



HAL
open science

Análisis antracológico de estructuras altimontanas en el Valle de La Vansa-Sierra del Cadi (Alt Urgell) y en el Valle del Matriu (Andorra): explotación de recursos forestales del Neolítico a la época moderna

Itxaso Euba

► **To cite this version:**

Itxaso Euba. Análisis antracológico de estructuras altimontanas en el Valle de La Vansa-Sierra del Cadi (Alt Urgell) y en el Valle del Matriu (Andorra): explotación de recursos forestales del Neolítico a la época moderna. Humanities and Social Sciences. Institut Català d'Arqueologia Clàssica; Universitat Rovira i Virgili, 2008. Español. NNT: . tel-00454006

HAL Id: tel-00454006

<https://theses.hal.science/tel-00454006>

Submitted on 7 Feb 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

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 época moderna



Tesis Doctoral
Presentada por:

Itxaso Euba Rementeria

Tarragona, 14 de Marzo de 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 a época moderna

Tesis presentada por:

Itxaso Euba Rementeria

Tarragona, 14 de Marzo de 2008

Programa de doctorado:

Estudis Culturals Mediterranis; Bienio 2003-2004
Departament d'Història i Història de l'Art
Universitat Rovira i Virgili

Dirigida por:

Dr. Josep Maria Palet Martínez (ICAC)

y

Dra. Ethel Allué Martí (IPHES)

Esta tesis ha sido realizada y financiada en el marco del proyecto *Ocupació del sòl i formes del paisatge de muntanya als Pirineus orientals de l'Antiguitat a l'època medieval* del ICAC (Institut Català d'Arqueologia Clàssica).

Agradecimientos

En primer lugar debo agradecer a las dos personas que han dirigido este trabajo, la Dra. Ethel Allué y el Dr. Josep Maria Palet, por todo lo que he aprendido y me queda por aprender de ellos. Gracias a Ethel, por haberme acogido con ella desde el primer momento y haberme ayudado a introducirme en este mundo poco a poco y sin darme cuenta, llevando a cabo con ella varios trabajos, con ella al principio y con el tiempo los míos propios.

Gracias a Ethel otra vez, por haberme dado la posibilidad de conocer a Josep Maria Palet. Debido a esto, con el tiempo, ha terminado siendo mi segundo director de Tesis y destacaría especialmente la gran paciencia que ha tenido y tiene conmigo. Además me gustaría agradecerle el que me haya introducido en un tipo de Arqueología que cada vez me gusta y me apasiona más. Trabajar con él resulta gratamente satisfactorio.

Agradezco a los miembros del tribunal haber aceptado leer y juzgar este trabajo.

Tengo que agradecer igualmente a la directora del ICAC Dra. Isabel Rodà y en su momento a Dr. Josep Guitart por haberme permitido trabajar en este instituto proporcionándome además un sustento económico. A Jordi Peiret igualmente le doy las gracias por el interés mostrado en referencia a mi estabilidad económica como a la científica a lo largo de todo el proceso de elaboración de mi trabajo.

Gracias a todas las personas que trabajan en el ICAC y sobre todo a los miembros que forman parte del grupo de investigación en el que se integra este trabajo. Especialmente, a Montse y a Núria Morell. Montse, tu apoyo y ayuda me han reconfortado muchas veces y tus consejos y soluciones prácticas me han servido muchísimo. Núria, gracias por toda la bibliografía que me has pasado y haberme enseñado tanto sobre metalurgia de la antigüedad, algo de lo que apenas sabía al principio de este trabajo.

Gracias al Prof. Eudald Carbonell por haberme acogido cuando vine a Tarragona y también a toda la gente del IPHES. Sobre todo a Marta Fontanals que ha leído y corregido parte de este trabajo y a toda la gente del módulo de arqueobotánica, sobre todo al Dr. Francesc Burjachs. Gracias a Carlets por enseñarme a usar el SPSS y haberme dado consejos para utilizar mis datos. También tengo que agradecer a la Dra. Montse Soronellas por haberme ayudado con el trabajo etnográfico. También debo dar las gracias a la Dra. Aline Durand por haberme acogido y ayudado, sobre todo con las identificaciones taxonómicas de este trabajo, en el laboratorio LAMM de la MMSH de Aix-en-Provence.

No puedo olvidar a los carboneros (Marcelino, Roman y Emilio) que me han mostrado todo sobre un oficio que ya está a punto de extinguirse y han dedicado su tiempo a alguien que les cosió a preguntas. Gracias a ellos he podido conocer mejor a aquellos carboneros que trabajaron en los Pirineos hace cuatro siglos, para surtir de carbón a las fraguas.

Pero sobre todo, gracias a mis amigos. En primer lugar, gracias a Luna, una de las personas más importantes para mí en Tarragona, que me conoce tanto y sabe en qué momento le necesito y de qué manera. Amelia y Alex, como buenos catalanes, con pequeños actos, y no palabras, me han mostrado todo el tiempo que estaban ahí y me han ayudado en muchas cosas. Han realizado la lectura y corrección de mis textos, pero a parte de esto, me han aportado mucho personalmente. A Jianma tengo que agradecerle que se haya sentado junto a mí para ayudarme al final de este trabajo. Gracias a Bea por esas largas conversaciones sobre la vida que hemos tenido y haberme ayudado a salir a la realidad. A Patri, gracias por aguantarme día a día y estar a mi lado, para lo bueno y para lo malo. Contigo la vida es más agradable. Por supuesto, gracias a Txiki (¡ay si hablara!). *Gràcies a Domènec per introduir-se a la meua vida i fer-me feliç en aquests moments a vegades més durs que altres i per ajudar-me a posar bonic aquest treball. Gràcies a tota la seva quadrilla per ser tan divertits.*

Muchas gracias a mi familia. Quiero agradecer a osaba Javier que tantas veces recogió cubos llenos de piedra de las playas donde veraneábamos y fue el primero que me ayudó a introducirme en el mundo de la arqueología. *Horrek harri baldakadak zeozertarako balixo izen deue!!* También quiero agradecer a izeko y a osaba aitxibitxi por haberme apoyado desde el principio. A mi amatxu, que sabe en todo momento cómo me siento y que me apoya constantemente. Ella, y nadie más, sabe qué decirme en cada momento para hacerme sentirme bien. A mi padre, mis primos y a mi hermana también les agradezco su interés por lo que hago y su apoyo que me ha servido de mucho.

	Resumé	7
1.	Introducción	8
	1.1. Antecedentes y origen del proyecto en el que se integra el trabajo	9
	1.2. Presentación del proyecto	11
	1.3. El estudio antracológico: objetivos y organización del trabajo	13
	1.4. Marco Teórico: La Arqueología del Paisaje	15
	1.4.1. Arqueología del Paisaje en alta montaña	17
	1.4.2. La Antracología del Paisaje	20
	1.4.3. Estudios antracológicos en contextos de alta montaña y carboneras	21
2.	Contexto histórico y situación de las investigaciones arqueobotánicas y arqueológicas en contextos de alta montaña	24
	2.1. Neolítico	25
	2.2. Edad del Bronce-Edad del Hierro	27
	2.3. La Antigüedad	29
	2.4. Antigüedad Tardía	34
	2.5. Edad Media	36
	2.6. Época Moderna	42
	2.7. Época Contemporánea	54
	2.8. Actividades económicas en la alta montaña	55
	2.8.1. Actividad pastoril	55
	2.8.2. Actividad minerometalúrgica	59
	2.8.3. Actividad carbonera	63
3.	Contexto biogeográfico y paleoclimático de las regiones estudiadas	68
	3.1. Contexto biogeográfico	69
	3.2. Regiones de los Pirineos estudiadas	74
	3.2.1. Región prepirenaica de los Pirineos orientales: el Valle de la Vansa (Sierra del Cadí, Alt Urgell)	74
	3.2.2. Región axial de los Pirineos orientales: el Valle del Madriu (Andorra)	76
	3.3. Contexto paleoclimático desde el Neolítico hasta la actualidad	80
	3.3.1. Atlántico (7500-4500 cal BP)	81
	3.3.2. Subboreal (4850-2700 cal BP)	81
	3.3.3. Subatlántico (2700 cal BP- 1450 d.C.)	82
4.	Metodología	85
	4.1. Historiografía de la antracología	86
	4.2. Recuperación de los restos antracológicos	88
	4.2.1. El Muestreo	89
	4.2.2. Procesamiento de las muestras	97
	4.3. Identificación taxonómica	98
	4.3.1. Descripción anatómica y biogeográfica de los taxones identificados	101
	4.3.2. Estudio comparativo de la anatomía de <i>Pinus sylvestris</i> y <i>Pinus uncinata</i>	125
	4.4. Análisis dendrológico y observación de los procesos taxonómicos a través del estudio de las alteraciones	130
	4.4.1. Análisis dendrológico	131
	4.4.2. Alteraciones producidas antes de la combustión	132
	4.4.3. Alteraciones producidas durante la combustión	135
	4.4.4. Procesos tafonómicos y de fosildiagénesis	137
	4.5. Cuantificación	140

4.6. Entrevista realizada a los carboneros	147
5. Presentación de datos	150
5.1. Marco cronológico	153
5.2. Resultados antracológicos de la Sierra del Cadí	158
5.2.1. Resultados antracológicos de Cernerres	158
5.2.2. Resultados antracológicos de Goleró	162
5.2.3. Resultados antracológicos de Pradell	172
5.2.4. Resultados antracológicos de Carboneres	175
5.3. Resultados antracológicos del Valle del Madriu	177
5.3.1. Sector de Orris de Setut	177
5.3.1.1. Resultados antracológicos de Setut I	177
5.3.1.2. Resultados antracológicos de Sobre els Orris de Setut I	178
5.3.1.3. Resultados antracológicos de Sobre els Orris de Setut II	179
5.3.1.4. Resultados antracológicos de Orris de Setut III	180
5.3.1.5. Resultados antracológicos de Portella de Setut	182
5.3.2. Sector de Bosc dels Estanyons	183
5.3.2.1. Resultados antracológicos de Carboneres de Setut	183
5.3.2.2. Resultados antracológicos de Bosc dels Estanyons	184
5.3.3. Sector de Pla de l'Inglà	186
5.3.3.1. Resultados antracológicos de Pla de l'Inglà I	187
5.3.3.2. Resultados antracológicos de Pla de l'Inglà II	188
5.3.3.3. Resultados antracológicos de Pla de l'Inglà III	189
5.3.4. Sector del Riu dels Orris	191
5.3.4.1. Resultados antracológicos de Orri del Riu dels Orris	192
5.3.5. Sector de Basses de Setut	193
5.3.5.1. Resultados antracológicos Basses de Setut II	193
5.3.5.2. Resultados antracológicos de Basses de Setut III	194
5.3.6. Sector Pleta de les Bacives	196
5.3.6.1. Resultados antracológicos de Pleta de les Bacives I	196
5.3.7. Transecto altitudinal de carboneras del valle del Madriu	198
5.4. Interpretación de los resultados	201
5.4.1. Sierra del Cadí	201
5.4.2. Valle del Madriu	205
5.4.3. Alteraciones observadas en el registro antracológico	210
5.4.4. Modificaciones macroscópicas	219
5.5. Análisis antracológico de las carboneras actuales	234
5.5.1. Análisis antracológico del Ciscarro de Viloría	234
5.5.2. Análisis antracológico del Ciscarro de Cogullos	236
6. Ejemplos etnográficos de la actividad de carboneo	240
6.1. El carboneo en Bizkaia, Nafarroa, Burgos y Cantabria	242
6.1.1. El carboneo en Vitoria (valle de Lana, Nafarroa)	242
6.1.2. El carboneo en el valle de Gordexola (Enkarterriak, Bizkaia)	246
6.1.3. El carboneo en Cogullos (Burgos)	248
6.1.4. El carboneo en los montes de Retuerta (Burgos)	249
6.1.5. El carboneo en Villaverde de Trucíos (Cantabria)	249
6.2. El carboneo en Catalunya	250
6.2.1. El carboneo en el Montseny (Valles oriental)	250
6.2.2. El carboneo en Sant Cebrià de Lladró (Els Metjes)	253
6.2.3. El carboneo en Beuda (Alta Garrotxa)	254
6.2.4. El carboneo en Anteneu (valle de Llémèna)	256
6.2.5. El carboneo en Montsec (Pallars Jussà)	256
6.3. El carboneo en Galicia	257
6.3.1. El carboneo en el macizo de Sierra Seca (Orense)	257

6.4. El carboneo en Extremadura	258
6.4.1. El carboneo en Zahínos y Valdivia (Badajoz)	258
6.5. El carboneo en Languedoc y el departamento de Var (Sureste de Francia)	259
6.5.1. El carboneo en el bosque de Puechabon (Languedoc)	259
6.5.2. El carboneo en el departamento de Var	261
7. Discusión	268
7.1. Variabilidad taxonómica en el conjunto antracológico	269
7.2. Caracterización de las formaciones vegetales documentadas en los pisos montano y subalpino en la Sierra del Cadí y en el valle del Madriu	274
7.3. 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	277
7.3.1. Época Neolítica-Edad del Bronce	281
7.3.2. Época Romana	281
7.3.3. Edad Media	283
7.3.4. Baja Edad Media-Época Moderna	284
7.3.5. Trabajo de la madera: construcción y manufactura de utensilios	290
8. Conclusiones	293
9. Interprétation et conclusions (en française)	299
9.1. Variabilité taxonomique dans l'ensemble anthracologique	300
9.2. Caractérisation des formations végétales documentées aux étages montagnard et subalpin dans la Sierra de Cadí et dans la vallée du Madriu	305
9.3. Exploitation du milieu forestier du Néolithique ancien à l'époque contemporaine dans les vallées du Madriu (Andorre) et de la Vansa (Sierra de Cadí) à partir du matériel anthracologique	308
9.3.1. Époque Néolithique - Âge de Bronze	312
9.3.2. Période romaine	313
9.3.3. Moyen-Âge	315
9.3.4. Bas Moyen-Âge-Époque Moderne	315
9.3.5. Travail du bois : construction et manufacture d'ustensiles	322
9.4. Conclusion	323
10. Bibliografía	329
11. Índice de tablas, figuras y gráficos	352

Résumé

Dans cette Thèse de Doctorat, nous présentons le résultat des analyses anthracologiques des échantillons de charbon obtenus pendant la première phase du projet, appelé *Occupation du sol et formes du paysage montagnard dans les Pyrénées Orientales de l'Antiquité à la Période Médiévale*. Celui-ci est dirigé par J.M. Palet (ICAC), pour la coordination des études historiques et archéologiques, et par S. Riera (SERP-UB), pour les études paléo-environnementales. Il est inscrit dans le programme transversal *Archéologie Environnementale et Paléo-environnement* de l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC), qui collabore étroitement avec la ligne thématique appelée *Archéologie du paysage, peuplement et territoire*.

