de manera puntual. Según los datos polínicos, el abedul se extiende junto con el pino reemplazando los prados de altitud debido a la mejora climática del preboreal hace 11.000 años cal. BP (Miras *et al.* 2007). Esta especie suele ser acompañante de un pinar subalpino en lugares cercanos a fuentes de agua. Este taxón se ha localizado en Bosc dels Estanyons y en las carboneras del GR-11 que se encuentran cerca del río Madriu, así como en El Goleró, cerca del cual podemos encontrar la fuente de la Gallorsa. Su desarrollo se ve favorecido en áreas que han sufrido impacto antrópico porque puede cumplir la función de especie secundaria. Su búsqueda de luz hace que pueda actuar como especie colonizadora de espacios abiertos, y crece rápido en suelos pobres, antes de que el matorral cierre la vegetación (Blanco *et al.* 1998). Su presencia en Bosc dels Estanyons y a lo largo del GR-11, donde la actividad carbonera ha sido muy intensa, podría explicarse por lo tanto de este modo.

En el piso montano, por debajo de los 1.900 metros de altitud, el pino albar comienza a dominar frente al pino negro. En umbría, este pinar se encuentra acompañado de abetos y en solana de enebros y boj. El boj, identificado en los yacimientos del Cadí, puede

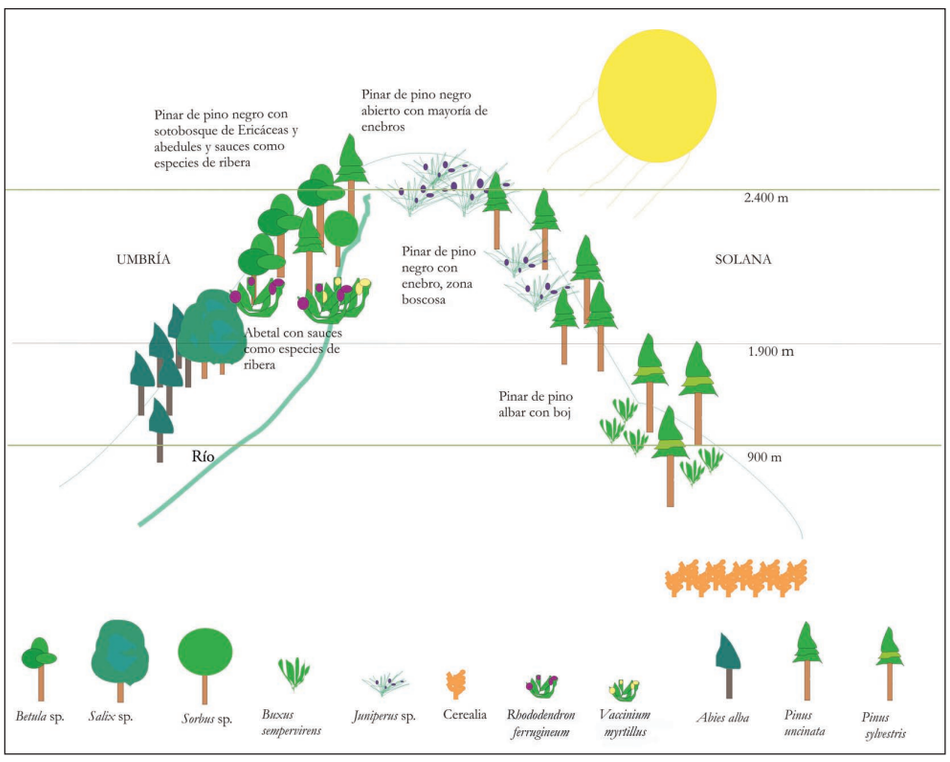


Figura 50. Esquema de la vegetación de los Pirineos orientales en los pisos montano y subalpino obtenida a través de los resultados antracológicos.

013ITXASO.indd 93 28/9/09 09:50:13

ascender hasta el piso subalpino, aunque es característico del piso montano, al igual que el abeto.

En el registro antracológico se ha identificado una presencia mayoritaria del abeto en el piso montano, concretamente a 1.500 metros de altitud y cerca de Entremesaigües, en el fondo del valle de Perafita. Esto nos indica una vegetación similar a la actual durante el siglo XIX, donde podemos observar también un abetal. En la actualidad, el abeto es muy poco numeroso en el valle del Madriu y en los Pirineos orientales en general. Crece en la parte superior de las pendientes orientadas al norte, oeste y este del piso montano, entre 1.300 y 1.750 metros de altitud (Davasse 2000). En el valle del Madriu, entre 9400 y 9100 BP —es decir durante la transición del periodo climático boreal al atlántico—, las condiciones climáticas se vuelven más húmedas. Estas condiciones favorecen al abeto, que asciende hasta el piso subalpino (Miras *et al.* 2007). Sin embargo, debido a un empeoramiento climático que da lugar a una bajada de temperaturas y a unos inviernos muy fríos, esta especie desciende en altitud y casi desaparece a partir del siglo V d. C. (Pla y Catalan 2005). Se trata además de una especie que suele verse afectada fácilmente debido a actividades humanas. Las actividades, sobre todo carboneras, de época tardorromana en el piso montano del Pirineo central catalán dieron lugar a una importante deforestación del abeto en beneficio de otras especies como el haya o el pino (Pèlachs *et al.* 2006). En el valle del Madriu se ha identificado abeto en la ES 52 de Pla de l'Ingla, datada en el siglo II a. C., pero su presencia estaría relacionada más bien con actividades antrópicas, como ya veremos.

7.2. Explotación del medio forestal del Neolítico antiguo a época contemporánea en los valles del Madriu (Andorra) y de La Vansa (sierra del Cadí) a partir del registro antracológico

Las condiciones climáticas y orográficas de alta montaña son especialmente duras. Esto se puede observar en los carbones analizados, que en su mayoría presentan síntomas de estrés en su anatomía, debido a los fuertes vientos y nevadas de alta montaña y a la ubicación de las zonas boscosas en fuertes pendientes. A pesar de las mencionadas duras condiciones de alta montaña, este espacio es ocupado desde el Neolítico antiguo. Esto se debe a que el piso subalpino ofrece unos pastos de buena calidad. Posiblemente, las primeras comunidades ascendieron a estas altitudes por una mejora climática y un desarrollo en el sistema socioeconómico por el que el sistema agropastoril se convertirá en la base. Sin embargo, la buena calidad de los pastos de altitud no pasará desapercibida a estas sociedades. Posteriormente, dicha calidad dará lugar a una presencia masiva de ganaderos y a actividades trashumantes a partir del siglo XI.

Asimismo, el espacio altimontano ofrece materia prima abundante para las actividades minerometalúrgicas (diferentes tipos de minerales, y bosques para la elaboración de carbón para el tratamiento y obtención de dichos minerales), lo que dará lugar a un desarrollo de estas actividades al menos desde época romana.

Cada valle presenta una singularidad que es producto de la geografía (tipo de suelo, clima, etc.) y de las condiciones socioeconómicas del lugar. La sierra del Cadí, por ejemplo, ofrece un suelo más adecuado para el desarrollo de actividades minerometalúrgicas, pues está compuesto de sílice y arcillas y presenta minerales de hierro como las limonitas, mientras que el suelo de granito del valle del Madriu ofrece más posibilidades como pasto. De este modo, en los yacimientos de la sierra del Cadí se han identificado estructuras relacionadas con las actividades minerometalúrgicas: El Goleró y Pradell. En el valle del Madriu se han localizado hornos, pero seguramente no están relacionados con el mineral de hierro, sino con la explotación forestal (resinas) (Palet *et al.* en prensa). La actividad de la fragua es igualmente importante en ambos valles, sin embargo. Cerneres y Carboneres, de la sierra del Cadí, son yacimientos en los que únicamente se han documentado carboneras, al igual que en Bosc dels Estanyons, del valle del Madriu, todas ellas de época moderna. El pastoreo también es una actividad muy importante en ambas zonas de estudio. En las zonas llanas, en la mayoría de los yacimientos se han documentado estructuras relacionadas únicamente con esta actividad excepto en Pla de l'Ingla y El Goleró. Pleta de les Bacives, Orris de Setut y Basses de Setut son yacimientos en los que se lleva a cabo exclusivamente la actividad pastoril.

Desde el Neolítico hasta época moderna la estrategia de explotación es cada vez más intensa. Durante el Neolítico las actividades ganaderas no causan un impacto tan importante como lo harán en épocas históricas (Miras *et al.* 2007). En época romana se evidencian las actividades artesanales relacionadas con la minerometalurgia y en época moderna se instala la actividad industrial de la fragua. Hay además evidencias de incendios antrópicos para la obtención de pastos durante todo este marco cronológico. Hemos documentado un descenso en el límite superior del bosque, sobre todo debido al carboneo, y sabemos que las normas establecidas para la tala de bosques normalmente no se respetaban, al menos en Andorra (Codina *et al.* 2001). Aún así, el uso continuado y especializado del paisaje requiere una organización y socialización del medio que permitirá que la materia prima necesaria, en este caso los árboles,

013ITXASO.indd 94 28/9/09 09:50:13

esté disponible en un largo periodo de tiempo (Blanchemanche y Chabal 1995). De este modo será posible explotar la misma área durante dos o tres siglos de manera ininterrumpida. De hecho, sabemos que la actividad de carboneo de la sierra del Cadí cesó por falta de mineral y no por el agotamiento de los bosques (Gascón 2007). Actualmente, tras el abandono de estas actividades en altitud, nos encontramos con un paisaje con bosques totalmente regenerados que han cubierto muchas de las estructuras que hemos estudiado.

7.2.1. Época neolítica-Edad del Bronce

En los Pirineos orientales, la presencia antrópica se documenta por primera vez en el Neolítico antiguo. Los datos polínicos indican las primeras señales en el quinto milenio a. C. en el valle del Madriu (Miras *et al*. 2007). El material antracológico estudiado ocupa un amplio marco cronológico, y el nivel más antiguo que hemos encontrado por el momento corresponde precisamente al Neolítico antiguo y se encuentra en el yacimiento de Pleta de les Bacives (Escaldes-Engordany, Andorra). También contamos con material para Edad del Bronce-Edad del Hierro, si bien este es escaso. Concretamente se trata de estructuras circulares del yacimiento de El Goleró, que posiblemente cumplieron función de cercados.

En estas cronologías, los pastores suben a estas altitudes en busca de prados estivales y, durante ese tiempo, construyen estructuras perennes para pasar las noches o guardar el ganado. Los pastores causan incendios para la obtención de pastos; sin embargo, los bosques no se ven tan afectados, como ocurrirá sobre todo a partir de época histórica (Miras *et al*. 2007).

Los resultados antracológicos nos muestran el uso mayoritario del pino junto con una utilización menor de especies arbustivas como el enebro y las Ericáceas para las actividades pastoriles en este periodo. La madera de pino se podría haber utilizado como materia prima para la construcción, como ya veremos, y el enebro y las Ericáceas para la alimentación del ganado, el consumo humano o el encendido de fuegos. El forrajeo animal mediante hojas y ramitas de diversas especies está documentado ya desde el Neolítico. El forraje se utiliza como complemento alimenticio o por las propiedades terapéuticas de ciertas especies (Laederich y Thiébault 2004; Thiébault 2005). Nosotros no creemos que existiera una tala sistemática de ramas para este uso, sino un uso puntual de ramitas de árboles y arbustos del entorno durante la estabulación de los animales.

La explotación del medio no debe ser muy intensa, porque el impacto humano causado en estas cronologías no compromete la regeneración del paisaje forestal (Riera y Esteban 1994).

7.2.2. Época romana

La mayor información acerca de la explotación del bosque de que disponemos surge a partir de época romana y está relacionada sobre todo con actividades minerometalúrgicas que se llevan a cabo en la sierra del Cadí, concretamente en los yacimientos de El Goleró y Pradell. En el análisis polínico de la turbera de Pradell se observa la presencia de fragmentos de carbón bastante grandes, lo que podría estar relacionado con las actividades mencionadas (Ejarque *et al.* en prensa).

Al contrario de lo que escriben los autores clásicos, como Plinio el Viejo o Estrabón, los Pirineos no solo son un lugar de paso, sino también un territorio donde se desarrollan, al menos en la sierra del Cadí, importantes actividades artesanales relacionadas con el mineral de hierro (Gascón 2006). Estas se complementan con otras actividades como el pastoreo. El yacimiento de El Goleró posiblemente estuvo especializado y formaba parte de una producción más amplia de hierro, aunque local, porque los minerales de esta zona no producen suficiente mineralización para ser explotados a gran escala (Crespo *et al*. en prensa). Debido a un cierto desarrollo, sobre todo de la actividad minerometalúrgica, pero también de la ganadera, mejoran en este periodo los circuitos de comunicación como la *Strata Ceretana.* Aunque dichas actividades no causan un impacto tan importante como lo hará la actividad industrial de la fragua durante la Baja Edad Media.

En nuestras áreas de estudio, hemos analizado el registro antracológico de dos tipos de hornos romanos. Por un lado, están los hornos del yacimiento de El Goleró, en los que se realizó un primer tratamiento del hierro y, por otro lado, se encuentra el horno de Pla de l'Ingla, posiblemente relacionado con la explotación de resinas (Palet *et al*. en prensa). En todos ellos se explota el pino como combustible principal. La aparición en estos hornos de otro tipo de taxones como el abeto y el boj, que no corresponden al piso subalpino, posiblemente está relacionada con la presencia de algún tipo de utensilio. En el valle del Madriu, los datos polínicos indican además pruebas de actividades mineras y una presencia importante de actividades ganaderas (Miras *et al*. 2007). Hasta el momento, las únicas estructuras ganaderas localizadas se sitúan en el yacimiento de Basses de Setut, donde hemos estudiado el nivel de ocupación de un pequeño cercado y donde únicamente se ha identificado el pino, posiblemente utilizado como combustible o como elemento constructivo.