La présente étude est consacrée à deux territoires différents : premièrement, le versant méridional de la Sierra del Cadí, concrètement la vallée de la Vansa (la Vansa-Fórnols et Josa-Tuixén, Alt Urgell), située dans le Parc Naturel du Cadí-Moixeró et, secondement, la vallée du Madriu, situé dans la commune d'Escaldes-Engordany (Andorre).

L'objectif de ce projet est de connaître l'origine, l'évolution et les caractéristiques de l'occupation anthropique dans la haute montagne durant un espace de temps étendu. De même, on prétend déterminer les facteurs qui donnent lieu à la socialisation et à l'anthropisation de cet espace (ex : facteurs économiques, démographiques, techniques ou symboliques), et connaître les interactions socio-environnementales. En ce sens, l'intention de cette recherche est de percevoir l'implication humaine dans la configuration de l'espace de la haute montagne, ainsi que dans son actuel écosystème, à travers diverses analyses de sédiments naturels, l'étude des preuves et des structures archéologiques.

Les études anthracologiques ont un rôle primordial dans ce cadre de l'étude, puisque les restes de charbons sont particulièrement abondants et présents dans toutes les structures fouillées. L'intérêt principal de ce travail, a été de connaître et comprendre la dynamique et la relation qui unissent les populations qui ont occupé concrètement ces vallées avec le milieu forestier et de haute montagne.

Les charbons furent récupérés dans des sédiments d'origines multiples. D'une part, on a effectué des sondages et des prospections, mais pas de fouilles en extension. Les structures documentées sont des charbonnières et des fours, où les charbons apparaissent concentrés, des structures d'élevage, où ils apparaissent majoritairement dispersés. Nous avons documenté des niveaux d'un vaste cadre chronologique qui va du Néolithique Ancien jusqu'à époque moderne. Une autre des particularités du registre anthracologique est la conservation exceptionnelle des restes de bois, carbonisés ou non. Finalement, le matériel étudié se caractérise par une faible variabilité. Étant donné ces singularités, la méthodologie anthracologique employée a tenu compte des disponibilités logistiques du gisement, du type de structure et du matériel récupéré. On a établi de cette manière, une méthodologie d'échantillonnage spécifique pour chaque type de structure et un nombre de fragments à observer pour chaque unité stratigraphique.

Les différentes interprétations et les conclusions obtenues dans cette thèse sont consultables au chapitre 9.



1. Introducción y Marco Teórico

1. Introducción

1.1. Presentación del Proyecto

En esta Tesis Doctoral 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 J. M. Palet (ICAC), para la coordinación de los estudios históricos y arqueológicos, y por S. Riera (SERP-UB), para los estudios paleoambientales. Los dos se integran en el programa transversal *Arqueologia Ambiental i Paleoambient* del *Institut Català d'Arqueologia Clàssica* (ICAC) y en la línea temática denominada *Arqueologia del paisatge, poblament i territori*.

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-Fórnols y Josa-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 1.1.).

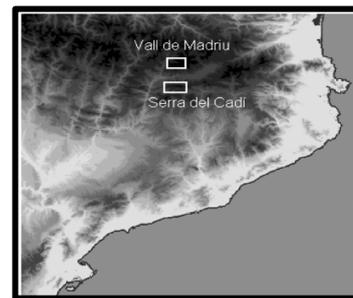


Figura 1.1. Mapa de localización de las zonas de estudio (J.M. Palet)

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 pretenden 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 evidencias 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 la recogida de información por GPS para obtener planimetrías arqueológicas de gran precisión con información crono-tipológica 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 (X. Llovera y O. Codina del Govern d'Andorra, C. Gascón del Consell Comarcal de l'Alt Urgell y H. 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 los análisis antracológicos. Los análisis polínicos están dirigidos por S. Riera (SERP-UB), con la colaboración de Y. Miras (SERP-UB) y A. 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 sólo se lleva a cabo el estudio de pólenes, sino también el análisis de hongos, algas y micro-carbones (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 L. Camarero, M. Altuna y M. 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 R. Julià, S. Giralt y A. Hernández (*Intitut Jaume Almera-CSIC*). Por último, S. Pla (Loughborough University) realiza el estudio de crisofidias y diatomeas con objetivo de reconstruir las oscilaciones climáticas en la zona de estudio.

Los proyectos se iniciaron en enero de 2004, terminando la primera fase en el año 2006. Las actividades arqueológicas efectuadas han sido las siguientes: durante 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 2x1 m., en cabañas, cercados, *munyidores* y hornos, y pequeñas catas de 0,5 m² 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. Las carboneras y hornos, 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, 2005b, 2005c y 2005d, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d, 2006e, 2007a, 2007b, 2007c, 2008; Gascón, 2007), se han publicado ya diversos resultados (Palet *et al.*, 2006; e.p.; Miras *et al.*, 2007; e.r.; Palet, e.p.).

La segunda fase se inició en el año 2007 y finalizará en el año 2009. En ella se pretenden 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 sur-europeos.

1.2. El estudio antracológico: objetivos y organización del trabajo

En las prospecciones 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'Inglà, que provenía de un horno. En las campañas de excavación del 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 GR11 entre 1.800 y 2.100 m. de altitud.

Los objetivos de la Tesis Doctoral son los siguientes:

- Elaboración de una metodología de muestreo, adaptado a la antracología de alta montaña y al tipo de estructuras excavadas, integrada en un proyecto de Arqueología del Paisaje.

- Identificación de 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.
- Análisis de las alteraciones y deformaciones de la estructura de la madera de los fragmentos identificados.
- Estudio morfológico de 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 períodos estudiados.
- Conocer la evolución de la explotación del medio forestal desde el Neolítico hasta 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.

En lo referente a la organización del trabajo hemos presentado en este primer capítulo los proyectos en los que se integra el trabajo y a continuación el marco teórico del mismo, es decir la Arqueología del Paisaje y como se integra la antracología dentro de este tipo de arqueología. Asimismo describimos los antecedentes de estudios antracológicos que han tratado temas similares a los tratados en este trabajo. En el capítulo 2 presentamos el contexto socioeconómico de la alta montaña pirenaica desde el Neolítico hasta época moderna que conocemos hasta el momento gracias a diversos estudios arqueológicos y arqueobotánicos realizados en altitud en las diversas cadenas montañosas europeas. En el capítulo 3 describimos el marco biogeográfico y paleoclimático de los Pirineos. A continuación, en el capítulo 4 exponemos la metodología utilizada y adaptada a este tipo de yacimientos y cronologías, para pasar a exponer la presentación de datos los resultados en el capítulo 5. La gran mayoría de las estructuras son carboneras y éstas nos proporcionarán una información directa sobre la explotación del bosque. Para profundizar en su estudio, hemos tenido la ocasión de entrevistar y conocer así de manera directa esta actividad. Esta información etnográfica

se recoge en el capítulo 6. Para terminar el capítulo 7 y 8 corresponden a la discusión y conclusiones a las que se ha llegado con este trabajo.

1.3. 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 carbonée*, 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 J.P. Métaillié, colaboraron el laboratorio de botánica y forestal de Toulouse (*Laboratoire Géographie de l'Environnement*, GEODE) que se encargó de los análisis palinológicos, el laboratorio de antracología y paleoambiente de Montpellier (*Laboratoire 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, 2003b). En este marco, J.P. Métaillié (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. C. Fruhauf (1980) llevó a cabo la investigación histórica de la explotación de los bosques del Pirineo. Los estudios antracológicos fueron inicialmente realizados por J. Bonhôte, con la participación posterior de C. Dubois, B. Davasse y V. Izard (Bonhôte y Vernet, 1988; Dubois, 1988-90 y 1992; Bonhôte, 1992; Davasse, 1992a, 1992b y 2000; Izard, 1992a y 1992b; Dubois *et al.*, 1997). B. Davasse e V. Izard estudiaron la explotación de los recursos forestales relacionados con actividades metalúrgicas a partir del análisis antracológico de carboneras del Ariège y el valle de la Lentilla respectivamente. D. 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 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, C. Rendu llevó a cabo la excavación de estructuras de pastoreo en la Cerdanya (Rendu, 1985; 1987; 1998 y 2003a; Rendu *et al.*, 1995). El estudio antracológico de las estructuras excavadas en esta zona fue realizado por B. Davasse (Davasse y Galop, 1989 y 1990; Davasse, 1991 y 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 transhumancia. 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 Rodano; 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 podía haber albergado a unas 100.000 cabezas de ovinos. Asimismo, en Italia estaba documentada la existencia de transhumancia en época romana y autores como Plinio y Estrabon mencionaban la importancia de la actividad ganadera en la Crau. Sin embargo, a las hipótesis de una posible transhumancia en Provenza durante este periodo, se oponía la falta de evidencias arqueológicas sobre estructuras pastoriles en los Alpes (Badan *et al.*, 1995). Esta fue una de las razones que llevó a Ph. Leveau a poner en marcha la investigación sobre la montaña alpina en los Alpes del Sur desde la MMSH de Aix-en-Provence (Leveau, 2004).

En este sentido, a partir del año 2000, J.L. de Beaulieu, director del *Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléo-écologie* (CNRS, Marseille Saint-Jerôme) y Ph. 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 Sociétés* de la CNRS (Leveau, 2004). Las cuatro comunidades estudiadas (Freissinières, Champoléon, Orcières y St-Jean-St-Nicolas) se situaban entre los 900 y 3.200 m. de altitud en los macizos alpinos de la zona meridional del Parque Nacional des Ecrins.

El extremo oeste, el valle del Alto Champsaur, fue estudiado bajo la dirección de J. M. Palet y el extremo este, el valle de Freissinières, por parte de K. Walsh y F. Mocchi, los tres investigadores coordinados por Ph. Leveau y J. L. de Beaulieu (Leveau, 2003 y 2004; Palet *et al.*, 2003; Segard *et al.*, 2003; Mocchi *et al.*, 2005; Palet, 2005a; Walsh, 2005; Walsh *et al.*, 2005 y 2007). Los análisis antracológicos de este proyecto fueron realizados por A. Durand, B. Talon y V. Py (Durand, 2003 y 2004; Durand y Py, 2004).

B. 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 m. de altitud (Talon *et al.*, 1998). Los análisis palinológicos fueron efectuados por M. Court-Picon (Court-Picon, 2003; e.p.; Court-Picon *et al.*, 2005) y los análisis carpológicos por M. Badura. M. Segard (2005) 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 época romana, apoyándose en datos palinológicos realizados en esta área con anterioridad, como los trabajos de J.-L. de Beaulieu (1977) y T. Nakagawa (1998).

La experiencia alpina fue trasladada por J.M. 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 J.M. Palet y S. Riera. Ambos investigadores habían centrado su actividad investigadora en la Arqueología del Paisaje en áreas del litoral catalán (Pla de Barcelona, Penedés y en 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 transhumantes a mayor o menor escala (Riera y Palet, 1993 y 2005; Palet y Riera, 1994 y 2000; Riera, 1995; Palet, 1997). La verificación de estas hipótesis fue uno de los motivos que condujo al inicio de los trabajos que se realizaran desde el año 2004 en dos valles de los Pirineos orientales y en el que se integra nuestra Tesis Doctoral.

1.4. Marco teórico: 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 medioambiente de éstos.

Tradicionalmente, el término paisaje ha tenido connotaciones biológicas (Bertrand, 1968). Hoy en 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 la naturaleza. 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 parcelarios, 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 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 de la Nueva Arqueología de la década de 1960 (Binford, 1968). El objetivo de la Arqueología Espacial era el estudio de un determinado yacimiento arqueológico, su entorno y 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, considerándola 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). Nació de este modo la geoarqueología. Se establecían relaciones entre la arqueología, que se centraba en los yacimientos, y la geografía con sus dos vertientes: la humana y la natural. Este tipo de arqueología sólo tomaba en cuenta la aparición de materiales arqueológicos sin considerar un enfoque ecológico, a pesar de que realizaran análisis paleobotánicos complementarios (Ruiz y Burillo, 1988).

Más adelante, se pasó de una geoarqueología *intrasite* a una geoarqueología *hors-site* o geoarqueología del paisaje (Leveau, 2005). La geoarqueología 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 la modelización de la dinámica de las relaciones entre el paisaje y las actividades humanas, la conservación y preservaciones 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 Wanndsnider, 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; Pélachs, 2004), realizan trabajos muy similares a los historiadores y arqueólogos, que estudian el paisaje para comprender dichas actividades antrópicas a lo largo del tiempo (Rendu, 2003a; Palet; 2005a; 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). La disciplina se centra en la estructuración de los espacios a lo largo del tiempo a través de las formas o estructuras visibles del paisaje, tales como vías, parcelarios, 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). Ch. 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, Ch. 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, considerando 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).

A partir de los años 80 y sobre todo a partir de los 90, 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). Ch. Rendu (2003a y 2003c) 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 (ver capítulo 2). Se establece la Arqueología de Montaña tal como la conocemos hoy. Se trata de un tipo de arqueología que utiliza varias disciplinas tanto paleoambientales, geográficas como 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 éstos básicamente en el análisis polínico de lagos y turberas (Galop, 1998; Miras *et al.*, 2007). Éstos 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, carboneras y hornos, de las terrazas de cultivo, de los sistemas hidráulicos, de 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 no son de larga duración debido a la escasa sedimentación de los depósitos puesto que los procesos erosivos son muy importantes en estas regiones. Además 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 es necesario utilizar un sistema de dataciones. La técnica utilizada normalmente es la datación 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, sondeos, las excavaciones en extensión y la realización de 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 macro-restos vegetales para conocer las especies forestales explotadas por el ser humano, obtener información acerca del impacto antrópico e inferir 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 opinan que 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 K.E. 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 fraguas, la obtención del forraje para el ganado, madera para la construcción de estructuras, la obtención 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 sólo 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 socio-económico 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 lo han considerado como una ciencia auxiliar que no puede llegar al conocimiento del 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 macro-restos 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 éstas.

La metodología de muestreo e identificación se adapta a los diferentes tipos de estructuras y a las cronologías a las que corresponden. Además, éstas 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.

1.4.3. Estudios antracológicos en contextos de alta montaña y carboneras

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 multidisciplinarios 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 esta Tesis Doctoral.

Los estudios que podemos observar en la Tabla 1.1. son análisis antracológicos que se encuentran integrados en proyectos multidisciplinarios 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. J. Bonhôte, B. Davasse, C. Dubois y V. Izard han llevado a cabo sobre todo estudios de carboneras, pero también de estructuras de pastoreo. En los Alpes del Norte, Ch. Heinz y S. Thiébault estudiaron varios yacimientos relacionados con actividad pastoril en el Holoceno y A. Dufraisse realizó el estudio antracológico de sedimentos lacustres de un yacimiento situado en el Macizo de Jura. En los Alpes del Sur, A. Durand y V. Py han realizado varios análisis antracológicos de diversos yacimientos de alta montaña del Alto Champsaur.

AREA DE ESTUDIO		AUTOR	TEMA DE ESTUDIO	PERIODO
Este de los Pirineos	Valle de Aston y Valle de Ascou en el Alto Ariège	J. Bonhôte (Bonhôte y Vernet, 1988; Bonhôte, 1995)	Carboneras	Antigüedad Edad Media Edad Moderna
	Valle de la Lentilla en Conflent	V. Izard (Izard, 1992a, 1992b y 1995)	Carboneras	
	Alto Ariège	C. Dubois (Dubois, 1992; Dubois <i>et al.</i> , 1997)	Carboneras Talleres y lugares de extracción de mineral	
	Valle de Argent Vallferrera Valle de Videssos Valle de Haut Garbet	B. Davasse	Carboneras (Davasse y Galop, 1989 y 1990; Davasse, 1991, 1992a, 1992b y 2000)	
	Montaña de Enveig		Estructuras pastoriles (Davasse <i>et al.</i> , 1997)	
Alpes del Norte		Ch. Heinz S. Thiébault (Bintz <i>et al.</i> , 1997; Thiébault y Bintz, 1997)	Cuevas rediles Pastoralismo	Epipaleolítico Neolítico Edad del Bronce
	Macizo Jura	A. Dufraisse (Dufraisse, 2002)	Yacimiento en contexto lacustre, Chalais 19*	Neolítico final
Alpes del Sur	Alto Champsaur Valle de Faravel	A. Durand V. 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 1.1. Estudios antracológicos integrados en programas multidisciplinarios de alta montaña.

Por otro lado, se encuentran aquellos estudios de yacimientos que se encuentran en altitud (Tabla 1.2.), pero que no están integrados en el tipo de proyectos que refleja la

Tabla 1.1. Todos estos yacimientos se localizan por encima de los 900 m. de altitud pero ninguno asciende más de 1.800 m. 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 y 2005).

AREA DE ESTUDIO	PERIODO	AUTOR	YACIMENTOS
Andorra (Pirineos centrales)	Bronce Medio	R. Beltrán (Llovera <i>et al.</i> , 1997; Yáñez <i>et al.</i> , 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	Ch. Heinz* (Heinz, 1996; Brochier <i>et al.</i> , 1998; Heinz y Barbaza, 1998)	La Balma Margineda (970 m.) Antonnaire (1.172 m.)
Alpes suroccidentales Alpes del Norte		S. 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 P. Bintz.

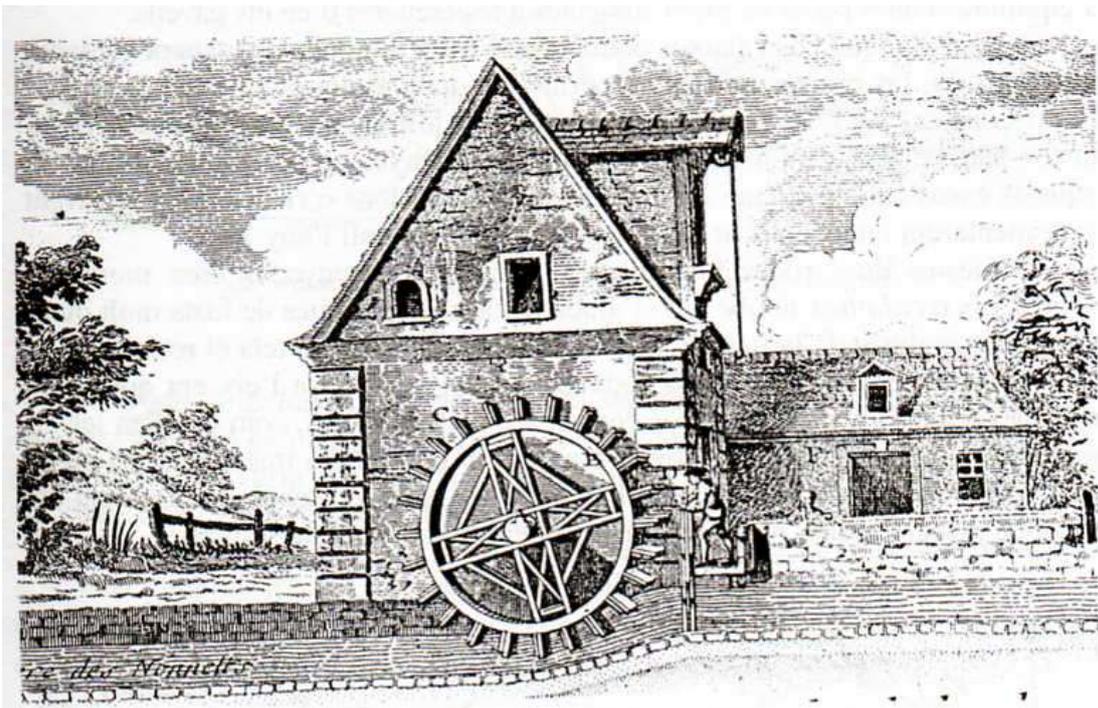
Tabla 1.2. Estudios antracológicos de yacimientos situados en altitud.

Por último, mencionamos también en este apartado aquellos estudios antracológicos más desarrollados relacionados exclusivamente con carboneras, aunque no se encuentren necesariamente en alta montaña. Podemos mencionar a B. Davasse, L. Fabre y A. Pèlachs que han trabajado en distintas regiones de los Pirineos. Los tres trabajos que tratan este tema y representados en la Tabla 1.3. son Tesis Doctorales. Mientras que B. Davasse y L. Fabre, especialistas en antracología, trabajan desde una perspectiva botánica, A. Pèlachs, utiliza la antracología (realizada por R. Piqué) junto a otras disciplinas paleoambientales desde una perspectiva geográfica. B. Davasse y A. 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). L. Fabre (1996), se interesa por la evolución de las formaciones vegetales de *Quercus ilex* en Languedoc debido al impacto de la actividad carbonera. Además de un estudio ecológico, también realiza un estudio regional de esta actividad en época romana.

AREA DE ESTUDIO	AUTOR	TEMA DE ESTUDIO
Pirineos Orientales (Languedoc)	L. Fabre (Fabre, 1996)	Evolución de <i>Quercus Ilex</i>
Pirineos centrales (Vallferrera y Coma del Buró)	A. Pèlachs (Pèlachs, 2004)	Distribución geográfica y cronológica de las carboneras
Pirineos orientales (Valle de Arget Vallferrera Valle de Vicdessos Valle de Haut Garbet)	B. 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 J. Bonhôte, V. Izard y C. Dubois

Tabla 1.3. Estudios antracológicos sobre carboneras.



2. Contexto histórico y situación de las investigaciones arqueobotánicas y arqueológicas en contextos de alta montaña

2. Contexto histórico y situación de las investigaciones arqueobotánicas y arqueológicas en contextos de alta montaña

Existen varios factores que han impedido la proliferación de estudios arqueológicos en altitud. Por una parte, las estructuras sufren una importante erosión debido a los condicionamientos climáticos de estas zonas. Por otra parte, la zona de alta montaña ha sido tradicionalmente considerada un área marginal. Esta concepción, ha sido la causa principal de la falta de investigaciones arqueológicas en altitud. Sin embargo, desde finales de la década de los 80, se han venido desarrollando varios proyectos multidisciplinares que estudian la historia del paisaje de alta montaña, así como las actividades realizadas en ella (Barker y Grant, 1991; Rendu, 2003b; Walsh *et al.*, 2005). Además, se han realizado también estudios independientes en estas regiones que han contribuido a un mayor conocimiento de la alta montaña y esto ha favorecido a demostrar que esta región fue explotada desde el Neolítico (Brochier *et al.*, 1998; Yáñez *et al.*, 2002).

Dichas investigaciones han demostrado que la ocupación de la alta montaña no ha sido tan marginal como se ha creído tradicionalmente y que las poblaciones rurales que ocuparon este medio geográfico desarrollaron varias actividades muy importantes para la economía del momento.

2.1. Neolítico

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. Las evidencias arqueológicas más antiguas documentadas en nuestra zona de estudio corresponden al yacimiento de Pleta de les Bacives donde se ha documentado una cabaña circular sobre-excavada con cronologías del Neolítico Antiguo (V milenio a.C.) a 2.520 m. de altitud. Se trata del yacimiento más antiguo localizado hasta el momento en estas altitudes (Palet, 2006a y 2007a). La tipología de la cabaña es característica en las estructuras prehistóricas y encontramos estructuras similares en el Haute Vallée de Chinchin (Alpes del Sur), concretamente, en el yacimiento de Chinchin III situado a 2.230 m. de altitud (Mocci *et al.*, 2005; Walsh *et al.*, 2005).

En el yacimiento de 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 III milenio a.C. (Palet, com. pers.). Asimismo, recientes excavaciones han corroborado una presencia prehistórica en el vecino valle de Perafita (Andorra). Durante la campaña de excavación del 2007 en el yacimiento de Orris de la Torbera de Perafita, localizado en el valle de Perafita-Claror, muy cerca del valle del Madriu, se ha documentado lo que posiblemente se trate de un asentamiento estacional formado al menos de dos grupos familiares y estacional, correspondiente al Neolítico (Orengo, 2007).

En los Pirineos, se han localizado asimismo cuevas y abrigos relacionados con actividades pastoriles, como por ejemplo Balma Margineda en Andorra (6850 ± 160 BP) (Guilaine y Martzluff, 1995) o la Cueva de Chaves en Huesca (6770 BP) (Balldelou, 1985). Es de esta cronología también la Tomba de Segudet (Ordino) situada a 1.324 m. de altitud en la partida de Prat de Call (5350 ± 40 BP) (Yáñez *et al.*, 2002). Otro yacimiento localizado a 1.335 m. de altitud, en el valle de Valira y con cronología del Neolítico Medio, es la Feixa del Moro (Juberri) (Llovera, 1986). En el Pallars Sobirà y la Alta Ribagorça se han documentado varias cistas y estructuras megalíticas. Se trata de los yacimientos de Lo Colomer y Serrat de Capifonts (Gassiot y Jiménez, 2006). En el Enveig también se han documentado estructuras de estas cronologías (Davasse *et al.*, 1997).

La identificación de cereales en el análisis polínico de estos yacimientos indicaría la presencia de actividades ganaderas y agrícolas. La ganadería y la agricultura desempeñarían un papel importante para estas sociedades y la caza sería una actividad complementaria (Yáñez *et al.*, 2002).