Se sabe que en el horno de Pla de l'Ingla se utilizó madera alterada, seguramente ramas caídas de gran calibre, como combustible, pero en los hornos de El Goleró es posible que se hubiera utilizado carbón. Se trata de una actividad artesanal bastante intensa en la

013ITXASO.indd 95 28/9/09 09:50:13

región y que requiere alcanzar unos 600 °C de temperatura como mínimo, por lo que el combustible necesario para dicha actividad es abundante. De momento, no se han localizado carboneras romanas en las zonas de estudio, pero no descartamos que se descubran en próximas campañas de excavación.

La ausencia de carboneras de estas cronologías posiblemente está relacionada con el hecho de que se trata de estructuras muy difíciles de localizar arqueológicamente, puesto que en muchos casos no cuentan con ningún tipo de estructura perenne. Se ha documentado la presencia de carboneras antiguas, tanto arqueológicamente como en las fuentes literarias antiguas (Dubois 1988-90; Pèlachs 2004). Autores clásicos como Teofrasto (III a. C.) o Plinio el Viejo (I a. C.) ya hablan en sus obras de un uso habitual de carboneras en estas cronologías. Además, el carbón ofrece varias ventajas frente a la madera como combustible. Tales beneficios son la mayor ligereza del carbón, que facilita su transporte en un área donde la orografía es muy complicada, el hecho de que tiene menor humedad, que no produce olor, humo ni polvo cuando se quema y que además produce el doble de energía calorífica (Fabre 1996). Estas ventajas ya eran conocidas en época romana y seguramente el uso del carbón como combustible fue habitual en este periodo.

Por lo tanto, podemos decir que en época romana las actividades, sobre todo metalúrgicas, aumentan claramente. Los recursos metalúrgicos y los forestales serán aprovechados de manera más intensa a partir de la Baja Edad Media, como ya veremos. Sin embargo, la importancia, sobre todo de la sierra del Cadí, para el desarrollo de actividades minerometalúrgicas durante época clásica, nos está indicando un preludio de las intensas actividades posteriores.

7.2.3. Edad Media

En cuanto a la Edad Media, en este trabajo no disponemos de ninguna estructura de estas cronologías.[8] La campaña arqueológica del 2006 permitió localizar los restos de destrucción de un horno del siglo VIII relacionado con el trabajo del mineral de hierro en una zona boscosa del yacimiento de Pradell (Palet 2006*d*). Los datos polínicos de la turbera de este mismo nombre indican una presencia importante de este tipo de actividades. El aumento de las actividades pastoriles en la sierra del Cadí está documentado tanto por datos polínicos como por la información de los documentos de la época (Ejarque *et al*. en prensa; Gascón 2006). Igualmente, los indicadores polínicos de la actividad pastoril aumentan en el valle del Madriu (Miras *et al*. 2007).

7.2.4. Baja Edad Media-época moderna

En el siglo XIV, las sociedades explotan la madera de los bosques de montaña para la construcción de casas, así como para la obtención de combustible. En este mismo periodo, además, la ganadería se desarrolla considerablemente y deja de ser local y de uso doméstico, como había sido hasta entonces (Codina 2004). La quema de bosques para la obtención de pastos causa una importante disminución de la masa forestal (Miras *et al*. 2007). La construcción de barcos para la Armada Invencible también afectó a las comunidades forestales de alta montaña pirenaicas, de donde se obtenía la materia prima (González González de Linares 1999).

Sin embargo, el bosque sufre un impacto notable sobre todo debido a la actividad carbonera. La mayoría de las estructuras documentadas arqueológicamente a partir del siglo XIV, corresponden a carboneras, todas ellas relacionadas con las fraguas que funcionaron entre los siglos XIV y XVII en la sierra del Cadí y entre los siglos XVI y XIX en el valle del Madriu. Este tipo de estructuras nos ofrecen datos directos y muy importantes sobre la explotación del bosque.

Carboneo

El tipo de bosque que ofrece el piso subalpino es sobre todo el bosque de pino negro, donde a veces podemos encontrar el abedul, sobre todo en los lugares más húmedos. En el piso montano, encontramos los pinares de pino albar y abetales. Son, por lo tanto, los bosques que explotan las carboneras de nuestro estudio.

El abeto y el pino son las especies más solicitadas para las actividades relacionadas con la fragua, porque proporcionan buena llama, arden rápido y producen mucho calor. Sin embargo, en las herrerías del siglo XIV de Baumes (Languedoc) (Fabre 1996) se ha documentado el uso de la encina y en las herrerías vascas de Gordexola (Vizcaya) (Polancos Aratxabala 1997) se utilizó el roble y el haya. Esto se debe a que se recurre a las materias primas disponibles en el entorno.

De modo que las carboneras utilizan los bosques que se encuentren en las cercanías de las fraguas. Las fraguas de los Pirineos orientales se ubican en el piso subalpino debido a los recursos mineros, y aprovechan los recursos que ofrece el bosque, cuyas especies poseen una calidad físico-química muy adecuada para la actividad de las fraguas.

Los carboneros entrevistados afirman que la mejor madera para obtener carbón es la de la encina. Efectivamente, esta especie proporciona un carbón con mucho poder calorífico. Sin embargo, hay que tener en

8. Sin embargo, durante la campaña del 2007 se han localizado estructuras datadas en los siglos X-XI en los yacimientos de Planells de Perafita I, Orris de la Torbera de Perafita I y Riu dels Orris, en los valles de Perafita y del Madriu (Orengo y Palet com. pers.).

013ITXASO.indd 96 28/9/09 09:50:13

cuenta que la encina arde lentamente. Además, es una especie que se encuentra en el piso colino. Por lo tanto, esta madera es buena para la combustión de braseros y hogares de uso doméstico, que es con lo que se relacionan las mencionadas carboneras, y no para las fraguas, que necesitan altas temperaturas en poco tiempo. Las carboneras de los Pirineos están relacionadas con la metalurgia. Ya hemos dicho que la explotación de estos bosques se debe a que se encuentran en las cercanías de las fraguas, pero además existe cierta selección de los taxones arbóreos que se localizan en estos bosques. El pino, el abeto y el abedul proporcionan un combustible muy adecuado para alimentar el fuego de las fraguas.

Las especies utilizadas en las carboneras estudiadas son, por lo tanto, abeto, pino y abedul, y la presencia del resto de los taxones en el registro no está relacionada con el combustible de las carboneras, sino que posiblemente tuvieron otra funcionalidad. En el análisis del ciscarro de dos carboneras actuales, a pesar de que los carboneros afirmaban haber utilizado un único taxón como combustible, aparecieron taxones correspondientes a otras especies, la mayoría arbustivas. Estas podrían proceder de la cubierta de la pila, del hogar que se utiliza para encender la pila o de ramitas que son arrastradas accidentalmente junto con la leña, o puede que sean objetos quemados accidentalmente en la pila. En una de las carboneras de Cerneres se recuperaron por ejemplo restos de virutas, posiblemente procedentes del proceso de afilado de un palo de abeto para hacer de *donafums* (tiros).

En las carboneras analizadas, el abedul se utiliza siempre que esté disponible en las cercanías de las plazas. En nuestra zona de estudio, esta especie no es mayoritaria. Por eso se utiliza junto con el pino, y por lo tanto, en las carboneras se mezclan ambas especies. Lo mismo ocurre con el uso del abeto, que, si está a disposición en el entorno, se utiliza junto con el pino. En la carbonera situada a 1.500 metros de altitud se lleva a cabo el uso específico de esta especie debido a que en el entorno crece un abetal. Estos datos contradicen la afirmación de Dubois (1988-90) de que en las carboneras no se mezclaban diferentes especies. Aunque los resultados antracológicos nos indican que siempre existe una especie prioritaria.

En el valle del Madriu, el abedul juega el papel de especie pionera y crece en Bosc dels Estanyons y a lo largo del río Madriu, como ya hemos dicho. Este entorno húmedo es favorecedor para una especie que se expande debido a la deforestación que sufren los bosques de pino negro por la intensa actividad carbonera. Las carboneras de este valle estuvieron relacionadas con la fragua de Andorra o Les Caldes (1732-1830) (Mas Canalís 1995; Codina *et al*. 2001). Esta fragua explotaba el bosque del Estall Serrer, que se encuentra en las cercanías del trayecto del GR-11 actual, y seguramente también el bosque de los Estanyons. A partir de su arrendamiento en 1812, la fragua recibió derecho a explotar los bosques de Perafita (Orengo 2007).

La presencia del abedul, por lo tanto, nos informa de una deforestación del pinar por parte de la actividad de la fragua de Andorra o Les Caldes. La colonización de los bosques afectados por actividades antrópicas por parte de especies pioneras se documenta también en otras regiones de la alta montaña. En el Ariège se ha observado que las actividades antrópicas (pastoreo y carboneo) causan una disminución en el número de abetos a favor de la expansión del haya (Galop 1998; Davasse 2000; Rendu 2003*c*). En el piso subalpino de los Alpes del Sur también se observa una competencia entre pícea y pino cembro. Al igual que el haya y el abedul, la pícea se comporta como una especie pionera y se expande allí donde el bosque haya sufrido una deforestación, debido en este caso a actividades de pastoreo (Durand 2004).

La deforestación de los pinares debido a la actividad carbonera no se observa únicamente por la presencia del abedul. En el valle del Madriu, las carboneras se sitúan a menor altitud cuanto más modernas son. Los análisis polínicos observan también una fuerte deforestación del valle en estas cronologías (Miras *et al*. 2007). A pesar de que en Andorra debió existir una normativa a la hora de explotar el bosque, esta no se cumplió en el caso del carboneo. Era necesaria la obtención de 50 toneladas de carbón para la obtención mensual de 8 toneladas de hierro. No podemos conocer con seguridad el calibre de toda la madera utilizada en las carboneras. Esto es debido a la fragmentación del carbón que se produce sobre todo durante los procesos postdeposicionales. Sin embargo, hemos observado que muchas de ellas tienen una media de 15 años de edad. La explotación de individuos de una media de 15 años nos está informando sobre una actividad muy intensiva, en la que al bosque no le da tiempo a regenerar la población y ofrecer individuos de gran calibre.

En otras áreas de los Pirineos, como por ejemplo en el bosque de Virós (Vallferrera), también se observa un descenso altitudinal de las carboneras en estas cronologías (Pèlachs 2004). En el Alto Ariège, los estudios palinológicos han observado una deforestación debida a actividades metalúrgicas durante los siglos XIV y XV (Galop 1998). En la vertiente norte de los Pirineos del Ariège (Aston y Vicdessos), de los Pirineos orientales (Osseja) y en los Pirineos catalanes (Vallferrera) entre 1.400 y 1.800 metros de altitud, actualmente no hay apenas pino albar. Esto se debe a la explotación intensa y prolongada de esta especie para la fabricación de carbón (Davasse 1991). En la Cerdanya, en cambio, los datos polínicos muestran una reforestación del medio en estos mismos siglos, aunque la arqueología observa un aumento de los ya-

013ITXASO.indd 97 28/9/09 09:50:13

cimientos y la presencia de estructuras perennes. Esto se debe a que en esta zona no se lleva a cabo la actividad carbonera sino únicamente la pastoril (Rendu 2003*c*).

En la sierra del Cadí, no disponemos todavía de un número de carboneras suficiente para observar si se produjo un descenso en la altitud a medida que avanzaba la cronología. Las tres alineaciones que forman las carboneras en vertiente de Cerneres y que llegan hasta la línea de carena y la gran potencia carbonosa de las carboneras de Carboneres muestran, sin embargo, una actividad muy intensa en el valle. En esta región, la actividad de la fragua cesó en el siglo XVII debido al agotamiento del mineral (Gascón 2007). Posiblemente, el bosque no sufrió un impacto análogo al del valle del Madriu.

Las características morfológicas de las carboneras bajomedievales y modernas documentadas, tanto del valle del Madriu como de la sierra del Cadí, son muy similares a las de las carboneras del Ariège de los Pirineos orientales (Codina *et al*. 2001). Las pilas se construyen mayoritariamente en vertientes, donde se elaboraban terrazas para aplanar el territorio y muros de contención de piedra seca. Estas estructuras se han documentado, por ejemplo, en la ES 47 de Portella de Setut y en la ES 67 de Bosc dels Estanyons. También se construyen carboneras en planos. Las carboneras situadas en pendiente son más elípticas y pequeñas que las de plano, mientras que las situadas en lugares llanos eran de mayor tamaño, más redondas y sin muros de contención. Dos carboneras situadas en plano son, por ejemplo, las ES 83 y 84 de Carboneres.

La mayoría de los trabajadores de la fragua venían del Ariège tanto para trabajar en ella como para llevar a cabo la cocción de carbón (Codina *et al*. 2001; Gascón 2007). Existen dos tipos de carboneros en los Pirineos: por una parte, se encuentran los especialistas, que son los que vienen del otro lado de la sierra pirenaica, y por otra, están los que realizan la actividad complementaria junto con la agricultura o ganadería.

Gracias a las fuentes etnográficas, hemos podido llegar a comprender el funcionamiento de las carboneras, así como sus técnicas de construcción. Una vez escogido el lugar de emplazamiento, el terreno se debía acondicionar, y esto se hacía aplanando el terreno y creando una base de piedrilla en la pila para obtener una combustión adecuada. Así se evitaba el desequilibrio de combustión de la madera y la propagación desigual del fuego durante la cocción.