La verdadera expansión hacia las montañas del Pirineo ocurre, sin embargo, en el Neolítico final (2500-2000 a.C.). Las condiciones climatológicas favorables y el aumento demográfico que ocurre en estas cronologías posibilitarán una mayor expansión territorial (Galop, 1998). Ejemplo de esta situación es la Cova de Toralla (Esteban, 2003).

La mayor presencia antrópica a partir del Neolítico se debe sin embargo 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 éste sólo resulta modelado por los factores climáticos (Riera y Esteban, 1994; Miras *et al.*, 2007).

2.2. Edad del Bronce- Edad del Hierro

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 Goleró (Palet *et al.*, 2006 y e.p.). 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 en la época moderna.

En los Pirineos se han documentado otros yacimientos como Feliu de Llo (Cerdanya) que se ocupó en periodo estival por parte de ganaderos transhumantes (Campmajó y Padró, 1978). En la comarca de la Cerdanya, en Catalunya, se han documentado asentamientos al aire libre en Castell de Llivia y Els Castellars d'Odelló i Vià (Bronce-Final-1ª Edad del Hierro), los abrigos de La Tarterola de Dorres (Bronce Medio-1ª Edad del Hierro), L'Avellanosa en el Caus de Targasona (Bronce Final-1ª Edad del Hierro), las cuevas de La Fou de Bor y Les Encantades de Toloriu (Bronce Medio-1ª Edad del Hierro), entre otros. En Andorra se encuentra el yacimiento de Fossa de Prats a 1.600 m. de altitud, cerca de Canillo, con una cronología del Bronce Medio (Yáñez *et al.*, 2000-2001). Asimismo se ha documentado esta cronología en los yacimientos de Roc d'Enclar (Llovera *et al.*, 1997) y en la estaciones V y VII del yacimiento de Cedre (Llovera, 1987), ambos en Andorra.

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 (s. 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; Ejarque, 2006; Miras et al., 2007).

La intensificación de este tipo de actividades está relacionada con las dinámicas de jerarquización de índole político que desarrollan los grupos tribales de este periodo, lo que da lugar a varios procesos de agregación y construcción de recintos monumentales a distinta escala.

En el yacimiento de Goleró, situado en la Sierra del Cadí y que tratamos en este trabajo, se identificaron varias estructuras circulares de entre 10 y 30 m. de diámetro que podrían datarse hacia el Bronce Final- Edad del Hierro (s. VIII-VII a.C.- II-I a.C.) (Palet *et al.*, 2006 y e.p.).

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 litoral aumenta también el número de yacimientos y estructuras para la fabricación de sal, lo que significa una extensión de territorios implicados en la transhumancia hacia esta zona (Riera y Esteban, 1994; Gardes, 2001).

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.

2.3. La Antigüedad

Las fuentes escritas y arqueológicas que tradicionalmente aportan datos sobre la ocupación del Pirineo durante la Antigüedad son escasas. Sin embargo, Plinio hace referencia a ceretanos y vascones como dos pueblos que habitan los Pirineos mediterráneos y atlánticos respectivamente (Hoz, 1995). Otros autores antiguos como Tito Livio, Estrabón o Silio Itálico hablan de la alta montaña como un espacio donde sólo habita gente ruda y animales salvajes. Asimismo, los abundantes topónimos en latín indican una relativa importancia de los asentamientos de época romana en las dos vertientes de la Sierra de Cadí (Gascón, 2006).

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 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 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 evidencias de deforestación y una fuerte erosión causada por el desarrollo de las actividades humanas en el este de los Pirineos (Riera y Esteban, 1994).

En el Enveig (Cerdanya francesa), los estudios palinológicos observan, sin embargo, un descenso de actividades pastoriles en esta época (Galop, 1998), aunque las evidencias arqueológicas de establecimientos ganaderos muestran una continuidad (Rendu *et al.*, 1995). En los Pirineos centrales se observa una disminución de las actividades ganaderas, aunque las actividades metalúrgicas aumentan (Pèlach, 2004). La evolución

e intensidad de las diferentes actividades, llevadas a cabo en cada área geográfica, dependía de los recursos que ofrecía cada región así como el contexto socioeconómico.

En el marco del proyecto de investigación en el que se integra nuestro estudio, el estudio polínico del lago Blau (2.471 m.) en el valle del Madriu, refleja una fase de deforestación en este periodo (Ejarque, 2006) debido sobre todo a actividades ganaderas, pero posiblemente también a actividades minerometalúrgicas. Se advierte un descenso proporcional de los pinos y un aumento de especies de sotobosque. La deforestación afecta sobre todo a las vertientes meridionales, zonas que son más aptas para el desarrollo de prados (Ejarque, 2006). A su vez, en el marco del proyecto se realizó otro estudio polínico en Bosc dels Estanyons (2180m) (Miras *et al.*, 2007), donde se observó un aumento de carbones de mayor tamaño. Dicho aumento está demostrado arqueológicamente por la presencia de un horno (ES 52) que se encuentra en las cercanías, concretamente en el Pla de l'Inгла, al otro lado del río (Palet, 2006a). Este horno no se dedicó seguramente a la primera transformación del mineral como es el caso de los hornos de Goleró, como ya veremos. El uso metalúrgico de esta estructura no es posible debido al suelo silíceo del valle y a que no se han recuperado desechos de mineral en la misma. Además, debido al tamaño y a la tipología del horno, tampoco parece tratarse de un horno cerámico. 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)¹. El estudio antracológico de este horno forma parte del conjunto de estructuras estudiadas en este trabajo (Palet, 2006a).

En nuestra zona de estudio hemos encontrado hasta el momento pocas estructuras pastoriles de época romana, a pesar de que los estudios polínicos desvelen evidencias de esta actividad en sus diagramas². En este periodo, la actividad pastoril se basaba en desplazamientos a corta o media distancia (Palet, e.p.). En cambio, sí se han documentado bastantes estructuras relacionadas con **actividades minerometalúrgicas**, sobre todo en los yacimientos de Goleró y Pradell en la Sierra del Cadí (Palet, 2005c, 2006b, 2006e y 2008). En varias regiones pirenaicas se advierte una gran importancia

¹ En este valle, se podía haber explotado otro recurso como por ejemplo el cuarzo, abundante en el entorno. Durante la campaña del 2007 se ha sondeado un segundo horno, también de cronología romana en el yacimiento de Riu dels Orris III. No se conoce su funcionalidad y se debe esperar hasta las excavaciones de las próximas campañas.

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

de la actividad minerometalúrgica. Se ha observado una importante actividad minera en la Cerdanya, como por ejemplo en la última fase del yacimiento de Llo del s. I d.C., donde se observó un abandono de la función de hábitat debido a la especialización del asentamiento en metalurgia del hierro. En el yacimiento de Roc d'Esperança en esta misma región, se recuperó una cantidad importante de escoria de metal (Mercadal y Olesti, 2001). Se sabe que la explotación de yacimientos mineros fue muy potenciada y controlada durante la administración de este periodo (Rico y Llovera, 1990).

La actividad metalúrgica abastece a la población local, a pesar de que los Pirineos ofrecen también la disponibilidad de cobre, plomo y plata además de hierro (Laubenheimer, 2000; Magnin, 2004). El autor griego llamado Timeo habla en el siglo III a.C. de la gran cantidad de minerales que se podía obtener en los Pirineos a parte del hierro (Vilalonga, 1995).

Tanto en Pla de l'Inglà como en Pradell y en 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 trasladarían hasta estas altitudes durante el periodo estival y realizarían otro tipo de actividades a parte de las ganaderas. De hecho, no hay actividad metalúrgica que no esté acompañada por la actividad agroganadera (Orejas *et al.*, 1999).

La metalurgia de los Pirineos orientales, satisface a una población local, porque los minerales no proporcionan mineralizaciones suficientes para ser explotados a gran escala (Crespo *et al.*, e.p.). Este tipo de explotaciones se centran, en época romana, en áreas más ricas y accesibles como las ofrecidas por ejemplo por las tierras del sureste y noroeste ibérico. Se trata de minas que abastecían a las regiones del mediterráneo occidental y central (Morell, 2006). La minas de plomo y plata de Cartago Nova, conquistada por Roma en el 209 a.C., se explotaron intensivamente en periodo republicano y los depósitos de oro del noroeste peninsular (Asturias y Galicia), bajo control romano desde el 19 a.C., se explotaron durante el s. I y II d.C. Estas minas, a parte de abastecer y garantizar el sistema monetario, basado en oro y plata, dieron lugar a la articulación y desarrollo de ambos territorios. El tipo de control romano de cada región variaba según diversos factores, tales como los diferentes tipos de metales que ofrecía esa región, la fecha en la que había sido conquistada o la integración, la

organización y las particularidades de los indígenas. En aquellos lugares cuyos productos eran de menor interés como en el caso del hierro de los Pirineos, el control era indirecto, a través de impuestos y de este modo esta área continuaba con su economía local. Por eso, las minas de las diferentes regiones de *Hispania* deben ser entendidas en su contexto político, social y administrativo (Orejas y Sánchez Palència, 2002).

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 (Figura 2.1). Esta vía principal conducía desde Ruscino a Ilerda siguiendo los cursos del Tet y el Segre. Pasado el Coll de Perxa, pasaba por Llivia por el Camí Ral y, subiendo, atravesaba el Querol (donde actualmente se encuentra Puigcerdà) por Sant Martí d'Aravó. De aquí se continuaría en dirección a la Seu d'Urgell, siguiendo por el Camí Ral y atravesando el Segre por Martinet y el Puente de Bar. Pero también se utilizarían otros caminos como por ejemplo el que llevaba a Tolosa por el Coll de Pimorèn, a Carcassona por el Coll de la Quillaza, a Vic por la Creu de Maians y a Manresa por el Coll de Jou (Campmajó y Padró, 1978; Mercadal y Olesti, 2001).

No hay que olvidar el interés estratégico de los Pirineos durante la II Guerra Púnica en el siglo III a.C., en la que los indígenas participarían directamente o cuando Sertorio atravesó los Pirineos en el año 83 a.C. y la Cerdanya cobró tributo de paso. (Geogr.II, 6,68) (Campmajó y Padró, 1978).

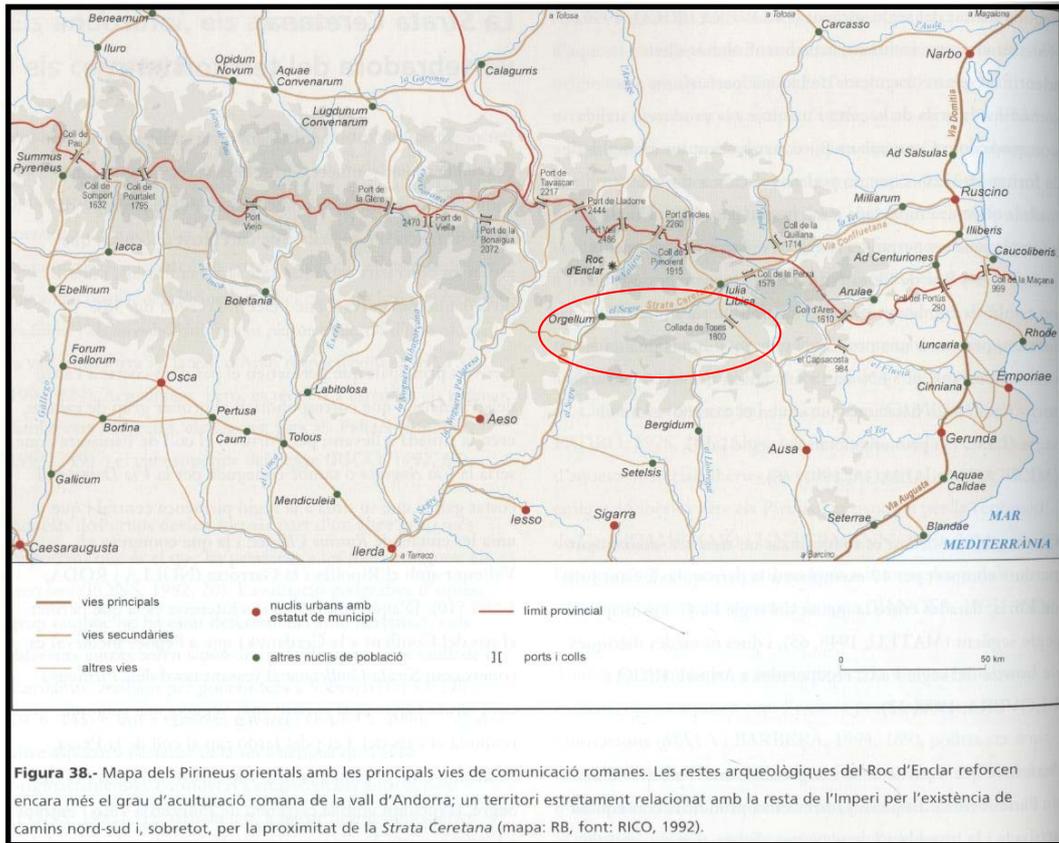


Figura 2.1. Mapa de los Pirineos con las vías de comunicación de época romana (Llovera *et al.*, 1997: 90).

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). En lugares altos dominando el río Valira se documentaron yacimientos de época tardorepublicana. Se trata de Roc de l'Oral (Vila) con cronología que va desde el siglo V a.C. a finales del siglo I a.C. y Antuix (Engordany) del siglo II a.C., donde se recuperaron cerámicas de importación como la campaniforme italiana A y B, ibérica pintada y gris ampuritana así como objetos de bronce como fíbulas y anillos, que indican la relación con el llano romanizado. La presencia de este material cerámico y metálico sería producto de un intercambio entre las poblaciones de montaña y las de la llanura debido a actividades ganaderas (Rico y Llovera, 1990).

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 la prácticas promocionales de César en algunas áreas provinciales y muy activas en ambos lados de los Pirineos (Mercadal y Olesti, 2001).

Los restos arqueológicos de estas cronologías son muy escasas de momento. Los únicos testimonios arqueológicos de los s. I y II d.C., en Andorra, son un fragmento de cerámica *sigilatta* del s. I d.C. que fue encontrado en Cedre (Santa Coloma, Andorra) y tres monedas de la segunda mitad de este siglo provenientes de Engordany, Sispony y Arinsal, también en Andorra. La moneda de Engordany sería la prueba de la existencia de un núcleo de población en Escaldes. Probablemente, se trataba del hábitat ibero-romano de Antuix el cual fue desplazado a Escaldes al cambiar la era (Rico y Llovera, 1990). En el núcleo de población situado en la actual Castellciutat, cerca de la Seu d'Urgell, se recuperó una moneda relacionada con la leyenda de Arketuki. Esta población se ha relacionado con la ciudad de *Orgia* de la que habla Ptolomeo, a pesar de que algunos autores lo sitúan en la Seu. A partir de esta hipótesis, este emplazamiento sería un enclave indígena situado en Castellciutat y en la actual Seu d'Urgell se ubicaría la fundación romana *Orgia* (Gascón, 2006). A estas evidencias hay que sumar las de época romana localizadas en los yacimientos de Goleró y Pradell (La Vansa-Fórns) y Pla de l'Inglà (Andorra) en el marco de las investigaciones arqueológicas desarrolladas en el proyecto (Palet, 2005b, 2006a, 2006b y 2008).

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

2.4. Antigüedad Tardía

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 desarrollarse un mercado de carácter más local. Dicha pérdida de la importancia de la *Strata Ceretana* se observa en el yacimiento de Roc d'Enclar donde aumenta la cerámica de procedencia local y disminuye la importada (Ruf *et al.*, 1996-1997).

Los topónimos de origen germano y la existencia de antiguas fortificaciones prefeudales en el Alt Urgell podrían considerarse vestigios de una presencia germánica debida a las necesidades defensivas de los pasos pirenaicos frente a las amenazas que provenían del norte de la sierra bajo el reino visigodo de Toledo. El debilitamiento del aparato estatal del Bajo Imperio benefició a las identidades locales y los nuevos agentes políticos como los obispos (Ruf *et al.*, 1996-1997).

Se han documentado pocas evidencias arqueológicas en altitud correspondientes a la Antigüedad Tardía. Algunos ejemplos con estas cronologías son la necrópolis de Cortinada (Andorra) y un pequeño fragmento de bronce de finales del siglo IV d.C. que se recuperó cerca de Massana, en Andorra (Rico y Llovera, 1990).

En nuestra zona de estudio, en época tardoantigua (siglos V-VIII), se produce la máxima ocupación del valle andorrano según los datos polínicos (Ejarque, 2006). En las zonas del Llobregat y del Garraf ha sido documentada igualmente una profunda deforestación debido al aumento de pastos (Riera y Palet, 1993). En el valle de 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, 2006a y 2007a), época en la que fue importante la actividad ganadera en la zona (Orengo, 2007).

El orden imperial romano no puede 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.*, e.p.). El tratamiento del mineral posiblemente tuvo lugar

cerca de las minas, en las regiones forestales de la montaña, que abastecía el 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 el Pradell se ha localizado la ES 81, datada en el s.VII-VIII, que muestra evidencias de la actividad minerometalúrgica de la zona (Palet, 2006d).

2.5. Edad Media

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).

Las autoridades carolingias llevaron a cabo la centralidad de Andorra y otros valles del Segre pero sobre todo de Urgell entre los años 780 y 980, con objeto de integrar estos territorios en la Marca Hispánica, reforzando la autoridad de la Seu d’Urgell, lo que dio lugar al desarrollo de una nueva élite (Berenguer, 2005). De este modo se crean grandes divisiones administrativas y se crean dos tipos de poderes: el poder laico del conde y el poder eclesiástico del obispo (Llovera *et al.*, 1997). Con la progresiva independencia de los condados de la Marca Hispánica del poder carolingio, la nueva aristocracia asienta su autoridad en el territorio en un proceso que culminará con la implantación de los derechos feudales (Berenger, 2005).

La presencia del feudalismo en todo el Pirineo en general era cada vez más evidente bajo los señores religiosos y los condes (Rendu, 2003c). En el yacimiento de Roc d’Enclar, con el inicio del feudalismo, el conde de Urgell construyó un castillo en el siglo X. Con la política expansionista del conde de Foix contra el obispo de Urgell, éste construyó un segundo castillo. Más adelante, las tierras de Roc d’Enclar se repartirán entre Andorra la Vella y la Iglesia de Sant Vicenç (Ruf *et al.*, 1996-1997). En el Alt Urgell, los poblados se agruparon en un entorno cercano a un castillo, normalmente situado en un lugar alto y se abandonaron los lugares de poblamiento semidispersos que había al entorno. Los nuevos núcleos de población como la Bastida d’Hortons, Fórnols

y el Calbell de Banat eran dirigidos por linajes nobiliarios que controlaban el territorio (Gascón, 2006).

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 la que participarían tanto las entidades eclesiásticas como civiles. El derecho de pastar en tierras fiscales favorecería la crianza sin costos excesivos (Riu, 1995a). De este modo, en la Edad Media aumentó notablemente la población en alta montaña. Los bosques de pinos comenzaron a disminuir y alcanzan su nivel mínimo en el siglo XII (Ejarque, 2006). 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 adquirirían pastos de verano en monasterios de alta montaña y los montañeros adquirirían 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 el Enveig, durante el s. 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 transhumantes propiamente dichas.

En nuestras zonas de estudio, no disponemos de información arqueológica del inicio de la Edad Media. Sabemos sin embargo, que el yacimiento de Pleta de les Bacives debió ser utilizado sobre todo durante la Edad Media, debido a la existencia de un *empriu* en la Vallcivera, al menos a partir de 1280 (Orengo, 2007), aunque todavía no se ha localizado ninguna estructura de estas cronologías en el mismo.

En el Cadí, también se advierte un aumento de las actividades ganaderas por parte del análisis polínico de la turbera de Pradell, sobre todo a partir del siglo XII (Ejarque, com.

pers.) 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.

A partir del siglo XIII en la vertiente sur de los Pirineos, y en Andorra, la actividad ganadera, y sobre todo la ovina, tiene un auge importante posibilitando cierto comercio a través de la transhumancia. La expansión de la ganadería se vio promovida principalmente por los monasterios cistercienses (Wickham, 1985). Desde el 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 transhumancia (Riu, 1995b). En el valle de la Vansa, por ejemplo, surgieron varios conflictos generados por la conflictividad entre los señores jurisdiccionales del valle, es decir, la iglesia de Urgell y los barones de Pinós (Gascón, 2006).

La **transhumancia** es un sistema de pastoreo seminómada que se manifiesta a través de la migración de los animales entre diferentes zonas estacionales. Estas zonas se diferencian por su altitud, condiciones climáticas y vegetación (Leveau, 2006). En altitud, el ganado suele situarse en terrenos húmedos y cerca de turberas, pues en su estado natural, la vegetación mediterránea de los pisos mesomediterráneo y termomediterráneo tiene pocas zonas de pradera, salvo en las marismas, marjales o zonas húmedas. Hay pocas zonas con pastos verdes y herbáceas durante todo el año. Por otro lado, se encuentran los pastos de invierno que se localizan en el litoral, en el delta del Llobregat (Riera y Palet, 2005). Por último se encuentran los *rebaixants*, pastos para hacer una parada antes de proseguir el camino durante la transhumancia (Codina, 2004) (Figura 2.2.).

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

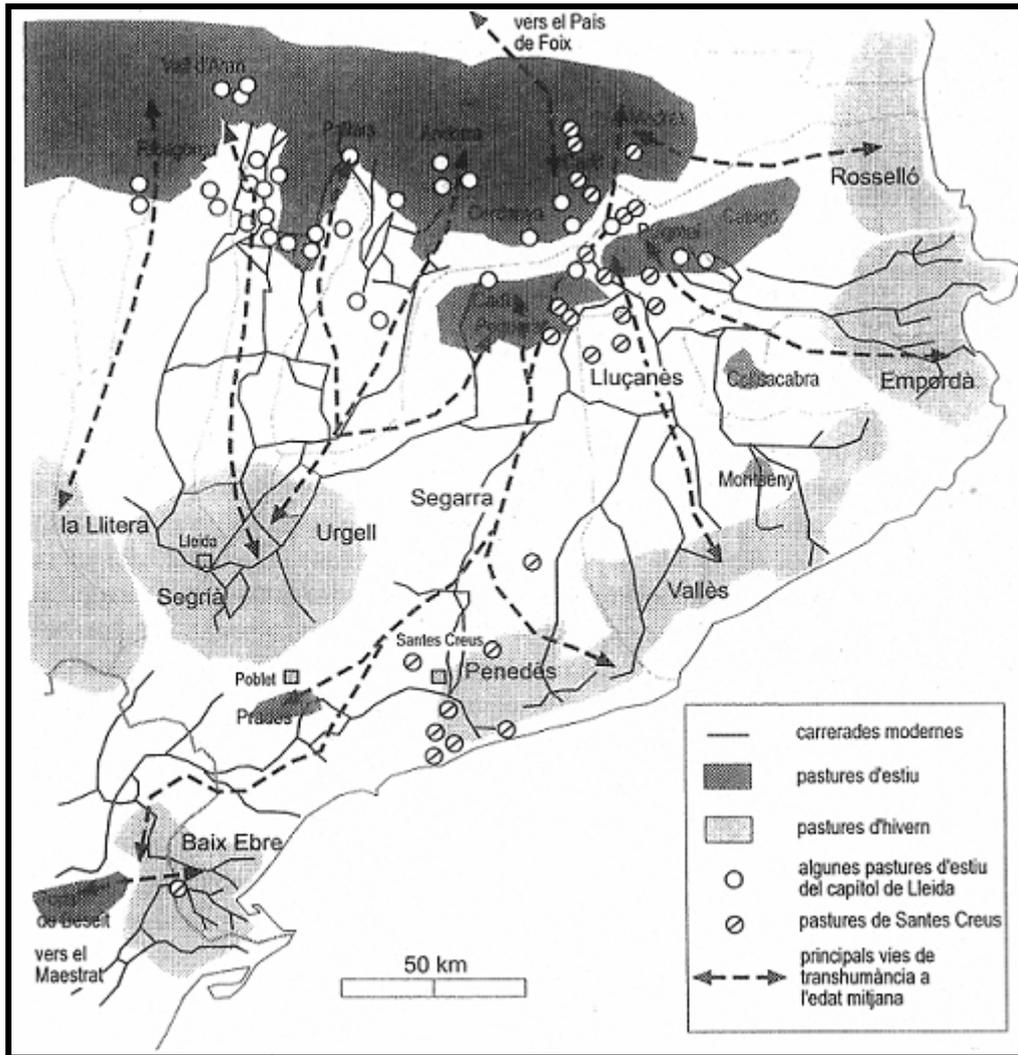


Figura 2.2. Carrerades y pastos de verano e invierno del capitular de la catedral de Lleida y del Monasterio de Santes Creus (Bolós, 2004: 338)

La transhumancia está relacionada con comunidades algo sedentarias, pues significa la prolongación de la vida de los animales y el aumento del tamaño del ganado para obtener de éste no sólo su carne, sino también los elementos secundarios tales como la leche, la piel, etc. Por lo tanto, el pastoralismo transhumante implica desplazamientos estacionales y una especialización ganadera. De hecho, aunque tradicionalmente se haya considerado una actividad económica menos desarrollada que la agricultura, el pastoralismo necesita un sistema económico complejo para existir. Sólo se practica cuando es necesario, es decir cuando se tiene más ganado que pasto. De todos modos, el pastoreo puro suele ser poco habitual, más bien suele estar relacionado con la actividad agrícola (Wickham, 1985). Es en la Edad Media cuando se produce el cambio y evolución importantes y necesarios en la actividad pastoril, para que sea posible el

desarrollo de la transhumancia. El tipo de ganado transhumante suele ser el ovino porque es austero y resistente (Solé, 1964). Arqueológicamente, a partir de este periodo se documenta una proliferación de estructuras ganaderas. Los señores y la iglesia se instalaron en los espacios forestales como organizadores de la vida agrícola además de religiosa debido a la consolidación del feudalismo (Corillon, 1985-6). La primera normativa legal de las vías pecuarias de la Península Ibérica se remonta a los códigos visigóticos como el “Código de Eurico” y el “Fuero Juzgo” (Fuero Juzgo, Lib. VIII, Tit. IV, L. XXVII). Estos textos hacen referencia al paso de los ganados por campos abiertos y carreteras públicas aunque no se trate todavía de un régimen de pastoreo transhumante.