Según los carboneros actuales entrevistados, el mejor sitio para construir una pila es donde se haya situado una anterior, por lo que las plazas suelen reutilizarse habitualmente. Un ejemplo podrían ser las dos fases de uso documentadas en la ES 82 de Orris de Setut. No se han localizado más carboneras con más de una fase de uso, pero en muchas de ellas la potencia carbonosa era de medio metro aproximadamente, lo que demostraría un uso intensivo del lugar. La ausencia de este nivel arcilloso y gravoso que sería el suelo preparado del que hemos hablado anteriormente, se debe a que no pasa mucho tiempo entre un uso y el siguiente. Seguramente la misma plaza era utilizada durante la misma campaña varias veces y cada verano se volvía al mismo lugar. El suelo carbonoso ofrecía un lugar adecuado para la cocción inmediatamente encima del mismo.

Debido a los peligros que supone tener una carbonera en marcha, los carboneros suelen construir cabañas a unos 100 metros de las pilas. Aquí pasarán las noches para vigilar la cocción. El mayor enemigo al que debe enfrentarse el carbonero es el viento. La lluvia, en cambio, no detiene la cocción.

Los carbones que recuperamos en estas estructuras son aquellos que han sido rechazados para su comercialización y utilización en la fragua. Una cantidad importante de muestras recogidas en las carboneras no estaban del todo carbonizadas, razón por la que debieron de ser rechazadas. Se han recuperado también algunos fragmentos correspondientes a arbustos, que no ofrecen madera de gran calibre, por lo que también se debieron de desechar. Estas especies arbustivas, tales como las Ericáceas o el enebro, podrían haberse utilizado junto con ramas pequeñas de otros árboles para cubrir la pila carbonera o para prender fuego a la chimenea. Se sabe, por los carboneros actuales, que las ramas de arbustos eran utilizadas para estas dos funciones.

Como ya hemos comentado, la presencia antrópica aumenta considerablemente a partir del siglo XIV en ambos valles. Debido a esto, las actividades desarrolladas en estos espacios entran en competencia por el uso del terreno. La actividad carbonera entra en competencia directa con la actividad pastoril, y para evitar posibles conflictos, que surgirán en muchas ocasiones, cada tipo de actividad se ubica en un medio determinado. Las estructuras pastoriles se ubican todas en valles de solana, porque evidentemente es donde se pueden encontrar los mejores pastos. Las carboneras se construyen mayoritariamente en umbría y en pendiente. Los carbones recuperados en las carboneras nos muestran alteraciones relacionadas con el estrés, hecho que puede estar asociado a las duras condiciones climáticas que sufren estas especies en alta montaña, pero también a su ubicación en pendientes importantes. Por lo tanto, los árboles utilizados para la combustión se ubicaban en lugares de pendiente. Además, se han identificado muchos fragmentos que presentaban un aspecto rodado, debido a los procesos postdeposicionales, ya que la mayor parte de las carboneras se encontraban en su mayoría en pendiente. Esta diferenciación relacionada con la ubicación de las estructuras también se observa en otros territorios de los

013ITXASO.indd 98 28/9/09 09:50:13

Pirineos, como por ejemplo en el Ariège (Dubois 1988-90; Davasse y Galop 1990).

Durante la Baja Edad Media y la época moderna, la metalurgia pasa por el momento de mayor auge, debido a que las fraguas funcionan a pleno rendimiento, mientras que la ganadería sufre altibajos. Por lo tanto, aunque la ganadería no suponga un efecto antrópico tan importante sobre el medio, la fragua causa un claro descenso del límite forestal, sobre todo en el valle del Madriu.

Pastoreo

En los siglos XIV y XV se han documentado estructuras pastoriles en los yacimientos de Orris de Setut III y Pla de l'Ingla. En la sierra del Cadí corresponden a estas cronologías varias estructuras localizadas en los yacimientos de Pradell y El Goleró. Se trata de una ganadería que satisface a una población local (Codina 2004) y que, durante su estancia estival en altitud, explota el entorno inmediato para la construcción de estructuras perennes, la fabricación de fuegos, el forrajeo, etc. Mayoritariamente se utiliza el pino, que es la madera más abundante del entorno, pero también se explotan otros recursos arbustivos disponibles en el entorno, como las Ericáceas y el enebro.

En el siglo XVII disminuye la actividad pastoril en altitud, debido a que aumenta la demanda de ganado de parcería. Sin embargo, en el siglo XVIII la ganadería vuelve a tener una importancia comercial debido a que es necesaria una producción especializada, porque la agricultura entra en crisis. Esta crisis es un fenómeno que ocurre en toda Europa en general (Codina 2004). Se han datado en este marco cronológico las estructuras documentadas en los yacimientos de Basses de Setut y Orris de Setut del valle del Madriu. En la sierra del Cadí corresponden posiblemente a estas cronologías los cercados modernos localizados en los yacimientos de El Goleró y Pradell. Los resultados antracológicos nos indican los mismos resultados que para los siglos XIV y XV. En investigaciones futuras y con el análisis de más estructuras y carbones, posiblemente se observe alguna diferencia entre estos siglos.

En el siglo XIX se produce un cambio en el marco socioeconómico que da lugar a una disminución repentina de las actividades tanto en la sierra del Cadí como en el valle del Madriu. La actividad carbonera, así como la pastoril, desciende a inicios del siglo XIX en el valle del Madriu (en la sierra del Cadí cesa en el siglo XVII debido a que se agota el mineral de hierro), lo que se refleja claramente en el descenso del número de estructuras de estas cronologías. Además, es en este momento cuando la actividad de la fragua cesa definitivamente con la aparición de los altos hornos (el problema de la deforestación y el agotamiento de las minas también venía siendo significativo) y la ganadería entra en crisis debido a que la ovina pierde importancia a favor de la bovina y a que las actividades industriales cobran mucha mayor relevancia frente a las agroganaderas, que con el tiempo son más costosas. Las razones principales de la presencia antrópica, la explotación minera y el pastoreo, ya no proporcionan un aporte económico rentable, por lo que las actividades cesan y los bosques se regeneran.

7.2.5. Trabajo de la madera: construcción y manufactura de utensilios

Las ocupaciones de alta montaña siempre son estivales. Por eso, en muchos casos, los cercados se construyen íntegramente en madera en época pre y protohistórica (por ejemplo, la ES 46 de El Goleró). La construcción en material perecedero y tierra es una forma generalizada de construcción de este tipo de estructuras (Molist *et al*. 2003). También se han documentado estructuras de época prehistórica (Pleta de les Bacives) en las que la técnica de construcción consiste en una base de piedra seca o aprovechamiento de rocas naturales y madera. Este tipo de construcción es más habitual sobre todo a partir la Antigüedad, debido a que la frecuentación de los prados y bosques es más habitual y los constructores esperan que aguante hasta la próxima subida (Rendu 2003*a*).

En cuanto a las cabañas, ya desde el Neolítico se utiliza la piedra seca como base para la construcción y la madera para terminar de cubrir la cabaña o alcanzar la altura necesaria. En este estudio se han recuperado elementos de construcción de madera y carbonizados de estructuras (ES 31 de Pradell y ES 153 de Pleta de les Bacives) y el uso de la madera para la construcción ya ha sido documentado en otras áreas de los Pirineos (Rendu 2003*a*).

Además de estructuras, la buena conservación de los carbones nos ha permitido conocer el tipo de utensilios que fabricaban estas sociedades durante su estancia en alta montaña. Esta buena conservación se debe a que la alta montaña no está habitada actualmente. Los restos arqueológicos no sufren una fragmentación rápida debido a actividades como la agricultura o la construcción de edificios.

Por un lado, recuperamos un mango de utensilio indeterminado de época romana. Por otro lado, hemos recuperado tapas de madera de época antigua fabricadas en pino negro. En otros yacimientos de cronologías similares se han documentado tapas de estas características (Piqué 1999*b*; Sada 2004). Asimismo, se recuperaron otros fragmentos de carbón, de sauce, boj y abeto, que podrían haber correspondido a utensilios. Se trata de fragmentos que no conservan ningún tipo de morfología artificial pero que podrían haber sido transportados por los propios carboneros o pastores y se quemaron.

013ITXASO.indd 99 28/9/09 09:50:13

También se han descubierto virutas de abeto en una de las carboneras. Etnográficamente sabemos que el carbonero suele fabricar una especie de lanza puntiaguda llamada *donafums* que sirve para dirigir la cocción de la carbonera mediante la apertura de tiros.

Podemos decir que la estrategia de aprovisionamiento de la madera para la obtención de combustible está condicionada por la oferta medioambiental. Sin embargo, para la elaboración de utensilios, posiblemente se transportaran algunos útiles, mientras que otros se debían de fabricar en el momento. Está documentado etnográficamente que los pastores dedicaban su tiempo libre durante las estancias estivales en alta montaña a la fabricación de útiles. La materia prima utilizada se transportaba a veces, pero otras se utilizaba la madera disponible en el entorno (Violant i Simorra 1996).

013ITXASO.indd 100 28/9/09 09:50:13

8. CONCLUSIÓN

La antracología del paisaje presenta dos características: la diacronía y el estudio de un área extensa. En este trabajo, se han estudiado varias estructuras con cronologías que discurren desde el Neolítico hasta época moderna, de dos valles situados en los Pirineos orientales, el valle de La Vansa y el valle del Madriu.

Hasta el momento, se han realizado pocos trabajos de este tipo. En los Pirineos, concretamente en el alto valle de Aston y en la Cerdanya, el primer trabajo de estas características fue realizado por Davasse como parte de un proyecto más extenso dirigido por Rendu (Davasse *et al.* 1997; Davasse 2000). Basándose en este tipo de estudios se iniciaron proyectos similares en los Alpes del Sur, donde Durand (2004) realizó un estudio similar. Del mismo modo, son escasos los estudios antracológicos de periodos históricos, por lo que consideramos que este trabajo aporta información fundamental sobre la vegetación y el uso de la madera de estas cronologías.

El interés principal de este trabajo, integrado en un proyecto de arqueología del paisaje, ha sido conocer y entender la dinámica y la relación de las poblaciones que ocuparon estos valles con el medio de alta montaña y, en concreto, con el medio forestal. Con este trabajo y gracias a la aportación de otros datos, tanto arqueológicos como históricos o paleobotánicos, llevados a cabo en este mismo proyecto, hemos conseguido obtener información sobre la explotación del medio forestal de los valles del Madriu y La Vansa desde el Neolítico hasta época moderna. La antracología es una disciplina imprescindible, sobre todo en contextos de alta montaña. Los carbones son, en muchas ocasiones, los únicos restos arqueológicos que se recuperan en este tipo de estructuras y además proporcionan dataciones por ^{14}C.

Las características de las campañas en las que se han recuperado los carbones estudiados son varias. Por un lado, se han realizado sondeos y prospecciones y no excavaciones en extensión. Además, las estructuras documentadas han sido carboneras y hornos, donde los carbones aparecen en modo de concentración, y estructuras ganaderas. Otra de las características de este trabajo ha sido la excepcional conservación de los restos, tanto de madera como de fragmentos carbonizados. Por último, el material estudiado se caracteriza por la poca variabilidad que presenta. Debido a todas estas particularidades del registro, la metodología antracológica utilizada ha tenido en cuenta la propia logística del yacimiento, el tipo de estructuras, el tipo de depósito del material y la variabilidad del registro. Se ha establecido, de este modo, una metodología de muestreo específica para cada tipo de estructura y un número de fragmentos a observar por cada unidad estratigráfica.

Todo esto nos ha permitido llegar a conocer la ocupación de los dos valles estudiados, así como la explotación de los recursos forestales a lo largo de este lapso cronológico. Podemos concluir, de este modo, que desde el Neolítico antiguo hasta época moderna las poblaciones ganaderas que suben a estas altitudes en busca de prados estivales llevan a cabo una explotación del entorno leñoso inmediatamente cercano. El objetivo de estos pastores es la obtención de buenos prados, y la madera se utiliza para la elaboración de hogares y construcción de estructuras. Los cercados y cabañas se construyen con una base de piedra seca y la madera se utiliza para alcanzar la altura necesaria de las estructuras y para la construcción de techos.

A partir de época romana, sobre todo en el Cadí, la actividad metalúrgica (al menos una parte de ella, como es la primera transformación del hierro) gana importancia, y suponemos que el combustible utilizado es carbón, aunque no hemos documentado todavía ninguna carbonera de estas cronologías. En esta misma región, la actividad metalúrgica cobra mayor importancia al menos desde el siglo VII d. C., sobre todo en los alrededores del yacimiento de Pradell (sierra del Cadí). Sin embargo, esta es especialmente importante a partir de la Baja Edad Media (siglo XIV). Esto se observa, ante todo, en que el número de estructuras aumenta considerablemente a partir de esta época. La mayoría de las estructuras localizadas en las campañas de excavación corresponden al margen cronológico que discurre desde el siglo XIV hasta el XVIII. Se trata de carboneras que están directamente relacionadas con las fraguas documentadas en el entorno.

En dichas carboneras se utiliza madera verde, lisa y en buen estado, y se sabe que el carboneo produce uno de los mayores impactos de su historia en el valle del Madriu y en la sierra del Cadí. En el valle del Madriu hemos observado un descenso del nivel superior forestal debido al carboneo. A medida que un bosque se agota, los carboneros descienden en altitud, alejándose cada vez más de la fragua para continuar fabricando carbón. Las especies explotadas para esta actividad son el pino, el abedul y el abeto, las cuales se mezclan como combustible en las carboneras.

Como ya hemos dicho, las carboneras son el tipo de estructuras que han aparecido en mayor número en las excavaciones realizadas hasta el momento. Además, estas nos ofrecen una información directa acerca de la explotación de los bosques. Por ello, hemos intentado comprender no solo el funcionamiento de las estructuras, sino a los propios carboneros que construían

013ITXASO.indd 101 28/9/09 09:50:14

dichas pilas. El estudio etnográfico a través de la lectura de trabajos de estas características, entrevistas a carboneros actuales y el análisis de restos de carboneras actuales, nos ha hecho comprender el modo de vida de los carboneros y la forma en la que explotaban el entorno forestal.