En los Pirineos orientales, la transhumancia se ve impulsada por las comunidades rurales pirenaicas y los monasterios a partir de la Alta Edad Media cuando se fijan caminos, derechos de paso y una compleja red de relaciones. Los monasterios de Ripoll, Sant Joan de les Abadesses o la Seu d’Urgell favorecieron la transhumancia consolidando y organizando las zonas de pastoreo mediante la compra de pastos, bosques, casas, cabañas, cercados y caminos (Gómez Ortiz, 2001). Las vías de transhumancia pasaban por los principales centros de comercialización y de abastecimiento que coincidían con los principales centros urbanos. Los caminos relacionaban Andorra con el Baix Ebre y el Maestrat y Ribagorça con el Empordà (Riu, 1995b). La vía que relacionaba la solana de la Sierra del Cadí y el Alt Berguedà fue una de las principales áreas de pastoreo estival de la Edad Media y comunicaba con el llano de Lleida y el de Segarra, continuando hacia el sur, hasta la zona de la Conca de Barberà y del Priorat llegando incluso hasta el Reino de Valencia (Gascón, 2006).

Relacionado seguramente con esta actividad, se documentan por primera vez en este periodo los tres ejes de comunicación transpirenaicos en la Sierra del Cadí. El primero es la *vía cardonesa* que enlaza las tierras de Catalunya central y la costa con la Cerdanya. Su recorrido comenzaría por el puerto de Port y desde este punto descendería hacia Tuixén, desde donde volvería a ascender en un punto situado entre el Pradell y el puerto de la Bacanella cerca del yacimiento de Goleró. A partir de aquí, el camino se orientaría hacia el este hacia la Cerdanya. Sin embargo, la existencia de enclaves prefeudales en esta zona como Sant Jaume de Cadí y Bar relacionados con el control del territorio en época antigua, así como la existencia de topónimos de origen germánico

hacen plantear la hipótesis de una ruta ya de época tardoantigua que enlazaba de forma directa la Catalunya central y meridional con la Cerdanya (Gascón, 2006).

En Andorra, al comenzar la época de transhumancia, todo camino era pastoril. En mayo, se ordenaba que se acondicionaran los *camins reals*, *senders* y *senderons* que componían las vías de comunicación. Las vías principales eran dos y estas debían cumplir ciertas normas como la de evitar los sectores agrícolas. La principal vía de comunicación era la de Seturia, en el alto valle de Os. Esta vía jugaba un papel esencial para la transhumancia del ganado originario del oeste de Ordino, es decir, de Ordino, la Massana y Sant Julià. La otra vía era la de Encamp, que interesaba principalmente al ganado de los pastores de Encamp y Canillo (Codina, 2004) (Figura 2.3.).

En este periodo, las actividades metalúrgicas también se llevarían a cabo cada vez de manera más frecuente. En el valle de l'Ariège, en los Pirineos franceses, por ejemplo, se han evidenciado importantes actividades metalúrgicas durante la Alta Edad Media (Galop, 1998). En el Pirineo Central hay evidencias muy importantes de carboneo en la parte más alta del bosque en la Coma de Burg, que estarían relacionadas con esta actividad metalúrgica (Pèlachs, 2004). Seguramente, esta actividad aumentó debido al comercio de Castilla al exportar el hierro obtenido con carbón vegetal a cambio de madera. El impacto metalúrgico del bosque en este periodo es importante (Guerra, 2001). En 1030, el conde Wilfred de Cerdanya observaba en un texto referente a la concesión de territorios a los habitantes de Osseja, que la deforestación estaba siendo muy importante. Tanto, que había hecho desaparecer muchas especies arbóreas. En los análisis palinológicos de los yacimientos excavados en esta zona se ha corroborado esta deforestación (Rendu, 1987).

La importancia tanto ganadera como metalúrgica de los valles de Andorra y seguramente también de la Sierra del Cadí se corrobora, ya desde el siglo IX, a través del pergamino 10 del Archivo Capitular de la Seu d'Urgell, en el que el Guisad, Obispo de la Seu d'Urgell, pide al emperador Carlos el Calvo que confirme sus derechos a la percepción del diezmo del hierro y la pega de Andorra. La pega es la marca de propiedad del ganado que supone una potestad sobre el producto y un control de volumen de animales en posesión (Orengo, 2007).

Hasta el siglo XIII, la actividad metalúrgica estuvo integrada en las estructuras comerciales dominadas por los poderes feudales. El hierro se fabricaba para satisfacer las necesidades de la comunidad. Posteriormente, las instalaciones relacionadas con estas actividades se modernizaron y se introdujo la fragua catalana. En los Pirineos centrales se han documentado fraguas de entre los siglos X y XIII. Son las fraguas de Ribagorça, Pallars, Andorra y Urgell (Sancho, 2000).

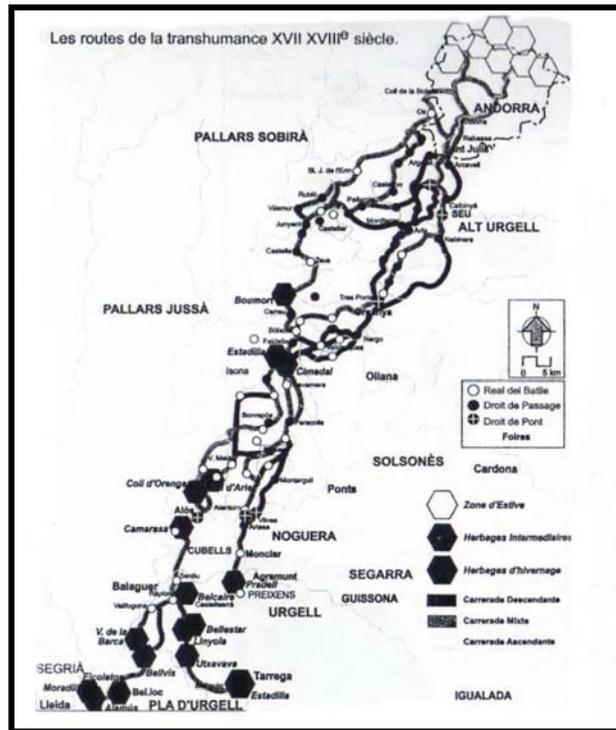


Figura 2.3. Las rutas transhumantes de Andorra de los siglos XVII y XVIII (Codina, 2004: 537).

2.6. Época Moderna

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 (año 1347 y 1375). La actividad metalúrgica aumenta con el funcionamiento, por ejemplo, de las fraguas del Ariège e incluso en el Alt Urgell, como ya veremos más adelante. 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).

Debido a las crisis mencionadas de los siglos XIV y XV, el número de cabezas de ganado disminuye y ésto trae consecuencias económicas que hacen necesaria la reestructuración de las redes comerciales y una cierta reglamentación de esta actividad (Davasse *et al.*, 1997). En 1345, una orden de Pedro el Ceremonioso establece un reglamento para la mayoría de las actividades forestales en los condados de Roussillon y Cerdanya (Rendu, 1987).

No hay estructuras ganaderas datadas en época moderna en el Cadí. Sin embargo, se sabe por los datos polínicos de la turbera de Pradell y por los documentos, que esta actividad fue importante durante estos años. Además, la documentación nos informa del cultivo de cereales para el forraje en las terrazas ubicadas en el sector septentrional del yacimiento de 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 satisfará un mercado local o únicamente se destina a uso doméstico, pero a partir de este siglo, esta actividad se desarrollará y cambiará consideradamente. Se establece una reglamentación en el sistema ganadero, como ya hemos comentado, y ésto implica también una jerarquización dentro del oficio (Codina, 2004). En el siglo XIV, en la Cerdanya también se advierte un desarrollo de la actividad pastoril. Se comienzan a documentar estructuras hechas de piedra en su totalidad, construcciones más duraderas, que son producto de una sociedad que gestiona más los terrenos pastoriles de la montaña. 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, 2003c).

En la alta montaña andorrana podemos encontrar dos tipos de tierras de pasto: los de propiedad y las de uso. Las tierras de propiedad eran aquellas que pertenecían a la comunidad, pero también aquellas tierras sobre las que la comunidad tenía derecho de pasto o *empriu*. El ganado proveniente de Catalunya, Francia u otros terrenos comunales andorranos tenían que pagar únicamente el *estrany* para pastar en estas tierras comunes (Codina, 2004).

Los *emprius* se encontraban en otra comunidad ajena a la propia. El sistema de explotación de los pastos de alta montaña se basaba en el “derecho de *orri*”. Los pastores, tanto en su propia comunidad como en los *emprius*, tenían derecho a utilizar este asilo temporal para guardar el ganado por la noche (Solé, 1964; Codina, 2004).

Cuando se subía a la alta montaña se iniciaba también el *temps d'orri* que discurría durante el primer mes de subida y en el que se llevaba a cabo una producción quesera. El primer mes del pastoreo de verano era el momento en el que las ovejas eran más productivas. De cada una de ellas, se obtenían normalmente 5 Kg. de queso y 25 litros de leche. Esta producción se la quedaba el pastor a cambio de dar una libra de lana por oveja al propietario. Esta actividad era muy reducida en las compañías transhumantes, pues no salen en las cuentas de éstas. La falta de actas privadas en los documentos indica que el queso se destinaba a la esfera privada de la economía familiar. Aunque también se utilizaba como unidad fiscal y los contratos agrarios se pagaban con queso en muchas ocasiones (Codina, 2004). En la Cerdanya, es también en época moderna, y más concretamente en el siglo XIV, cuando se documenta la producción quesera con el trato de ovejas (Rendu, 2003c).

Las tierras de uso eran los *cortons*, aunque este tipo de explotación tuvo su comienzo entre finales del siglo XVI y el primer cuarto del siglo XVII. En Andorra, los primeros *cortons* se documentan en el año 1609. Está documentado que en 1617 la parte superior del valle del Madriu se alquilaba en bloque bajo el nombre de Ribera de Orris agrupando los *cortons* de Setut, Sadornet, Estall y Bael. Se trataba de pastos que la comunidad alquilaba para un determinado espacio de tiempo estival en alta montaña. Se trataba de una privatización temporal de una parte del terreno común e implicaba automáticamente una pérdida del usufructo estival para el resto de la comunidad. La creación de este sistema dio lugar a un aumento de proporción de tierras pastoriles privadas y se debió a que en el siglo XVII emergieron y se consolidaron familias con un capital importante que formaron compañías pastoriles. Los *cortons* eran propiedad de estas familias. Las familias que poseían grandes ganados organizaban la transhumancia a través de las compañías pastoriles formadas por un conjunto de asociados que se agrupaban para desplazarse y buscar pastos en altura en verano y buscar pastos en plano durante el invierno. Los prados estivales se alquilaban para dos meses, mientras que los invernales se alquilaban para ocho meses.

Estas compañías se estructuraban en tres niveles formados por los propietarios del ganado, el personal y los intermediarios exteriores a los valles. Los propietarios eran de tres tipos. Por un lado, se encontraban los grandes propietarios, que eran los que tenían un rol activo en la migración. En segundo lugar, se encontraban los ganaderos que, mediante financiación, agregaban sus animales al ganado de los grandes propietarios.

Por último, se encontraban los empleados que poseían algunas cabezas de ganado (Codina, 2004).

La causa del desarrollo de las compañías pastoriles de los siglos XVI y sobre todo el siglo XVII, se debió a los cambios de las condiciones de venta del ganado. Estas compañías hacían bajar a sus animales directamente desde la alta montaña hasta Barcelona y Lleida para vender allí la carne. Esta acción se denominaba *rebutjar*. Una de las características de los siglos XVI y XVII fue por lo tanto el paso de la venta indirecta a la directa. Sin embargo, algunos pequeños propietarios seguían teniendo intermediarios en Puigcerdà, la Seu d'Urgell, Organyà y Oliana (Codina, 2004).

Los *cortons* fueron resultado de un aumento de la demanda de hierbas estivales por los grandes ganados. Los pequeños ganaderos sólo tuvieron la opción de juntarse a estas grandes compañías, convirtiéndose los *cortons* en piedra angular de la economía comunal, pero también a nivel privado, a nivel de salarios y préstamos (Codina, 2004).

Al aumentar el número de cabezas de ganado de estas familias fue necesaria una organización y gestión del rebaño. También aumentó el número de trabajadores y la creación de un mayor capital dio lugar a un aumento de trabajadores foráneos, sobre todo del Ariège y Languedoc, a partir de la segunda mitad del siglo XVII. Los pastores, foráneos o no, recibían el *capsou*, el contrato por el que un pastor se encargaba de un determinado número de animales en un periodo concreto, normalmente entre 2 y 5 años.

Una de las características de los *cortons* y que significó un gran cambio en el pastoreo comparado con el realizado hasta ahora, fue el aumento de la necesidad de pastos de invierno, es decir, ganado no transhumante, como los porcinos, bovinos y equinos, es decir, ganado de *parcería*. Este tipo de ganado era diferente al de montaña o *empriu*, mayoritario hasta ahora (Codina, 2004).

A partir de la institución del *corton*, el alquiler de pastos y la venta de hierbas en Andorra a partir de la segunda mitad del siglo XVI y en el siglo XVII, las estructuras ganaderas disminuirán en el valle del Madriu, así como los *orris*. Éstos se alquilan junto a los prados y la producción quesera sigue siendo importante sobre todo como pago en especies. Sin embargo, esto no significa que se produzca una disminución de las actividades ganaderas, puesto que se siguen documentando hasta época contemporánea. Podemos mencionar las estructuras de Basses de Setut (ES 121) correspondiente a la

segunda mitad del siglo XVI, de Orris de Setut (ES 27) con cronología del siglo XVIII y la de Pleta de les Bacives (ES 153) fechada de inicios del siglo XX (Orengo, 2007).