Los carboneros estudiados en este trabajo provienen del Ariège en su mayoría. Se trata de gente que no disponía de grandes recursos económicos y necesitaba llevar a cabo un trabajo que les aportara un ingreso extra a su trabajo habitual. Estos construyen las carboneras cerca de la materia prima y de los recursos necesarios para su fabricación, es decir, el bosque, un camino y los recursos de agua como el río. Preferentemente se construyen en zonas de umbría y en vertiente para no competir con los pastos y evitar así conflictos entre ganaderos y carboneros. En la mayoría de las carboneras únicamente hemos detectado una fase de uso. Gracias a que los carboneros utilizan todas las especies arbóreas disponibles en el entorno y que además también explotan la vegetación arbustiva para prender la chimenea o cubrirla, estas estructuras son buenos indicadores de la vegetación del entorno inmediato.

En general, los resultados nos han ofrecido una escasa variabilidad taxonómica. Pese a ello, hemos podido observar varias formaciones vegetales de los pisos montano y subalpino. Esto se debe a la explotación del entorno muy inmediato de todas las estructuras, que nos permite ver una imagen de dichas formaciones con mayor precisión, a pesar de que se trate de estructuras en muchos casos artesanales y concentraciones de carbones. En el piso subalpino hemos observado, por un lado, pinares de pino negro acompañados por el enebro en solana y por Ericáceas en umbría, y por otro, pinares de pino negro acompañados de abedules, sauces y algún individuo de serbal en las partes más húmedas y en riberas de río. En el piso montano hemos encontrado, por una parte, abetales, y por otra, pinares de pino albar con enebro y boj en solana y con abeto en umbría.

El pino representa casi la totalidad de prácticamente todas las estructuras, lo cual nos ha permitido realizar una serie de mediciones en la estructura de los fragmentos para poder observar si se podían distinguir los dos tipos de pino de montaña, el albar y el negro. En las estructuras situadas por encima de los 1.800 metros de altitud, los carbones analizados corresponden a pino tipo negro.

El material estudiado, por otro lado, nos ha permitido observar varios utensilios que conservaban claramente la morfología como tapas de recipientes o un mango de algún tipo de utensilio. Los resultados nos han permitido observar que los taxones utilizados para actividades que requieren una gran cantidad de materia prima son los que están disponibles en el entorno inmediato, en este caso el pino. También es posible que se fabricasen objetos en el tiempo libre de pastores y carboneros con la madera del entorno, pero es muy posible también que transportaran consigo objetos realizados con otras especies provenientes de otro contexto, como el boj o el abeto.

Como conclusión final, se puede decir que, con este trabajo, queda demostrado que la alta montaña nunca ha sido un área marginal. De hecho, en épocas como la romana, en las que se priorizan las actividades agrícolas, la ocupación de la alta montaña no disminuye, sino que vive una continuidad. Esto es así porque este entorno ofrece una serie de recursos específicos muy apreciados desde época prehistórica. Se trata del bosque, los minerales y los prados.

013ITXASO.indd 102 28/9/09 09:50:14

BIBLIOGRAFÍA

Ariño, E.; Gurt, J.M.; Palet, J.M. 2004. *El pasado presente. Arqueología de los paisajes en la Hispania romana*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.

Allué, E. 2002. *Dinámica de la vegetación y explotación del combustible leñoso durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno del Noreste de la Península Ibérica a partir del análisis antracológico*. Tarragona: Universidad Rovira i Virgili. Tesis doctoral.

– 2003*a*. *Informe de l'anàlisi antracològica de la plaça de la Vila de Madrid (Barcelona)*. Inédito.

– 2003*b*. «Les anàlisis antracològiques a Tarragona i el seu entorn: l'interès per l'estudi de la vegetació del passat i la utilització dels recursos forestals». *Butlletí Arqueològic.* Época V, núm. 25. Tarragona: Reial Societat Arqueològica Tarraconense, 5-17.

– 2006. «Antracología: una disciplina arqueobotánica para el conocimiento del paisaje vegetal y la explotación de los recursos vegetales». En: Enrich, J. *et al.* (ed.). *I Congreso de analíticas aplicadas a la arqueología. Igualada, 3, 4, 5 de febrero de 2005. Actas*. Igualada: Arqueocat SL, 195-218.

Amenós, L. 2004. «L'ofici de ferrer a la Catalunya medieval». *Butlletí Arqueològic*. Época V, núm. 26. Tarragona: Reial Societat Arqueològica Tarraconense, 176-218.

Badan, O.; Brun, J.P.; Congès, G. 1995. «Les bergeries romaines de la Crau d'Arles. Les origines de la transhumance en Provence». *Gallia,* 52, 263-310.

Badal, E. 1992. «L'anthracologie préhistorique: à propos de certains problèmes méthodologiques». *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.,* 139 (2/3/4), 167-189.

Badal, E.; Bernabeu, J.; Vernet, J.L. 1994. «Végétation changes and human action from the Neolithic to the Bronze age (7000-4000 B.P.) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis». *Vegetation History and Archaeobotany,* 3, 155-166.

Bardillo Salgado, F.J. 2001. *Árboles y arbustos del Pirineo*. Huesca: Pirineo.

Barker, G.; Grant, A. 1991. «Ancient and modern pastoralisme in central Italy: an interdisciplinary study in the Cicolano Mountains». *Papers of the British School at Rome,* LIX, 15-88.

Bazile-Robert, E. 1982. «Données experimentales pour l'anthracoanalyse». *Études Quaternaires Languedociennes,* 2, 25-32.

Beaulieu, J.L. 1977. *Contribution pollenoanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène des Alpes méridionales françaises*. UFR Sciences, Aix-Marseille III. Tesis doctoral.

Behre, K.E. 1981. «The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams». *Pollen et Spores*, 23, 225-245.

Berenguer, E. (dir.) 2005. *Història d'Andorra. De la prehistòria a l'edat contemporània.* Barcelona. Edicions 62.

Bernard, V., Renaudin, S.; Marguerie, D. 2006. «Evidence of trimmed oaks (*Quercus* sp.) in North Western France during the early Middle Ages (9th-11th centuries A.D.)». En: Dufraisse, A. *Charcoal Analysis: New analytical tools and methods for archaeology. Papers from the table-ronde held in Basel 2004*. BAR International Series, 1483, 103-108.

Bertrand, G. 1968. «Paisaje et géographie physique global». *Rev. geog. des Pyr. et du Sud-Ouest,* 39, 249-272.

Binford, L. 1968. «Archaeological perspectives». En: Binford, S.; Binford, L. (ed.). *New perspectives in archaeology*. Chicago: Aldine Publishing Company, 5-32.

Binford, L.R. 1992. «Seeing the present and interpreting the past and keeping things straight». En: Rossignol, J.; Wandsnider, L. (ed.). *Space, time, and archaeological landscapes*. Nueva York: Plenum Press, 43-59.

Blanco, E. *et al*. 1998. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Madrid: Planeta.

Blanchemanche, P.; Chabal, L. 1995. «Potentialités forestières et activités humaines de la fin de la Préhistoire à la période historique dans le midi de la France: dégradation ou socialitation du Milieu?». *L'homme et la dégradation de l'environnement. XVIes Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*. APDCA, 209-229.

Bolós, J. 2004. *Els orígens medievals del paisatge català. L'arqueologia del paisatge com a font per a conèixer la història de Catalunya*. Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat.

Bonhôte, J. 1992. *Forges à la catalane et evolution forestière dans les Pyrénées de la Haute-Ariège. Pour une histoire de l'environnement*. Toulouse: Université de Toulouse-le Mirail.

– 1995. «Forges à la catalane et charbon de bois: histoire de l'environnement dans les Pyrénées de la haute Ariège». En: Tomàs i Morera, E. *La farga catalana en el marc de l'arqueologia siderúrgica*. Andorra la Vella: Govern d'Andorra, Ministeri d'Afers Socials i Cultura, 191-195.

Bonhôte, J.; Vernet, J.L. 1988. «La mémoire des charbonnières. Essai de reconstitution des milieux forestières dans une vallée marquée par la métallurgie (Aston, Haute-Ariège)». *Revue Forestière Française,* 40, 197-212.

013ITXASO.indd 103 28/9/09 09:50:14

BROCHIER, J. E.; CLAUSTRE, F.; HEINZ, C. 1998. «Environmental impact of Neolithic and Bronze Age farming in the eastern Pyrenees forelands, based on multidisciplinary investigations at La Caune de Bélesta (Bélesta Cave), near Perpignan, France». *Vegetation History and Archaeobotany,* 7, 1-9.

BRUN, J. P. 1996. «La grande transhumance à l'époque romaine. À propos des recherches sur La Crau d'Arles». *Anthropozoologica,* 24, 31-44.

BUTZER, K. W. 1989. *Arqueología: Una ecología del hombre.* Barcelona: Ediciones Bellaterra.

BUXÓ, R.; PIQUÉ, R. 2003. *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*. Barcelona: Museu d'Arqueologia de Catalunya.

BUXÓ, R. *et al*. 2004. «Excavació de dos pous d'època romana a Guissona. L'explotació dels recursos vegetals a la ciutat de Iesso als segles I aC-II dC». En: GUITART I DURAN, G.; PERA I ISERN, J. *Iesso I*. Barcelona: Patronat d'Arqueologia de Guissona, 213-284.

CARRIÓN, Y. 2005. *La vegetación mediterránea y atlántica de la Península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas*. Valencia: Servicio de Investigación Prehistórica. Diputación Provincial de Valencia.

– 2006. «Tres Montes (Navarra, Spain): Dendrology and wood uses in an arid environment». En: DUFRAISSE, A. *Charcoal Analysis: New analytical tools and methods for archaeology. Papers from the table-ronde held in Basel 2004*. BAR International Series 1483, 83-93.

CASTANYER, P.; TREMOLEDA, J. 1999. *La vil·la romana de Vilauba. Un exemple de l'ocupació i explotació romana del territori a la comarca del Pla de l'Estany.* Girona.

CATLING, D. *et al*. 1990. «Identification of wood». *Summer Schools, 2-6 July 1990*.

CHABAL, L. 1988. «L'étude paléoécologique de sites protohistoriques à partir des charbons de bois: La question de l'unité de mesure. Dénombrements de fragments ou pesées?». *Pact,* 22 (IV.1), 189-205.

– 1991. *L'homme et l'evolution de la végétation méditerranéenne, des âges des metaux a la période romaine: Recherches anthracologiques théoriques, appliquées principalement a des sites du Bas-Languedoc.* Montpellier: Sciences et Techniques du Languedoc; Université de Montpellier.

– 1992. «La représentativité paléoécologique des charbons de bois archéologiques issus du bois de feu». *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.,* 139 (2/3/4), 213-236.

– 1994. «Apports récents de l'anthracologie à la connaissance des paysages passés: performances et limites». *Histoire et mesure,* IX (3/4), 317-338.

– 1997. *Fôrets et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie*. París: Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme.

CHABAL, L. *et al.* 1999. «L'anthracologie». En: FERDIÈRE, A. (dir.). *La botanique*. París: Errance, 43-104.

CLARKE, D. L. 1977. *Spatial archaeology*. Londres: Academic Press.

CODINA, O. 2004. *De fer et de laine. Les vallées andorranes du XVIe au XIXe siècle*. Perpiñán: Presses Universitaires de Perpignan; Fundació Julià Reig.

CODINA, O.; BOSCH, J. M.; VILA, A. 2001. *La Farga Rosell (1842-1876). El zenit de l'obtenció del ferro pel sistema directe*. Andorra: Govern d'Andorra, Ministeri de Turisme i Cultura, Àrea de Recerca Històrica; Fundació CaixaBank.

COURT-PICON, M. 2003*a*. «Approches palynologique et dendrochronologique de la mise en place du paysage dans le Champsaur (Hautes-Alpes, France) à l'interface des dynamiques naturelles et dynamiques sociales. Thématique, méthodologie et premiers résultats». *Archéologie du Midi Médiéval,* 21, 211-224.

– 2003*b*. «Approches palynologique et dendrochronologique de la mise en place du paysage dans le Champsaur (Hautes-Alpes, France) à l'interface des dynamiques naturelles et des dynamiques sociales. Thématique, méthodologie et premiers résultats». *Archéologie du Midi Médiéval,* 21. Carcasona: Ed. Centre d'Archéologie Médiévale du Languedoc, 211-224

COURT-PICON, M.; BUTTLER, A.; DE BEAULIEU, J. L. 2005. «Modern pollen vegetation relationships in the Champsaur valley (French Alps) and their potential in the interpretation of fossil pollen records of past cultural landscapes». *Review of palaeobotany and palynology,* 135 (1), 13-39.

CRESPO, C. *et al.* [en prensa]. «L'explotació del ferro a finals de la Protohistòria: l'exemple de la Vall de Baiasca (Pallars Sobirà)». *I Congrés de Joves Investigadors en Arqueologia dels Països Catalans: la Protohistòria als Països Catalans (Vilanova del Camí, 18-19 de novembre de 2005)*.

DAVASSE, B. 1991. «Les espaces forestiers de la haute vallée du Vicdessos-Pyrénées ariégeoises: analyse écohistorique et étude des charbonnières». En: GEHU, J. M. (ed.). *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts. Cramer, Vaduz, Colloques phytosociologiques,* XX, 306-314.

– 1992*a*. «Anthracologie et espaces forestiers charbonnés. Quelques exemples dans la moitié orientale des Pyrénées». *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.*, 139 (2/3/4), 597-608.

DAVASSE, B. 1992*b*. «Aspects méthodologiques de l'anthracoanalyse des charbonneres. Histoire des forêts de la Vallée de Soulcem (Pyrénées Ariégeoises, Fran-

013ITXASO.indd 104 28/9/09 09:50:14

ce)». En: MÉTAILIÉ, J.P. (coord.). *Protoindustries et histoire des forêts. Les cahiers de l'ISARD,* 3, 207-221.

– 2000. *Forêts charbonnières et paysannes dans les Pyrénées de l'est du moyen âge à nos jours. Une approche géographique de l'histoire de l'environnement.* Toulouse: GEODE.

DAVASSE, B.; GALOP, D. 1989. «Le charbon de bois et le pollen: éléments pour une approche de l'évolution historique du paysage forestier dans les Pyrénées ariégeoises». *Acta biol. mont.,* IX, 333-340.

– 1990. «Le paysage forestier du haut Vicdessos (Ariège): l'évolution d'un milieu anthropisé». *Revue Géographique des Pyrénnées et du Sud-Ouest,* 61 (1), 433-457.

DAVASSE, B., GALOP, D.; RENDU, C. 1997. «Paysages du Néolithique à nos jours dans les Pyrénées de l'Est d'après l'écologie historique et l'archéologie pastorale». En: BURNOUF, J.; BRAVARD, J.P.; CHOUQUER, G. (ed). *La dynamique des paysages protohistoriques, antiques, médiévaux et modernes*. APDCA. Sophia Antipolis, 577-599.

DUBOIS, C. 1988-1990. «La forêt charbonnée. Histoire des forêts et impact de la métallurgie dans les Pyrénées ariégeoises au cours des deux derniers millénaires». *Centre national de la recherche scientifique. Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement. Histoire de l'environnement*. Toulouse: Université de Toulouse.

– 1992. «De la forêt au metal: premières données diachroniques et archéologiques en Ariège». En: MÉTAILIÉ, J.P. (coord.). *Protoindustries et histoire des forêts*. Les cahiers de l'ISARD, 287-300.

– 1994. «Mines, métallurgie et forêts dans les Pyrénées ariégeoises de l'Antiquité au Moyen Âge». *Bull. de la Soc. de Géographie de Toulouse,* 274 (93-94), 37-51.

– 2001. «L'impact métallurgique sur la forêt pyrénéene: l'archéologie des charbonnières». En: LLOVERA, X.; RUF, M.A.; YÁÑEZ, C.C. *Actes del 6è curs d'arqueologia d'Andorra. L'obtenció del ferro per procediment directe entre els segles* IV i XIX. Andorra la Vella: Govern d'Andorra, Ministeri de Cultura, 257-267.

DUBOIS, C.; MÉTAILIÉ, J.P.; IZARD, V. 1997. «Archéologie de la forêt charbonée: questions et méthodes, illustrées par l'exemple du site de Lercoul (Ariège)». En: BURNOUF, J.; BRAVARD, J.P.; CHOUQUER, G. (ed). *La dynamique des paysages protohistoriques, antiques, médiévaux et modernes*. APDCA. Sophia Antipolis, 525-540.

DUFRAISSE, A. 2002. «Combustible et espace forestier à Chalain, Station 19 (Jura)». En: RICHARD, H.; VIGNOT, A. D. (ed.). *Équilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers millénaires en Europe de l'Ouest. Actes du colloque international de Besançon, septembre 2000.* Environnement, sociétés et archéologie 3. Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon 730, 413-422.

– 2006. «Charcoal anatomy potential, wood diameter and radial growth». *Charcoal analysis: New analytical tools and methods for archaeology*. BAR International Series 1483, 47-60.

DURAND, A. 1998. *Les paysages médiévaux du Languedoc (Xe-XIIe siècles).* Toulouse: Presses Universitaires du Mirail.

– 2003. *Forêts et économie du combustible d'après l'analyse anthracologique en Champsaur médiéval à haute altitude. Essai de synthèse des résultats*. Département d'Histoire de l'Université d'Aix-Marseille I-Laboratoire d'Archéologie Médiévale Méditerranéenne, 109-132.

– 2004. *Du paysage à la pratique des gestes à l'environnement. Essai d'approches croisées sur les systèmes agraires en France méridionale et en Catalogne (IXe-XVe siècles)*. Académie d'Aix-Marseille; Aix-Marseille I; Université de Provence.

DURAND, A.; PY, V. 2004. *Essai d'approche diachronique et synthétique de l'évolution des écosystèmes dans le haut Champsaur et le plateau de Faravel au Moyen Âge (VIIIe siècle-époque moderne).* Université de Provence et Laboratoire d'Archéologie Médiévale Méditerranéenne. Inédito.

EJARQUE, A. 2006. *Evolución paleoambiental y ritmos de antropización del Valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra) a partir del estudio polínico del Estany Blau (2.471 m).* Tarragona: DEA; ICAC; Universidad Rovira i Virgili.

EJARQUE, A. *et al.* [en prensa]. «Tracing the history of highland management in the Eastern Pre-Pyrenees: an interdisciplinary paleoenvironmental study at the Pradell fen, Spain». *The Holocene*.

ESTEBAN, A. (coord.) 2003. *La humanización de las altas cuencas de la Garona y las Nogueras (4500 a.C.-1955 d.C.).* Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

EUBA, I. 2005. *Propuestas metodológicas y resultados preliminares sobre el estudio de carboneras y estructuras de pastoreo en el valle de La Vansa (La Vansa i Fórnols y Josa i Tuixén; sierra del Cadí) y el valle del Madriu (Andorra) a través de la antracología.* Tarragona: DEA; Universidad Rovira i Virgili; Departamento de Historia y Geografía.

– 2008. *Análisis antracológico de estructuras altimontanas en el valle de La Vansa, sierra del Cadí (Alt Urgell), y en el valle del Madriu (Andorra): explotación de recursos forestales del Neolítico medio a época moderna*. Tarragona: Universidad Rovira i Virgili. Tesis doctoral.

EUBA, I.; ALLUÉ, E. 2003. «Análisis antracológico de una acumulación de carbones en la villa romana del Moro (Torredembarra, Tarragona)». *Butlletí Ar-*

013ITXASO.indd 105 28/9/09 09:50:14

queològic. Reial Societat Arqueològica Tarraconense, 25, 89-106.

Fabre, L. 1996. *Le charbonnage historique de la chêiane à Quercus ilex L. (Languedoc, France): conséquences écologiques.* Montpellier: Université de Montpellier II. Sciencies et Techniques du Languedoc.

Figueiral, I.; Mossbrugger, V. 2000. «A review of charcoal analysis as a tool for assessing Quaternary and Tertiary environments: achievements and limits». *Palaeogeography, Palaeoecology, Palaeoclimatology,* 164, 397-407.

Fischesser, B. 2000. *El libro de El Árbol.* Madrid: Drac.

Fliche, P. 1883. «Étude sur les flores de l'Aube et de l'Yonne». *Mémoires de la societé académique de l'Aube,* 62.

– 1899. «Le pin sylvestre (*Pinus sylvestris L.*) dans les dépots quaternaires de Clérey». *Mémoires de la Société Académique de l'Aube,* 63.

Folch, R. 1984. *El patrimoni natural d'Andorra. Els sistemes naturals andorrans i llur utilització.* Barcelona: Editorial Ketres.

Foreman, R.T.T.; Godron, M. 1986. *Landscape ecology*. Nueva York: John Wiley and Sons.

Forés Gómez, A.; Gassiot Ballbé, E.; Oltra Puigdoménech, J. 2002. «Més enllà de la transhumància: mineria i metal·lúrgia antiga a l'alta muntanya del Pallars Sobirà». *1er Simposio Latino sobre Minería, Metalúrgia y Patrimonio Minero en el Mediterráneo Occidental,* C-04, 71-82.

Fruhauf, C. 1980. *Forêt et Société. De la forêt paysanne à la forêt capitaliste en pays de Sault sous l'Ancien Régime vers 1670-1791.* Toulouse: CNRS.

Galop, D. 1998. *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*. GEODE. Laboratoire d'Écologie Terrestre Framespa. Université de Tolouse II.

Galop, D. *et al.* 2003. «Palynologie et histoire des activités humaines en milieu montagnard. Bilan provisoire des recherches et nouvelles orientations méthodologiques sur le versant nord des Pyrénées». *Archéologie du midi médiéval,* 21, 159-170.

García Esteban, L. *et al.* 2002. *Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie.* Madrid: Fundación del Valle Salazar; Mundi-Prensa.

Gascón, C. 2006. «Resultat de l'estudi de les fonts documentals». En: Palet, J.M. *Ocupació del sòl i formes del paisatge de muntanya als Pirineus orientals de l'Antiguitat a l'època medieval: estudi territorial a la serra del Cadí-la Vansa (Alt Urgell). Memòria justificativa de recerca ACOM 2004*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Recerca.

– 2007. «Mineria i metal·lúrgia en època antiga i medieval a la vall de la Vansa-serra del Cadí. Estudi documental». *Pastoralisme, carboneig i formes d'explotació de l'alta muntanya de la protohistòria a l'edat mitjana a la serra del Cadí-la Vansa (Alt Urgell). Memòria justificativa de recerca ACOM 2005.* Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Recerca.

Godwin, H.; Tansley, A.G. 1941. «Prehistoric charcoals as evidence of former vegetation, soil and climate». *Journal of Ecology,* 29 (1), 117-126.

Gómez Ortiz, A. 2001. «El necesario equilibrio entre preservación y explotación del paisaje: el caso del Principado de Andorra». *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales.* <http://www.ub.es/geocrit/sn-103.htm>.

González González de Linares, U.M. 1999. «Los bosques en España a lo largo de la historia». En: Perlin, J. *Historia de los bosques. El significado de la madera en desarrollo de la civilización.* Madrid: Gaia, Proyecto 2050, 430-480.

Gorczynski, T.; Molski, B. 1969. «Anatomical changes of commonly used wood species from archaeological excavation». *Archaeol. Polona,* XI, 147-171.

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.* Valencia: Universidad de Valencia, Departamento de Geografía e Historia. Tesis doctoral.

– 2002. «El paisaje vegetal de la Valentia romana». En: Ribera i Lacomba, A.; Jiménez Salvador, J.L. (coord.). *Valencia y las primeras ciudades romanas de Hispania*, 279-286.

Greguss, P. 1955. *Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy*. Budapest: Akademiai Kiado.

Guilaine, J. 1991. *Pour une archéologie agraire. À la croisée des sciences de l'homme et de la nature.* París: Armand Colin.

Gutiérrez i Perearnau, C. 1996. *El carboneig. L'exemple del Montseny.* Barcelona: Alta Fulla.

Haro Pozo, S. 2001. «Paisaje vegetal en la comarca de la Marina Alta durante el s. xiii a través del antracoanálisis del Castell d'Ambra (Pego, Alicante)». En: Clemente Ranios, J. (ed.). *El medio natural en la España Medieval. Actas del I Congreso sobre Ecohistoria e Historia Medieval,* 317-334.

Hass, J.N.; Schweingruber, F.H. 1994. «Wood-anatomical evidence of pollarding in ash stems from the Valais, Switzerland». *Dendrochronologia,* 11, 35-43.

Hastorf, C.A.; Popper, V.S. 1988. *Current paleoethnobotany analytical methods and cultural interpretations of archaeological plant pemains.* Chicago; Londres: University of Chicago Press.

Hather, J.G. 2000. *The identification of the Northern European woods. A guide of archaeologists and conservators.* Londres: Archetype Publications.

013ITXASO.indd 106 28/9/09 09:50:14

HEINZ, C. 1990. *Dynamique des vegetations holocenes en Méditerranée nord occidentale d'après l'anthracoanalyse de sites prehistoriques: méthodologie & paléoécologie.* Montpellier. Paléobiologie Continentale XVI, n.º 2.

– 1996. «Les transformations du paysage végétal pyrénéen au cours de l'epipaléolithique et du mésolithique». En: BINTZ, P.; THÉREVIN, A. *L'Europe des derniers chasseurs. Epipaléolithique et Mésolithique. Actes du 5e colloque international UISPP. Commission* XII. *Grenoble, 18-23 Septembre 1995.* París, CTHS.

HEINZ, C.; BARBAZA, M. 1998. «Environmental changes during the Late Glacial and Post-Glacial in the central Pyrenees (France): new charcoal analysis and achaeological data». *Review of Palaeobotany and Palynology,* 104, 1-17.

HIDALGO DE LA VEGA, M. J. 1989. «El bosque en Hispania según Estrabón». *La historia en el contexto de las ciencias humanas y sociales: Homenaje a Marcelo Vigil Pascual,* 49-54. Salamanca: Universidad de Salamanca.

HODDER, I.; ORTON, C. 1976. *Spatial analysis in archaeology*. Cambridge; Londres; Nueva York; New Rochelle; Melbourne; Sidney: Cambridge University Press.

IRIARTE, M. J. 1997. «El paisaje vegetal de la Prehistoria tardía y primera historia en el País Vasco peninsular». *Isturitz,* 9, 669-677.

IZARD, V. 1992*a*. «L'art du charbonnier: contribution ethnobotanique et géographico-historique a l'étude des paysages métallurgiques d'après l'anthracoanalyse des charbonnières». *Bull. Soc. Bot. Fr.*, *Actual. Bot.,* 139 (2/3/4), 587-596.

– 1992*b*. «La typologie des carbonnières: méthode d'inventaire pour l'étude diachronique du charbonnage». En: MÉTAILIÉ, J.-P. (coord.). *Protoindustries et histoire des forêts*. Tolouse: Cahiers de l'ISARD, 223-235.

– 1995. «Le charbonnage des forêts dans la vallée de la Lentilla. Paléo-métallurgique, anthracologie et histoire de l'environnement (Conflent, Pyrénées-Orientales)». En: TOMÀS I MORERA, E. *La farga catalana en el marc de l'arqueologia siderúrgica.* Andorra la Vella: Govern d'Andorra, Ministeri d'Afers Socials i Cultura, 177-195.