A partir del siglo XVIII los rebaños aumentaron considerablemente en número debido a su nueva importancia comercial y a su producción especializada. La ganadería debía mantener a una población que aumentaba considerablemente, pues la agricultura sufría un largo estancamiento tecnológico en toda Europa en general (Codina, 2004). La población había emigrado a alta montaña debido a la crisis socioeconómica del momento. El monte era además un lugar privilegiado para alimentar al ganado de hierbas y árboles jóvenes de sotobosque (Vernet, 1997). Los prados supraforestales iban aumentando con la quema inicial del bosque, el consumo del ganado de los pequeños brotes de los árboles y la práctica de quemas para evitar el desarrollo arbustivo. En la segunda mitad del siglo XIX, el crecimiento urbano y su demanda intensificó los cultivos y la ganadería estabulada y se crearon zonas de riego en la Catalunya del interior como, por ejemplo, el Canal d'Urgell. Como consecuencia, el pastoreo de invierno decreció y se encareció así como la transhumancia. En Castilla la agricultura no afectó a la ganadería porque ésta fue una actividad regia y no de competencia local como en Catalunya. En Catalunya las distancias de transhumancia eran mucho más cortas que en Castilla y la anchura de los caminos muy variable. Faltó además una organización destinada a unificar y defender los intereses ganaderos (Miralles, 2000).

Además de los prados, los bosques de alta montaña continuaron también siendo comunales en época moderna, y se explotaban para hacer carbón, obtener leña y para actividades metalúrgicas y esto dio lugar a una gran deforestación del entorno. A pesar de ello, el obispo de Urgell tenía derechos sobre la obtención de un diezmo del hierro extraído en Andorra desde el año 860 y el conde de Barcelona poseía todos los derechos sobre las minas de plata y hierro desde 1151 (Bolòs, 2004). Otra de las causas de esta deforestación de los bosques pirenaicos fue el auge de la navegación y por lo tanto de la fabricación de barcos desde el siglo XIII al siglo XVI debido a la expansión económica y militar del reino catalanoaragonés por el Mediterráneo hasta Turquía (González González de Linares, 1999). En este periodo, y sobre todo en el siglo XIV, antes de la peste negra, Puigcerdà realizó en este ámbito una importante actividad comercial. Se trataba de una importante zona de producción y redistribución. Este hecho estaría

relacionado con la intención del monarca Alfonso I en estabilizar la zona y controlar la frontera con el Ariège (Bosom *et al.*, 1993-1994).

En los siglos XVI y XVII la presión antrópica aumenta aún más sobre los bosques de montaña, según los estudios arqueobotánicos realizados tanto en los Pirineos occidentales como en los orientales (Vernet, 1997; Ejarque, 2006). Se seguían sufriendo hambrunas y epidemias dos de cada diez años y los precios agrícolas habían subido debido a la importación de productos de las colonias americanas, por lo que la población recurría a las tierras comunales de la montaña, como ya hemos dicho. La madera de la montaña se explotaba para la construcción de casas y como energía doméstica. Catalunya sufría una crisis de sus mercados en el siglo XVII y muchos ganados disminuyeron en número en este siglo (Llovera *et al.*, 1997). Sin embargo, es en este periodo 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 la misma. Existe muy poca información documental sobre las carboneras al contrario que sobre las fraguas con la que se relacionan. La fragua más antigua documentada en Andorra en el siglo XI (Sancho, 2000), pero el uso del carbón vegetal está documentado por primera vez en esta misma zona en el siglo XIV.

La **farga o fragua catalana**, cuyo inicio se sitúa en época moderna (s. XVI), fue uno de los mecanismos que más éxito tuvo durante 400 años porque con este sistema se obtenía el hierro de manera directa constituyendo uno de los inicios de la transformación capitalista de la producción en los Pirineos. Las minas de hierro de los Pirineos, como por ejemplo los de Vicdessos en los Pirineos del Ariège, hasta época moderna casi desconocidas, comenzaron a tener una gran importancia en este periodo.

En una fragua trabajaban dos grupos: los obreros especializados que trabajaban en la elaboración del hierro bruto y en el acabado de piezas semifabricadas, y los jornaleros que intervenían en labores complementarias. Sobre estos dos grupos se encontraba el encargado de la gestión administrativa diaria. Era el que establecía la relación entre el propietario de la fragua y los trabajadores pero no tomaba parte en la producción. Las responsabilidades de este encargado eran la de formar la brigada de obreros de la fragua con la ayuda de los maestros de la misma, la de contratar mineros y carboneros, vigilar que los trabajadores respetasen las normas, servir los víveres necesarios a la brigada,

vender el hierro a los clientes que fuesen directamente a la fragua, llevar los libros de cuentas diarios y anotar las despensas de funcionamiento y abastecimiento de la fragua. Al final de la campaña debía presentar las cuentas al propietario o al arrendador del establecimiento para hacer un balance del año de producción (Codina *et al.*, 2001).

En el Alt Urgell, la industria de las fraguas se documenta por primera vez en el siglo XV. Se trata de 7 documentos procedentes del Archivo Capitular de Urgell que tratan sobre diversos aspectos relacionados con la actividad de las fraguas. Seis de ellas hacen referencia a las fraguas de Tuixén y una a un establecimiento de las mismas características en el valle de la Vansa. El promotor y propietario de las fraguas será el capitular de la catedral de la Seu de Urgell y también el señor jurisdiccional de Tuixén y el valle de la Vansa. Dichos documentos se sitúan en un marco cronológico que discurre entre 1494 y 1518 (Gascón, 2007). En los capítulos de 1494 establecidos entre el canónigo de la Seu d'Urgell y Johango, se habla de establecer una fragua cerca de la ribera de Tuixén que, además de como fragua, funcionará como herrería para la fabricación de herramientas y útiles con molde. Asimismo, en un capítulo entre el canónigo de la Seu d'Urgell y Arnau Tros, maestro de la fragua, se establece la construcción de una fragua en el término de la Vansa. Se acuerda el uso exclusivo a Arnau Tros de hipotéticas futuras fraguas en este término (Gascón, 2007). Ambos documentos establecen el derecho a explotar el bosque de su término libremente para fabricar el carbón. Los dos documentos están relacionados con el permiso concedido por el regidor general de Catalunya al capitular de la catedral de la Seu de Urgell para establecer fraguas de hierro en ambos emplazamientos. Este permiso coincide además con el establecimiento de otra fragua en Montellà situado también en la jurisdicción de la iglesia de Urgell. Esta puesta en valor de los yacimientos de mineral de hierro por parte de la corporación eclesiástica dará lugar a unas condiciones muy ventajosas para los trabajadores relacionados con la producción del hierro. Se sabe que en el valle de la Vansa no hubo fraguas anteriores a los mencionados en estos documentos y en el valle de Tuixén no se sabe con seguridad aunque no se ha documentado ninguna anterior. En 1628, la fragua del valle de la Vansa interrumpe su actividad por falta de mineral aunque no se sabe si es un cese definitivo. El destino del hierro, de la fragua de Tuixén al menos, era la villa de Solsona. De los seis trabajadores documentados, cuatro son extranjeros. A finales del s. XV, el trabajo de la fragua requería una especialización que

no existía en Urgellet o las comarcas vecinas. Por motivos de proximidad geográfica, política, social y económica estos profesionales vendrían del Ariège (Gascón, 2007).

En 1619 en Andorra están documentadas tres fraguas, la fragua de Vilaró, la de Serrat y la de Puntal, las tres situadas en la comunidad de Ordino (Mas Canalís, 1995). La primera fragua de la que se tiene referencia documental es la fragua de Puntal que se situaba al norte de la parroquia de Ordino. Fue construida en 1619 por el ganadero Guillem Areny, el ganadero más importante de Andorra y el propietario de la casa Rosell de Ordino. La fragua de Serrat situada un poco más al sur pertenecía a los mismos dueños. Estas fraguas se situaban cerca de la frontera francesa, porque en los inicios su hierro era destinado a este país. Funcionaban de junio a noviembre porque las minas se encontraban a gran altitud y contrataban sobre todo trabajadores de origen francés. El mineral se extraía de las cercanas minas de Ransol. Se situaban a 2.700 m. de altitud y eran de propiedad común. El carbón se extraía del valle de Rialb. Al igual que en la Sierra del Cadí, los carboneros que trabajaban en estas fraguas eran también franceses. Entre 1650 y 1660, estas fraguas cesaron su producción debido a la crisis de los flujos comerciales.

Sin embargo, la familia Ordino volvió a construir otra fragua, la de Ordino. Ésta se convertiría en una de las fraguas más importantes de Andorra. Con el tiempo, se construirían cada vez más fraguas (Mas Canalís, 1995). A finales del siglo XVIII, había 20 fraguas en activo en los Pirineos Catalanes (Codina, 2004).

En 1700 se construyó la fragua de Bixesarri por Antoni Guillermo i Morer que además compró los bosques del municipio de Sant Julià y que no permaneció abierta más allá del año 1703.

En la parroquia de Canillo se construyeron dos fraguas a principios del siglo XVIII, una privada y otra de propiedad común. La fragua privada se llamaba Envalira y fue construida por el ganadero Joan Antoni Torres. Éste obtuvo la cesión de los bosques situados cerca de la fragua y explotó libremente las minas de Ransol. A finales del siglo XVIII, la fragua seguía funcionando. En 1724, en la misma comuna de Canillo, se construyó la fragua Nova que se podía arrendar y que duró hasta 1763.

La fragua de Andorra o de les Caldes se situaba en el valle del Madriu a 1.930 m. de altitud, bastante alejada de los núcleos de población. También se trabajaba en periodo estival. Fue construida en 1732 con la autorización de Andorra. Obtuvo además el

bosque de Estall Serrer para proveerse de carbón. En el contrato que se firmó estipulaba que la fragua duraría hasta que se terminase la madera de este bosque. Una vez agotada, la fragua pasaría a ser propiedad andorrana, hecho que ocurrió en la década de 1770. A partir de este momento, la fragua pasó a ser propiedad comunal y fue arrendada a particulares. Dicho arrendamiento incluía el derecho de explotación de las minas de Ransol. Pero debido a la Revolución Francesa y los conflictos de Francia con España, el precio de este arrendamiento bajó. Aunque después del conflicto los precios se recuperaron, en 1810 los precios volvieron a bajar y la fragua tuvo que cerrar en los años 1830 (Mas Canalís, 1995).

La fragua de Picart o Encamp fue construida en la segunda mitad del siglo XVIII y los propietarios eran Areny d'Ordino y los Picart que trabajaban media temporada cada uno, hasta que fue cerrada en 1856. La fragua de Moles funcionó entre 1770 y 1861 y aunque se situó en territorio catalán, el dueño era andorrano. La fragua de Aós comenzó siendo explotada por el catalán Valentí Planes d'Arcavell que la había alquilado en 1815 pero pasó a manos de una sociedad andorrana formada por Antoni Mestre Molines, Francesc Duran Guillemo y Severino Ribà. La fragua funcionó hasta 1858 (Mas Canalís, 1995).

Una de las últimas fraguas que funcionó fue la de Rosell, que se construyó en la década de 1840. La crisis de la metalurgia tradicional ya había comenzado pero funcionó hasta 1885 debido al aumento de la demanda por el cierre de las demás fraguas. Desde los años setenta sin embargo, sólo abastecía un mercado local a donde no llegaba el hierro de importación (Mas Canalís, 1995).

El hierro producido en las fraguas pirenaicas se vendía en ambas vertientes de los Pirineos, pero el 95% del hierro producido se exportaba a pueblos catalanes, sobre todo a Cardona, Igualada, Guissona, Vic, Balaguer y la Seu d'Urgell (Mas Canalís, 1995). Esta actividad requería la obtención de una licencia para la explotación mineral del hierro.

La obtención de hierro mediante la fragua, tan importante en el siglo XVIII, terminó entre 1850 y 1880 al no poder competir con los altos hornos que eran mucho más rentables económicamente y capaces de producir más volumen de hierro (Esteban, 2003). El método con el que no pudo competir la fragua catalana fue el de *Bessemer & Thomas*, que fue inventado en 1855. Bessemer empezó con la transformación del hierro

colado en acero, soplando aire frío dentro del hierro. Thomas perfeccionó el método en 1866 con la técnica del *convertidor* (Mateu i Subirà, 2004). En el mercado de Osona el hierro andorrano no pudo competir con el hierro malagueño (Codina, 2004). Fue una actividad que duró poco tiempo porque en el siglo XII se construyen las primeras fraguas a la catalana y en 1884 se cerró la última fragua catalana y la alta montaña pasó a ser dominio de los pastores. Las fraguas a la catalana marcaron el espacio montano de los Pirineos. Las ruedas hidráulicas fueron reutilizadas para serradoras, fábricas textiles o pequeñas centrales hidroeléctricas que aún hoy funcionan.