KRAUSS-MARGUET, I. 1981. «Analyse anthracologique du gisement postglaciaire de la Poujade (Millau, Aveyron)». *Paléobiologie continentale,* XII (1), 93-110.

LAEDERICH, L.; THIÉBAULT, S. 2004. «L'apport des végétaux par l'homme pour la nourriture du troupeau au Néolithique». En: BOËTSH, G. (dir.). *Actes du Colloque Plantes qui nourrissent, plantes qui guérrissent dans l'espace alpin.* GAP Cedex; Éditions de la Librairie des Hautes-Alpes, 29-43.

LAUBENHEIMER, F. 2000. *Archéologie de la France antique. Mines et métallurgies en Gaule. Gallia.* 57. París, CNRS.

LEVEAU, P. 2003. «La période romaine dans les Alpes occidentales. Un bilan des recherches». En: BOËTSCH, G.; DEVRIENDT, W.; PIGUEL, A. *Permanence et changements dans les sociétés alpines: état des lieux et perspectives de recherche*. Aix-en-Provence: Edisud, 31-56.

– 2004. «Rome et la montagne: les Alpes occidentales, une étude de cas». En: LÉVEQUE, M.; HERMON, E. *Espaces intégrés et ressources naturelles dans l'Empire roman. Actes coll. Université Laval-Québec (5-8 mars 2003)*. Besançon: Institut des Sciences et des Techniques de l'Antiquité; Presses Universitaires de Franche-Comté, 153-164.

– 2005. «L'archéologie du paysage et l'Antiquité classique». *Agri centuriari. An international journal of landscapes archaeology,* MMVI, 9-24.

LEVEAU, P.; SEGARD, M. 2006. «Le pastoralisme antique autour du col du Petit-Saint-Bernard». *Alpis Graia. Archéologie sans frontières au col du Petit-Saint-Bernard. Seminario di chiausura 4-6 marzo 2006,* 153-161.

LLOVERA, X. *et al.* (coord.) 1997. *Roc d'Enclar. Transformacions d'un espai dominant. Segles IV-XIX*. Andorra la Vella: Govern d'Andorra, Ministeri de Cultura, Servei de Recerca Històrica.

LLOVERA, X.; RUF, M. A.; YÁÑEZ, C. (coord.) 2001. *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV i XIX*. Actes del 6è curs d'arqueologia d'Andorra 2000. Andorra la Vella: Patrimoni Cultural d'Andorra, Àrea de Recerca Històrica.

LLUÍS, J. 1994. *Records de la meva vida de pastor.* Tremp: Garsineu.

LÓPEZ GONZÁLEZ, G. 2004. *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares (Especies silvestres y las cultivadas más comunes).* Madrid; Barcelona; México: Ediciones Mundi-Prensa.

LOREAU, P. 1994. *Du bois au charbon de bois: Approche expérimentale de la combustion.* Montpellier: DEA; Académie de Montpellier; Université de Montpellier II; Sciences et Techniques du Languedoc.

LUDEMANN, T. 2006. «Anthracological analysis of recent charcoal-burning in the Black Forest, SW Germany». En: DUFRAISSE, A. *Charcoal analysis: New analytical tools and methods for archaeology. Papers from the table-ronde held in Basel 2004.* BAR International Series 1483, 61-70.

MAGNIN, M. D. 2004. *Le fer.* París: Errance. Archéologiques.

MARGUERIE, D.; HUNOT, J. Y. 2007. «Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France». *Journal of Archaeological Science,* 34 (9), 1417-1433.

MAS CANALÍS, D. 1995. «Evolució de la indústria

013ITXASO.indd 107 28/9/09 09:50:14

metal·lúrgica a les valls d'Andorra». En: TOMÀS I MORARA, E. *La farga catalana en el marc de l'arqueologia siderúrgica.* Andorra la Vella: Govern d'Andorra, Ministeri d'Afers Socials i Cultura, 77-85.

MASES, M.; GONZÁLEZ, M.; GALLEGO, N. 2005. *Memoria del mapa geomorfològic d'Andorra 1:50.000.* Sant Julià de Lòria: Centre de Recerca en Ciències de la Terra (CRECIT); Institut d'Estudis Andorrans.

MATEO, M.; GÓMEZ, A. 2004. «La pequeña edad del hielo en Andorra: episodios morfogenéticos y su relación con la producción de cereales en Europa». *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geología),* 99 (1-4), 173-183.

MATEU I SUBIRÀ, J. 2004. *Fargues de Catalunya i Andorra*. Barcelona: Rafael Dalmau.

MAUFRAS O.; FABRE, L. 1998. «Une forge tardive (fin IVe-Ve s.) sur le site de la Ramière (Roquemaure, Gard)». En: FEUGÈRE M.; SERNEELS V. (dir.). *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale.* Monographies Instrumentum, 4. Montagnac: M. Mergoil, 210-221.

MERCADAL, O.; OLESTI, O. 2001. «Territorios marginales y romanización: las transformaciones del paisaje ceretano en época antigua». En: OLIVEIRA, V. *Arqueologia da Antiguidade na Península Ibérica. Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular*. Porto, VI, 51-70.

MÉTAILIÉ, J.P. 1981. *La feu pastoral dans les Pyrénées centrales (Barousse, Oueil, Larboust).* Toulouse: CNRS.

MICO, R.; CASTRO, P. 1995. «El C14 y la resolución de problemas arqueológicos. La conveniencia de una reflexión». *Revista d'Arqueologia de Ponent,* 5, 252-259.

MIRAS, Y. 2004. *L'analyse pollinique du plateau du Millevaches (Massif Central, France) et de sites périphériques Limousins et Auvergnats: approche des paléoenvironnements, des systèmes agro-pastoraux et évolution des territoires ruraux.* Besançon: Université de Franche-Comte; Sciences de la Vie; Cedex. Tesis doctoral.

MIRAS, Y. *et al.* 2007. «Dynamique holocène de la végétation et occupation des Pyrénées andorranes depuis le Néolithique ancien d'après l'analyse pollinique de la tourbière de Bosc dels Estanyons (2.180 m, Vall del Madriu, Andorre)». *Comptes rendus Palerol,* 6 (4), 291-300.

MOCCI, F. *et al.* 2005. «Peuplement, pastoralisme et modes d'explotation de la moyenne et haute montagne depuis la préhistoire dans le parc national des Écrins». En: BOUET, A.; VERDIN, F. *Territoires et paysages de l'âge du Fer au Moyen-Âge. Mélanges offerts à Philippe Leveau*. Burdeos: Ausonius, 197-212.

MOLIST, M.; BURJACHS, F.; PIQUÉ, R. 2003. «Paisatge, territori i hàbitat als vessants meridionals dels Pirineus, en el III mil·lenni». En: MERCADAL I FERNÀNDEZ, O. (coord.). *XII Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà. 10-12 de novembre del 2000. Pirineus i veïns al 3er mil·lenni a. C. De la fi del neolític a l'edat del bronze antic entre l'Ebre i la Garona.* Puigcerdà: Institut d'Estudis Ceretans, 179-198.

MORELL, N. 2006. *El Serrat dels Tres Hereus (Casserres-Avià, Berguedà): estudi arqueometal·lúrgic.* Tarragona: DEA; ICAC; Universitat Rovira i Virgili.

NAKAGAWA, T. 1998. *Études palynologiques dans les Alpes françaises centrales et méridionales: histoire de la végetacion tardiglaciaire et holocéne*. Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme. Tesis doctoral.

OREJAS, A. 1995. «Arqueología del paisaje: De la reflexión a la planificación». *Archivo Español de Arqueología*, 68, 215-224.

OREJAS, A. *et al.* 1999: «Minería y metalurgia. De la Protohistoria a la España romana». *Stvd. hist., Hª antig.,* 17, 263-298.

ORENGO, H. 2007. *Dinámicas históricas de ocupación y explotación de un paisaje altimontano: los valles de Perafita y Claror (Andorra).* Tarragona: DEA; ICAC; Universitat Rovira i Virgili.

PALET, J.M. 1997. *Estudi territorial del Pla de Barcelona: estructuració i evolució del territori entre l'època iberoromana i l'altmedieval, segles II-I aC - X-XI dC.* Barcelona. Centre d'Arqueologia de la Ciutat; Institut de Cultura.

– 2005*a*. *Memòria de les prospeccions arqueològiques a la Vall del Madriu. Campanya del 2004. Memoria final de les intervencions arqueològiques*. Andorra la Vella: Govern d'Andorra; Servei de Recerca Històrica.

– 2005*b*. «Pasturatges d'estiu al Champsaur (Alps del Sud, França) de la prehistòria a l'època medieval: "signes" arqueològics i dinàmica territorial». En: RIERA, S.; JULIÀ BRUGUERS, R. *Una aproximació transdisciplinar a 8.000 anys d'història dels usos del sòl. I Seminari de la Xarxa Temàtica de Paisatges Culturals i Història Ambiental.* Monografies 5, Barcelona: Universitat de Barcelona, 75-86.

– 2005*c*. *Informe preliminar de la intervenció arqueològica al jaciment del Goleró (La Vansa-Fórnols, Alt Urgell). 2005.* Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Patrimoni Cultural.

– 2005*d*. *Informe preliminar de la intervenció arqueològica al jaciment de Cerneres (Josa i Tuixén, Alt Urgell). 2005.* Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Patrimoni Cultural.

PALET, J.M. 2006*a*. *Memòria de les intervencions arqueològiques a la vall del Madriu (Andorra). Intervencions del 2005. Memòria final de les intervencions arqueològiques.* Andorra la Vella: Govern d'Andorra, Servei de Recerca Històrica.

013ITXASO.indd 108 28/9/09 09:50:14

– 2006*b*. *Memòria final de les prospeccions arqueològiques a la Serra del Cadí-La Vansa, 2004-2005.* Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Patrimoni Cultural.
– 2006*c*. *Informe preliminar de la intervenció arqueològica al jaciment de Goleró (La Vansa-Fórnols, Alt Urgell). 2006.* Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Patrimoni Cultural.
– 2006*d*. *Informe preliminar de la intervenció arqueològica als jaciments de Pradell i de les Carboneres (La Vansa - Fórnols, Alt Urgell). 2006.* Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Patrimoni Cultural.
– 2006*e*. *Ocupació del sòl i formes del paisatge de muntanya als Pirineus orientals de l'Antiguitat a l'època medieval: estudi territorial a la Serra del Cadí - La Vansa (Alt Urgell), Memòria ACOM 2004*. Barcelona.
– 2007*a*. *Memòria de les intervencions arqueològiques a la vall del Madriu (Andorra). Intervencions del 2006. Memòria final de les intervencions arqueològiques.* Andorra la Vella: Govern d'Andorra, Servei de Recerca Històrica.
– 2007*b*. *Informe preliminar de la intervenció arqueològica al jaciment del Goleró (la Vansa-Fórnols, Alt Urgell).* Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Patrimoni Cultural.
– 2007*c*. *Memòria de les prospeccions arqueològiques a la vall de la Vansa i Serra del Cadí (La Vansa i Fórnols - Josa i Tuixén, Alt Urgell). Campanyes de 2004 i de 2005.* Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Patrimoni Cultural.
– 2008*a*. *Memòria final de les intervencions arqueològiques al jaciment del Goleró (La Vansa-Fórnols). Campanyes de 2005, 2006 i 2007. Memòria final de les intervencions arqueològiques.* Barcelona: Generalitat de Catalunya; Direcció General de Patrimoni Cultural.
– 2008*b*. «Expansión de la ganadería y dinámica territorial durante la antigüedad tardía en Cataluña: aportaciones desde la arqueología del paisaje». *Hispania Romana. Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular. Faro, 2004*, 385-398.

Palet, J.M. *et al.* 2006. «Estudi i revalorització dels paisatges culturals d'alta muntanya: els projectes vall del Madriu (Andorra) i la Vansa-Serra del Cadí (Alt Urgell)». *IBIX 2004-05. Actes del IV Col·loqui d'Estudis Transpirinencs,* 4, 89-107.

Palet, J.M. *et al.* 2007. «Formes d'ocupació d'alta muntanya a la vall de la Vansa (Serra del Cadí-Alt Urgell) i a la vall del Madriu-Perafita-Claror (Andorra): estudi diacrònic de paisatges culturals pirinencs». *Tribuna d'Arqueologia 2006,* 229-253.

Palet, J.M. *et al.* [en prensa]. «Formas del paisaje de montaña y ocupación del territorio en los Pirineos orientales en época romana: estudios pluridisciplinares en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra) y en la sierra del Cadí (Cataluña)». *Bollettino di Archeologia*. En línea.

Palet, J.M.; Ricou, F.; Segard, M. 2003. «Prospections et sondages sur les sites d'altitude en Champsaur (Alpes du sud)». *Archéologie du Midi Médiéval,* 21, 197-208.

Palet, J.M.; Riera, S. 1994. «Landscape dynamics from Iberian-Roman (2nd-1st centuries BC) to early medieval times (12th century) in the Montjuïc-El Port sector (Plain of Barcelone, NE Iberian Peninsula». *Archéologie Médiévale,* XXI, 517-540.

Palet, J.M.; Riera, S. 2000. «Evolución y antropización del paisaje en zonas de baja montaña mediterránea: estudio arqueológico y paleoambiental de los sistemas de terrazas en la sierra litoral catalán». En: Ñaco, T.; Olesti, O.; Prieto, A. (ed.). *Anàlisis paleoambientals i estudi del territori,* 101-117.

Pèlachs, A. 2004. *Deu mil anys de geohistòria ambiental al Pirineu central català. Aplicació de tècniques paleogeogràfiques per a l'estudi del territori i el paisatge a la Coma de Burg i a la Vallferrera.* Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Geografía. Tesis doctoral.

Pèlachs, A. *et al.* 2006. «Antracología y palinología como herramientas complementarias para la caracterización de una perturbación en el Pirineo Central Catalán en época tardoromana». *III Congreso Español de Biogeografía/Espainiako III. Biogeografia Biltzarra*, 134-138.

Peña Monné, J.L. 1991. *El relieve.* Madrid: Síntesis.

Pérez Jordà, G. *et al.* 2001. «Medio ambiente, agricultura y ganadería en el territorio "Kelin" en época ibérica». En: Lorrio Alvarado, A.J. (coord.). *Los íberos en la comarca de Requena-Utiel (Valencia),* 89-104.

Piqué, R. 1995. «La gestió dels recursos forestals a la Draga (Banyoles, Pla de l'Estany)». *Rubricatum,* 1, 57-63.
– 1999*a*. «Quantification in archeobotany: charcoal analysis and fire-wood management». En: Barceló, J.; Briz, I.; Vila, A. *New techniques for Old Times. Computer aplicattions in archaeology.* BAR International Series 757, 189-200.
– 1999*b*. «La gestión de los recursos leñosos en la Cova des Càrritx». En: Lull, V. *et al. Ideología y sociedad en la Prehistoria de Menorca. La Cova des Càrritx y La Cova des Muslo.* Barcelona: Consell Insular de Menorca; Ajuntament de Ciutadella; Fundació Rubió Tudurí-Andrómaco, 489-520.

Piqué, R.; Barceló, J.A. 2002. «Firewood management and vegetation changes: a statistical analysis of charcoal remains from Holocene sites in the northeast Iberian Peninsula». En: Thiébault, S. (ed.). *Charcoal Analysis. Methodological approaches, pa-*

013ITXASO.indd 109 28/9/09 09:50:14

laeoecological results and wood users. Proceedings of the Second International Meeting of Anthracology. BAR International Series 1063, 1-7.

Pla, S.; Catalan, J. 2005. «Chrysophyte cysts from lake sediments reveal the submillenial winter/spring climate variability in the northwestern Mediterranean region throghout the Holocene». *Climate Dynamics,* 24, 263-278.

Poirier, P. 2003. «Approvisionnement et économie du bois dans le quartier des thermes». *Thermae Gallicae. Les thermes de Barzan (Charente-Maritime) et les thermes des provinces Gauloises,* 523-537.

Polancos Aratxaba, M. 1997. «La vida del carbonero y proceso para la obtención de carbón vegetal». *Zainak,* 14, 173-187.

Prejawa, H. 1894. *Die pontes longi im Aschener Moor und in Mellinghausen,* 19. OsnMitt.

Rackham, Oliver 1976. *Trees and woodland in the British landscape.* Londres: Dent.

Ramos i Riera, E. 2002. «Els oficis perduts dels bosquerols de les Guilleries». *Revista d'Etnologia de Catalunya,* 20, 162-173.

Rendu, C. 1985. *Pâturages et bois en Cerdagne du XIe au XIVe siècles*. Montpellier: Université P. Valéry. Maîtrise.

– 1987. «Quelques jalons pour une histoire des forêts en Cerdagne: le massif d'Osseja entre 1030 et 1430». *Études roussillonnaises offertes à Pierre Ponsich*, 245-251.

– 1998. «La question des *orris* à partir des fouilles archéologiques de la montagne d'Enveig (Cerdagne): état des recherches et éléments de reflexion». En: Rousselle, A.; Marandet, M.C. *Le paysage rural et ses acteurs. Première tournée d'étude du Centre de Recherches Historiques sur les Sociétés Méditerranéennes*. Perpiñán. Collection Études, 245-277.

– 2003*a* (coord.). «Dossier Special La Montagne. Habitats et systèmes pastoraux d'altitude (Pyrénées, Massif central, Alpes). L'occupation de la haute montagne, premiers acquis et perspectives. Actes de la table ronde tenue à Lattes, le 30 janvier 2002». *Archéologie du midi médieval. Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes,* 21.

– 2003*b*. *La montagne d'Enveig. Une estive pyrénéenne dans la longue durée.* Perpiñán: Editorial Trabucaire.

– 2003*c*. «Pistes et propositions pour une archéologie de l'estivage, à partir d'une expérience dans les Pyrénées de l'Est». *Archéologie du Midi Médieval,* 21, 147-157.

Rendu, C. *et al.* 1995. «Habitat, environnement et systèmes pastoraux en montagne: acquies et perspectives de recherches a partir de l'étude du territoire d'Enveig, Cerdagne». *X Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà i Osseja, 10-14 de novembre de 1994*. Puigcerdà: Institut d'estudis Ceretans, 661-673.

Rico, Ch. 1997. *Pyrénées romaines. Essai sur un pays de frontière (IIIe siècle av. J.-C. - IVe siècle ap. J.-C.* Madrid: Biblioteca de la Casa Velázquez, 14.

Rico, Ch.; Llovera, X. 1990. «Apunts per a l'estudi de la romanització i del poblament d'època romana». *Butlletí del Comitè Andorrà de Ciències Històriques,* III, 23-38.

Riera, S. 1995. *Evolució del paisatge vegetal Holocè al Pla de Barcelona a partir de les dades pol·líniques.* Barcelona: Universidad de Barcelona. Tesis doctoral. Colección de tesis microfichadas 2525.

Riera, S.; Esteban, A. 1994. «Vegetation history and human activity during the last 6000 years on the central Catalan coast (northeastern Iberian Peninsula)». *Vegetation History and Archaeobotany.* 3, 7-23.

Riera, S.; Palet, J.M. 1993. «Evolució del sector de Montjuïc - el Port entre l'època romana i altmedieval (s. iii-x): una contribució a l'estudi diacrònic del paisatge». *III Congrés d'Història del Pla de Barcelona. Ponències i comunicacions,* 1, 49-70.

Riera, S.; Palet, J.M. 2005. «Aportaciones de la palinología a la historia del paisaje mediterráneo: estudio de los sistemas de terrazas en las Sierras Litorales Catalanas desde la perspectiva de la Arqueología Ambiental y del Paisaje». En: Riera, S.; Julià, R. (ed.). *Una aproximació transdisciplinar a 8.000 anys d'història dels usos del sòl. I Seminari de la Xarxa Temàtica de Paisatges Culturals i Història Ambiental.* SERP. 5, 55-74.

Riu, M. 1995*a*. «El poblament dels Pirineus, segles vii-xiv». En: Bertranpetit, J.; Vives, E. *Muntanyes i població. El passat dels Pirineus des d'una perspectiva multidisciplinària.* Andorra la Vella: Comunitat de Treball dels Pirineus; Govern d'Andorra, 195-218.

– 1995*b*. «Ramaderia i arqueologia a la Catalunya medieval». *Actes del 3r Curs d'Arqueologia d'Andorra,* 110-122.

Roberts, N. 2004. *The Holocene. An environmental history.* Malden (Massachussets): Blackwell Publishers.

Roig, S. 1994. «Los carboneros las pasaban negras». *Revista de Girona,* 40(165), 31-35.

Rossignol, J.; Wandsnider, L. (ed.) 1992. *Space, time, and archaeological landscapes.* Nueva York: Plenum Press. Series: Interdisciplinary Contributions to Archaeology.

Ros Mora, M.T. 1995. «Datos antracológicos sobre la diversidad paisajística de Catalunya en el Neolítico». *Rubricatum,* 1, 43-56.

Ruiz, G.; Burillo, F. 1988. «Metodología para la investigación en arqueología territorial». *Munibe,* supl. 6, 45-64.

Ruf, M.A. *et al.* 1996-1997. «El Roc d'Enclar (Andor-

013ITXASO.indd 110 28/9/09 09:50:14

ra). Canvis i relacions d'una comunitat rural del Pirineu Oriental entre els segles IV i VIII». *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins,* XXXVII, 1131-1144.

SADA, P. 2004. *Tàrraco i l'aigua*. Tarragona: Museu Nacional Arqueològic de Tarragona.

SALISBURY, E. J.; JANE, F. W. 1940. «Charcoals from maiden castle and their significance in relation to the vegetation and climatic conditions in prehistoric times». *Journal of Ecology,* 28, 310-325.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J. *et al.* 2006. «Las zonas mineras romanas del noroeste peninsular. Infraestructura y organización del territorio». *Nuevos elementos de ingeniería romana. III Congreso de las Obras Públicas Romanas,* 265-285.

SANDS, R. 1997. *Prehistoric Woodworking. The Analysis and Interpretation of Bronze and Iron Age Toolmarks.* Londres: Institut of Archaeology; University College London.

SANTA, S.; VERNET, J. L. 1968. «Une technique de préparation des charbons de bois préhistoriques en vue de leur étude anatomique application». *Naturalis Monspeliensis, Sér. Bot.,* 19, 171-178.

SCHEEL-YBERT, R. 1998. *Stabilité de l'écosystème sur le litoral Sud-Est du Brésil à l'Holocène Supérieur (5500-1400 ans BP) - Les pêcheurs-cueilleurs-chasseurs et le milieu végétal: apport de l'Anthracologie.* Montpellier: Université Montpellier II; Sciences et Techniques du Languedoc. Tesis doctoral.

SCHWEINGRUBER, F. H. 1978. *Tree Rings*. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Academic Publishers.

– 1990*a*. *Anatomie europäischer Hölzer. Ein Atlas zur bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer. / Anatomy of European woods. An atlas for the identification of European trees, shrubs and dwarf shrufs.* Stuttgart: Verlag Paul Haupt.

– 1990*b*. *Microscopic Wood Anatomy. Structural variability of stems and twigs in recent and subfossil woods from Central Europe.* Teufen: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research.

– 1996. *Tree rings and environment dendroecology*. Birmensdorf; Berna; Stuttgart; Viena: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research; WSL/FNP.

SEGARD, M. 2005. *Les Alpes occidentales à l'époque romaine: développement urbain et exploitation des ressources des régions de montagne (Italie, Gaule Narbonnaise, provinces alpines).* Aix-en-Provence: UFR; Civilitations et Humanités; Centre Camille Jullian; Université Aix-Marseille I; Université de Provence. Tesis doctoral.

SEGARD, M. 2009. *Les Alpes occidentales romaines*. Aix-en-Provence: Errance; Centre Camille Jullian.

– *et al.* 2003. «L'occupation de la haute montagne dans les Alpes occidentales. Apport de l'archéologie et des analyses paléoenvironnementales». En: BOËTSCH, G.; DEVRIENDT, W.; PIGUEL, A. *Permanence et changements dans les sociétés alpines: Actes du Colloque de Gap, juillet 2002.* Aix-en-Provence: Edisud, 17-30.

SMART, T. L.; HOFFMAN, E. S. 1988. «Environmental interpretation of archaeological Charcoal». En: HASTORF, C. A.; POPPER, V. *Current paleoethnobotany. Analytical methods and cultural interpretations of archaeological plant remains*. Chicago: University of Chicago Press, 167-205.

SOLÉ, L. D. 1964. *Geografía de Catalunya*. Barcelona: Aedos.

STIEBER, J. 1967. «Histoire de la végétation du Pléistocène superieur en Hongrie a la lumière des résultats anthracologiques obtenus jusqu'el 1957». *Földtani Hözlöng,* XCVII (5), 307-319.

STUIVER, M.; REIMER, P. J.; REIMER, R. 2005. *CALIB Radiocarbon calibration (HTML Version 5.0).* <http://radiocarbon.pa.qub.ac.uk/calib>.

TALON, B.; CARCAILLET, C.; THINON, M. 1998. «Études pédoanthracologiques des variations de la limite supérieure des arbres au cours de l'Holocène dans les Alpes françaises». *Géographie Physique et Quaternaire,* 52.

TERRAL, J. F. 1997. *La domestication de l'olivier (Olea europaea L.) en Méditerranée nord-occidentale: Approche morphométrique et implications paléoclimatiques.* Montpellier: Académie de Montpellier; Université de Montpellier II; Sciences et Techniques du Languedoc.

TERRAL, J. F.; DURAND, A. 2006. «Bio-archaeological evidence of olive tree (*Olea europaea L.)* irrigation during the Middle Ages in Southern France and North Eastern Spain». *Journal of Archaeological Science,* 33, 718-724.

THÉRY, I. 1993. *Les deformations anatomiques des charbons de bois: Implications archéologiques (Sites des canalettes et des Usclades, Aveyron).* D.E.A.; Environnement et Archéologie; Université de Paris.

THÉRY-PARISOT 2001. *Économie des combustibles au Paléolithique. Expérimentation, taphonomie, anthracologie.* Dossier de Documentation Archéologique, 20. París: Centre National de la Recherche Scientifique; Centre d'Études Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge.

THIÉBAULT, S. 1988. *L'homme et le milieu végétal. Analyses anthracologiques de six gisements des Préalpes au Tardi- et au Postglaciaire.* 15. *Documents d'Archéologie Française*. París: Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.

THIÉBAULT, S. 1994. «L'explotation des hautes terres: l'exemple des prealpes sud-occidentales françaises - L'apport de l'antracologie». En: BIAGI, P.; NANDRIS, J. E. *Highland zone explotation in Southern Europe,* 20, 73-93.

– 2005. «L'apport du forraje d'arbre dans l'élevage depuis le Néolithique». *Anthropozoologica,* 40(1), 95-108.

013ITXASO.indd 111 28/9/09 09:50:15

– 2006. «Wood-anatomical evidence of pollarding in ring porous species: A study to develop?». En: Dufraisse, A. *Charcoal analysis: New analytical tools and methods for archeology. Papers from the table-ronde held in Basel 2004.* BAR International Series, 1483, 95-102.

Thiébault, S.; Bintz, P. 1997. «Les grottes du Vercors et des massifs subalpins. Relations homme et milieu végétal». En: Bravard, J.P. ; Prestreau, M.C. *Dynamique du paysage. Entretiens de géoarchéologie. Table ronde tenue à Lyon les 17 et 18 Novembre 1995*. Documents d'archéologie en Rhône-Alpes. Lyon: Service Régional d'Archéologie en Rhône-Alpes, 15, 23-38.

Thompson, G.B. 1994. «Wood charcoals from tropical sites: a contribution to methodology and interpretation». En: Hather, J.G. *Tropical archaeobotany applications and new developments. One world Archaeology.* Londres; Nueva York: Routledge, 22, 9-33.

Urteaga, M. *et al.* 2000. «Restitution ethnoarchéologique et conduite des procédés. Forges d'Agorregi, Pays Basque, Espagne». En: Pétrequin, P. *et al. Arts du feu et productions artisanales. XXes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Antibes: APDCA, 53-72.

Vernet, J.L. 1973. «Étude sur l'historie de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire, d'après les charbons de bois principalement». *Paléobiologie Continentale.* IV (1), 1-90.

– 1997. *L'Homme et la forêt méditerranéenne de la Préhistoire à nos jours.* París: Errance.

Vigo, J. 1976. *L'alta muntanya catalana. Flora i vegetació*. Barcelona: Centre Excursionista de Catalunya.

Vigo, J. *et al.* 2003. *Flora del Parc Natural del Cadí-Moixeró i de les serres veïnes (Prepirineus orientals ibèrics).* Monografies del Museu de Ciències Naturals, 1. Barcelona: Institut de Cultura de Barcelona; Ajuntament de Barcelona.

Violant i Simorra, R. 1986. *El Pirineo español. Vida, usos, costumbres, creencias y tradiciones de una cultura milenaria que desaparece.* Barcelona: Alta Fulla.

– 2001. *La vida pastoral al Pallars*. Tremp: Garsineu.

Vita Finzi, C.; Higgs, E.S. 1970. «Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine». *Proceedings of the Prehistoric Society,* 36, 1-37.

Wagstaff, J.M. 1985. *Landscape & culture. Geographical & archaeological perspectives.* Oxford: Basil Blackwell, 173-192.

Walsh, K. 1999. «Mediterranean landscape archaeology and environmental reconstruction». En: Leveau, P. *et al. Environmental reconstruction in Mediterranean landscape archaeology.* Oxford: Oxbow Books, 2, 1-8.

– 2005. «Risk and marginality at high altitudes: New interpretations from fieldwork on the Faravel Plateau, Hautes-Alpes». *Antiquity,* 79(304), 289-305.

Walsh, K. *et al.* 2005. «Dynamique du peuplement et activités agro-pastorales durant l'âge du bronze dans les massifs du Haut Champsaur et de l'Argentierois (Hautes-Alpes)». *Documents d'Archéologie Méridionale,* 28, 25-44.

Walsh, K.; Mocci, F.; Palet, J.M. 2007. «Nine thousand years of human/landscape dynamics in a high altitude zone in the southern French Alpes (Parc National des Écrins (Hautes-Alpes (05))». En: Della Casa, Ph.; Walsh, K. (ed.) *Interpretation of sites and material culture from mid-high altitude mountain environments. Preistoria alpina,* 42, 9-22.

Western, C.A. 1971. «The ecological interpretation of ancient charcoals from Jericho». *Levant British School of Archaeology in Jerusalem,* III, 31-40.

Wickham, C. 1985. «Pastoralism and underdevelopment in the early middle ages». *L'uomo di fronte el mondo animale nell'alto medioevo. 7-13/4/1983. Setimane di studio del centro italiano di studi sull'alto medioevo,* XXXI, 401-451. Spoleto.

Yáñez, C. *et al.* 2001-2002. «La fosa de Prats (Andorra), un jaciment del bronze mitjà al Pirineu». *Revista d'Arqueologia de Ponent,* 11-12, 123-150.

Yáñez, C. *et al.* 2002. «El món funerari al final del V mil·lenni a Andorra: la tomba de Segudet (Ordino)». *Cypsela,* 14, 175-194.

Zapata, L. 2002. «El origen de la agricultura en el País Vasco y transformaciones en el paisaje: análisis de restos vegetales arqueológicos». *Kobie.* Anejo 4. Bilbao: Bizkaiko Foru Aldundia.

013ITXASO.indd 112 28/9/09 09:50:15

RÉSUMÉ

Exploitation des ressources forestières du Néolithique à l'époque moderne dans les vallées de la Vansa - Chaîne du Cadí (Haut Urgell) et du Madriu (Andorre) : analyse anthracologique des structures de haute montagne

Itxaso Euba Rementeria

013ITXASO.indd 113 28/9/09 09:50:15

013ITXASO.indd 114 28/9/09 09:50:15

L'Anthracologie du paysage présente deux caractéristiques : la diachronie et l'étude d'une zone étendue. Dans ce travail, nous avons étudié plusieurs structures, dont les chronologies vont du Néolithique à l'Époque moderne, de deux vallées situées dans les Pyrénées orientales, la vallée de la Vansa et la vallée du Madriu.

Peu de travaux de ce type avaient été réalisés jusqu'à présent. Dans les Pyrénées, concrètement dans la haute vallée d'Aston et en Cerdagne, le premier travail présentant ces caractéristiques a été réalisé par B. Davasse comme faisant partie d'un projet plus étendu dirigé par Ch. Rendu (Davasse *et al.*, 1997 ; Davasse, 2000). En se basant sur ce type d'études, des projets similaires ont été ébauchés dans les Alpes du Sud où A. Durand (2004) a réalisé une étude similaire. De même, les études sur l'anthracologie de périodes historiques sont rares, c'est pourquoi nous considérons que ce travail apporte une information fondamentale sur la végétation et l'utilisation du bois à ces époques-là.

L'intérêt principal de ce travail, intégré dans un projet d'Archéologie du paysage, a été de connaître et de comprendre la dynamique et la relation des populations qui occupèrent ces vallées, par rapport au milieu de haute montagne et, plus concrètement, au milieu forestier. Grâce à ce travail et à l'apport d'autres données, aussi bien archéologiques qu'historiques ou paléobotaniques réalisées au cours de ce même projet, nous avons réussi à obtenir des renseignements sur l'exploitation du milieu forestier des vallées du Madriu et de la Vansa depuis le Néolithique jusqu'à l'Époque moderne. L'Anthracologie est une discipline indispensable surtout dans des contextes de haute montagne. Les charbons sont, en de nombreuses occasions, les seuls restes archéologiques récupérés dans ce type de structures, ils fournissent en outre des datations au carbone 14.

Les campagnes au cours desquelles les charbons étudiés ont été récupérés présentent plusieurs caractéristiques. D'une part, nous avons réalisé des sondages de diagnostic et des prospections et non pas des fouilles extensives. En outre, les structures documentées ont été des charbonnières et des fours, où les charbons apparaissent sous forme de concentration, et des structures d'élevage. Une autre caractéristique de ce travail a été la conservation exceptionnelle des restes, qu'il s'agisse du bois ou des fragments carbonisés. Enfin, le matériel étudié se distingue par la faible variabilité qu'il présente. En raison de toutes ces particularités du registre, la méthodologie anthracologique utilisée a tenu compte de la logistique même du gisement, du type de structure, du type de dépôt de matériel et de la variabilité du registre. C'est ainsi que nous avons établi une méthodologie d'échantillonnage spécifique pour chaque type de structure et un nombre de fragments à observer pour chaque unité stratigraphique.

Tout cela nous a permis de connaître l'occupation des deux vallées étudiées ainsi que l'exploitation des ressources forestières tout au long de cette période chronologique. Nous pouvons ainsi conclure que du Néolithique ancien à l'Époque moderne, les populations d'éleveurs qui montent à ces altitudes à la recherche de prairies estivales réalisent un type d'exploitation de leur environnement ligneux le plus proche. L'objectif de ces bergers est d'obtenir de bonnes prairies tandis que le bois est utilisé pour élaborer des foyers et construire des structures. Les enclos et cabanes sont construits sur une base en pierre sèche et le bois est utilisé pour élever les structures à la hauteur nécessaire et construire les toits.

À partir de l'époque romaine, surtout dans le Cadí, l'activité métallurgique (en partie au moins, quant à la transformation du fer) gagne de l'importance et nous supposons que l'on utilise du charbon bien que nous n'ayons encore documenté aucune charbonnière de ces périodes-là. Dans cette même région, l'activité métallurgique acquiert une plus grande importance au moins à partir du VIIe siècle après J.-C., surtout dans les alentours du gisement de Pradell (Chaîne du Cadí). Néanmoins, celle-ci est particulièrement importante à partir du bas Moyen-âge (XIVe s.). On observe cela avant tout par le fait que le nombre de structures augmente considérablement à partir de cette époque. La plupart des structures localisées dans les campagnes de fouilles correspondent à la marge chronologique qui s'écoule entre le XIVe et le XVIIIe siècle. Il s'agit de charbonnières qui sont directement liées aux forges documentées dans les environs.

Dans ces charbonnières, on utilise du bois vert, lisse et en bon état et on sait que le charbonnage produit un des impacts les plus importants de son histoire dans la vallée du Madriu et dans la Chaîne du Cadí. Dans la vallée du Madriu, nous avons observé une diminution du niveau supérieur forestier dû au charbonnage. Au fur et à mesure que la forêt s'épuise, les charbonniers descendent, ils s'éloignent de plus en plus de la forge pour continuer à fabriquer du charbon. Les espèces exploitées pour cette activité sont le pin, le bouleau et le sapin que l'on mélange comme combustible dans les charbonnières.

Comme nous l'avons déjà dit, les charbonnières sont le type de structures qui sont apparues en plus grand nombre dans les fouilles réalisées jusqu'à maintenant. En outre, celles-ci nous offrent une informa-

013ITXASO.indd 115 28/9/09 09:50:15

tion directe sur l'exploitation des forêts. C'est pourquoi nous avons essayé de comprendre non seulement le fonctionnement des structures, mais aussi le comportement des charbonniers qui construisaient ces meules. L'étude ethnographique à travers la lecture de travaux répondant à ces caractéristiques, les interviews de charbonniers actuels et l'analyse de restes de charbonnières actuelles nous ont fait comprendre le mode de vie des charbonniers et la façon dont ils exploitaient l'environnement forestier.

Les charbonniers étudiés dans ce travail proviennent en majorité de l'Ariège. Il s'agit de personnes qui ne disposaient pas de grandes ressources économiques et avaient besoin de réaliser un travail qui leur rapportait un revenu supplémentaire. Ils construisent les charbonnières près de la matière première et des ressources nécessaires pour leur fabrication, c'est-à-dire près de la forêt, d'un chemin et des ressources en eau telles qu'une rivière. Elles sont construites de préférence dans des zones ombragées et en pente pour ne pas concurrencer les pâturages et éviter ainsi des conflits entre éleveurs et charbonniers. Dans la plupart des charbonnières, nous n'avons détecté qu'une phase d'utilisation. Grâce au fait que les charbonniers utilisent toutes les espèces arborées disponibles dans les alentours et qu'ils exploitent aussi la végétation arbustive pour allumer la cheminée ou la couvrir, ces structures sont de bons indicateurs de la végétation de l'environnement immédiat.

En général, les résultats nous ont offert une variabilité taxinomique peu dense. Malgré cela, nous avons pu observer plusieurs formations végétales des étages montagnard et subalpin. Cela vient de l'exploitation de l'environnement très proche de toutes les structures, ce qui nous permet d'avoir une image plus précise de ces formations, bien qu'il s'agisse de structures souvent artisanales et de concentrations de charbons. C'est de cette façon que nous avons observé des pinèdes de pin à crochets mêlé à du genévrier dans les zones ensoleillées et à des éricacées dans les zones ombragées, de pinèdes de pin à crochets accompagnées d'éricacées, de bouleaux, de saules et de quelques sorbiers, dans les lieux les plus humides à l'étage subalpin. À l'étage montagnard, de sapinières et de pinèdes de pin sylvestre mêlé à du genévrier et à du buis dans les endroits ensoleillés et à du sapin dans les endroits ombragés.

Le pin représente pratiquement la totalité de presque toutes les structures, ce qui nous a permis de réaliser une série de mesures sur les structures des fragments afin d'observer si on pouvait distinguer les deux types de pin de montagne, le pin sylvestre et le pin à crochets. Dans les structures situées au-dessus de 1 800 mètres d'altitude, les charbons analysés correspondent au pin à crochets.

D'autre part, le matériel étudié nous a permis d'observer plusieurs ustensiles qui conservaient clairement leur morphologie, comme des bouchons de récipients ou un manche d'une sorte d'ustensile. En outre, ce dernier est apparu dans un four qui a fonctionné pour l'obtention de résine. Les résultats nous ont permis d'observer que les taxons utilisés pour des activités qui requièrent une grande quantité de matière première sont ceux dont on dispose dans l'environnement immédiat. Dans ce cas, il s'agit du pin. Pendant leur temps libre, les bergers et les charbonniers réalisaient sans doute aussi des objets avec le bois des environs, mais il est également fort probable qu'ils emportaient avec eux les objets réalisés avec d'autres espèces provenant d'un autre contexte comme le buis ou le sapin.

En conclusion, nous pouvons dire qu'avec ce travail nous avons démontré que la haute montagne n'a jamais été une zone marginale. En effet, à des époques comme la période romaine durant laquelle les activités agricoles dominaient, l'occupation de la haute montagne ne diminue pas mais vit une continuité. Il en est ainsi parce que cet environnement offre une série de ressources spécifiques très appréciées depuis l'époque préhistorique. Il s'agit de la forêt, des minerais et des prairies.

013ITXASO.indd 116 28/9/09 09:50:15

013ITXASO.indd 118 28/9/09 09:50:15

013ITXASO.indd 119 28/9/09 09:50:15

013ITXASO.indd 120 28/9/09 09:50:15