Relacionado principalmente con esta actividad de las fraguas, se encuentran las **carboneras**. La actividad carbonera se documenta por primera vez en época romana. Teofrasto ya habla de esta actividad en el año 250 a.C. en su libro *Historia de las Plantas* como también lo hace Plinio el Viejo 200 años después en su obra *Historia Natural*. Teofrasto cuenta que los leñadores buscaban y cortaban ramas para hacer carbón. Las ramas debían ser lisas y ligeras porque de esta forma se podían apilar de forma más recta y conveniente para hacer carbón. Una vez cubierta la pila, se enciende el fuego y se le pinchan los costados a la pila (extraído de Ramos i Riera, 2002: 166). Asimismo, Marco Porcio Catón (234-149 a.C.) escribe en *Agrícola*: “Si no puedes vender la leña, ni tienes piedra con el que cocer la cal, de los troncos haz carbón” (extraído de Gutiérrez i Perearnau, 1996: 13) La forma de fabricación de carboneras no cambiará a lo largo de la historia. Incluso actualmente todavía quedan algunos carboneros que fabrican carbón de la misma manera. Como ya hemos dicho, a pesar de que este carbón se utilizaría de varias formas, una de las funciones sería su relación con la actividad metalúrgica ya desde época romana. Se localizaron escorias en carboneras de estas cronologías en el bosque de Virós en la Vallferrera (Pèlachs, 2004). Pero es en época moderna cuando la actividad carbonera se intensifica de manera importante y las carboneras comienzan a arder para surtir a las fraguas catalanas.

En primer lugar, los propietarios de las fraguas debían observar la existencia de suministros de carbón que les quedaba en la fragua y el consumo de esta materia prima que se preveía para la campaña de elaboración del hierro para el año siguiente. De hecho, cuando los textos que tratan sobre la actividad de las fraguas hablan de las carboneras, no se refieren a las carboneras cuya función es hacer carbón, sino a las carboneras de almacenaje, acumulaciones de carbón que se suele situar al lado de la fragua (Codina *et al.*, 2001). Si creían necesario, compraban el derecho a explotar

bosques nuevos que normalmente eran comunales. La adquisición de nuevos bosques se llevaba a cabo en los meses de abril y mayo para que la actividad de carboneo se pudiera llevar a cabo a finales de mayo. Para elegir el bosque, los representantes de los dueños solían ir acompañados por el carbonero y el administrador de la fragua. Una vez conocida la localización y la orografía de los bosques, se decidía el número y medida de las *cabanadas*. Las *cabanadas* eran la parte del bosque que se explotaba y donde se localizaban las pilas carboneras, normalmente entre 17 y 39 pilas. Las carboneras se construían cerca de bosques y habitualmente de puntos de agua próximos. El carbonero podía fabricar varias carboneras y vigilar las diferentes cocciones a la vez. Aunque el número y la medida real de las pilas se elegía por el propio carbonero (Codina *et al.*, 2001). La distancia de una carbonera a otra también dependería de la orografía del lugar y otros factores como la disponibilidad de espacio, pero en la zona central de los Pirineos se observó una distancia media de 48 m. entre carbonera y carbonera (Pèlachs, 2004), mientras que en los Pirineos occidentales se observaron carboneras a 1,5 m. de distancia una de la otra (Izard, 1995).

En la carbonera participaban unos 10 carboneros, pero sólo 2 o 3 fabricaban el carbón. El resto se dedicaba a talar árboles y transportar la madera hasta la plaza. Los carboneros debían seguir una serie de normas para que la masa forestal que explotaban pudiera regenerarse. Estas normas eran no prender fuego al bosque para limpiarlo, respetar un diámetro mínimo de árboles para talar (estaba prohibida la tala de árboles que tuvieran menos de 10 cm. de diámetro en la copa) y dejar algunos árboles gruesos. En Andorra, sin embargo, estas normas no se cumplían. No se tenían en cuenta el diámetro de los árboles. Además, el mismo bosque se volvía a explotar antes de que hubiera tenido tiempo de regenerarse (Codina *et al.*, 2001).

En cuanto al carbón que se comercializaría, se prefería el de mayor tamaño. Se rechazaba el carboncillo y el cisco, que son pequeños trozos, más ligeros y que arden peor, además de tener menos poder calorífico (Zamora, 1996; Abella, 1998). La fragua, para obtener 8 toneladas de hierro al mes, consumía 50 toneladas de carbón. De hecho, el 50% de los gastos de las fraguas se dedicaba a comprar carbón (Gutiérrez i Perearnau, 1996).

En lo que se refiere al salario que obtenían los carboneros, la fragua se hacía cargo de toda la logística, pero las dietas se pagaban con el salario de los propios carboneros.

También se costeaban ellos mismos la construcción de las cabañas o de los caminos que iban desde el lugar de la tala hasta la plaza carbonera. El sueldo del carbonero se basaba en una cuarta parte en la tala de árboles, otro cuarto en el transporte de la madera hasta la plaza y la mitad restante en el montaje de las pilas y cocción. A la hora de pagar, la materia prima era contabilizada dos veces: una en el bosque y la otra, una vez había llegado a la fragua. La primera servía para establecer el balance de la tala con el propietario del bosque y la segunda para no pagar más de la cuenta al carbonero, porque siempre se perdía algo en el transporte. El precio final del carbón se desglosaba en el derecho de bosque (28,5%), en el transporte (47,25%) y carboneros (24,25%) (Estos datos pertenecen a los precios establecidos en Andorra entre los siglos XVIII y XIX) (Codina *et al.*, 2001).

La mayor actividad de las fraguas se produce sobre todo entre los siglos XV y XIX porque en los siglos XIX y XX, los altos hornos que trabajan con carbón mineral sustituyen a las tradicionales fraguas catalanas como ya hemos comentado. Pero aunque la actividad de la fragua cesa, la fabricación de carbón continuará siendo importante. Esto es así sobre todo durante la Guerra Civil española al no llegar a España el carbón mineral inglés y debido también a la crisis industrial del gas. Se usaba incluso como combustible para vehículos de motor. Al finalizar la guerra, el auge de otras energías alternativas y la competencia del carbón extranjero más barato, harán que la actividad carbonera entre en crisis hacia la década de los sesenta. Además, se abren las pistas forestales y los caminos son más accesibles, pudiendo acceder a lugares antes impensables. Por eso ya no hace falta reducir el peso de la madera con el carboneo y se prefiere disponer de madera directamente. También es en esta década cuando cambian los modos de vida tradicionales con la industrialización (Gutiérrez i Perearnau, 1996).

En época moderna, en la Península Ibérica y en toda Europa en general, durante los siglos XVII, XVIII y XIX, se incrementarían los asentamientos sedentarios y actividades rurales sin importar lo marginal que fuera la zona escogida debido a la expansión demográfica y económica. Aumentaron las actividades agropastoriles, la actividad metalúrgica, que significaría un aumento del número significativo de fraguas y carboneras, así como el comercio de la madera. La madera, además, se sobreexplotaría para la construcción naval y también para obtener carbón para las fraguas preindustriales. Todavía no se había introducido el carbón mineral en la Península Ibérica ya utilizado por los ingleses desde el siglo XVI, como hemos dicho. La madera

también estaría dirigida a la construcción de núcleos urbanos del litoral y prelitoral catalanes.

2.7. Época Contemporánea

La organización socioeconómica en la época contemporánea, a diferencia de periodos anteriores, se basaría en una economía que pretendía la obtención de beneficios económicos individuales (Esteban, 2003). Todas las actividades que causaron grandes deforestaciones en periodos anteriores darían lugar a varias catástrofes con el empeoramiento climático del siglo XIX pues, con las lluvias, las pendientes deforestadas no aguantarían y la tierra sería arrastrada en pendiente. Es en este siglo también cuando cayó la fragua catalana.

En la segunda mitad del 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. Además, la intensa deforestación que habían sufrido los bosques de alta montaña dio lugar al cierre de las fraguas y, por lo tanto, a la explotación intensiva de la madera y construcción de carboneras. En la actualidad, al disminuir el pastoreo y las actividades metalúrgicas en alta montaña, el bosque se está regenerando, llegando el pino negro hasta los 2.400 m. de altitud. Actualmente, el oficio de pastor está en extinción, porque los pastizales son muy caros de alquilar. Además hay pocos pastores y cobran altos sueldos estando poco cualificados. El traslado del ganado ahora se realiza en camión o en tren en lugar de andando y esto también resulta muy caro (Grande Ibarra, 1997). Desde principios del siglo XX, y sobre todo desde la Guerra Civil española (1936-39), la ganadería ovina ha disminuido de forma notoria a favor de la bovina, debido a que ha aumentado la demanda de carne y a las inconveniencias mencionadas que supone poder llevar a cabo la actividad transhumante (Solé, 1964).

En cuanto al carboneo, una actividad que también está en decadencia y abandono, hoy en día se sigue fabricando carbón e incluso quedan carboneros, como hemos podido documentar en nuestro trabajo a través de ejemplos etnográficos de diferentes lugares tanto españoles como del sur de Francia. Sin embargo, su demanda es puntual y proviene mayoritariamente de negocios familiares como restaurantes y otros particulares. Actualmente el carbón activo debido a su poder para absorber ciertas

sustancias, también se utiliza para purificar el agua o como catalizador en las industrias farmacéuticas e incluso militares.

2.8. Actividades económicas en la 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 hemos comprendido las sociedades que llevaban a cabo dichos trabajos.

2.8.1. 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 pero que se hace evidente en el siglo XII, pero sobre todo en época moderna, con una actividad transhumante bien establecida y organizada.

Durante el periodo veraniego, el ganado se desplaza a las cumbres. A parte 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 pade durante el día (Violant i Simorra, 1986).

Las **estructuras con función ganadera** solían situarse normalmente en llanos de altura donde abundan los pastos. Aunque también podían localizarse en pendiente al pie de la montaña, en zonas de rupturas de pendiente aprovechando las piedras de tarteras 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 relacionados con el pastoreo de alta montaña.

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, 2003a). En la Península Ibérica, aparte de en Catalunya, se han identificado este tipo de conjuntos 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; Rendu, 2003a) y tampoco se han localizado. Esto se debe a que la explotación de la leche cesa y 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 de prisa 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 para hacer de paraviento y convertir la estructura en una construcción más estable (Rendu, 1998). Las cabañas no adosadas a ningún abrigo pueden ser de planta circular o cuadrada, siendo éstas últimas 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 2.4.). Ésta 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, 2003c).



Figura 2.4. 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 estanterías. 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 a 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 donde los pastores fabrican queso y actúa como refugio de invierno, el *orri*. No se trata del conjunto de estructuras que hemos descrito antes sino 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 la misma, 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, 1995b). En Andorra, la fabricación de queso no fue significativa, pero muchas veces sirvió para pagar el alquiler de los pastos durante el verano.

Las *muniyidores* 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 *muniyidores* en Maura y Padrilla (Pirineos Orientales) entre 2.200 y 2.600 m. de altitud (Davasse *et al.*, 1997). En el valle del Madriu se han documentado *muniyidores* del siglo XIV (Palet, 2007a). Estaban construidas 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, 2005a; Segard, 2005).

Por otro lado se encuentran las *pletas*. Este conjunto de estructuras estaba formado por una cabaña y una *pleta*, ésta última, una estructura rectangular de 5 m. de cada lado y 1 m. de alto. Las *pletas* podían estar o no asociados a *orris*. Este tipo de estructuras estaban fabricados en material perecedero, porque tenían una duración limitada. Se relacionaban con situaciones particulares, como con 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 siguiente imagen 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 (Figura 2.5.).



Figura 2.5. Muro construido contra el ataque de lobos (Cinc Torres; Castelló) (Foto: A. Solé)

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

2.8.2. Actividad minero metalúrgica

El proceso de obtención del hierro y su transformación implica varias fases. En nuestras estructuras, hemos documentado, relacionados con esta actividad, restos de estructuras de época tardoromana y medieval. Los **hornos de época romana** estudiados en este trabajo, como ya veremos, no podemos asegurar que hubieran estado relacionados con el trabajo del hierro, pero debido a que en el Solsonés se han encontrado estructuras similares a las documentadas en el yacimiento de Goleró, vamos a proceder a explicar una de las posibles funciones de este tipo de hornos.

Para la extracción del mineral de hierro, las minas suelen ser fáciles de identificar porque muchas veces podemos observar el mineral oxidado en superficie, lo que permite su 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 aquellas 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 con 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 del mismo. El tostado de los minerales que se explotaban en la antigüedad, es decir, aquellos encontrados en superficie, no es necesario. El proceso de selección, triturado y lavado, ya mencionados, son suficientes para poder 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, obteniendo de este modo 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 1200 °C). Una vez finalizado este proceso, algunos hornos eran destruidos siendo los restos

de estas estructuras y las escorias 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 Baisca del Llavorsí, en el Pallars Sobirà, se documentaron dos hornos muy similares morfológicamente a los del Goleró y fueron datados por ^{14}C entre el siglo II a.C. y s. III d.C. (Forés Gómez *et al.*, 2002; Crespo *et al.*, e.p.). Al igual que en el horno ES 43, en éstos se observaron negativos de plantas, que provendrían de las plantas que se colocaron en el interior del horno para facilitar el desprendimiento de la escoria de la pared (Fóres Gómez *et al.*, 2002). En la ES 43 se recuperaron negativos de agujas de coníferas, posiblemente de enebro. También se han documentado este tipo de hornos, datados entre el siglo III y VIII d.C., en la Vallferrera (Crespo *et al.*, e.p.) 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 Viròs (Pèlachs, 2004).

El hecho de que los hornos de 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 con 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 facilitaría el transporte del mineral ya listo (Morell, 2006).

Para convertir el mineral en metal, hay que llevar a cabo la reducción del mismo. 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.

Además de en Catalunya, este mismo sistema se utilizó también en el Rosselló, Ariège, Béarn, Alto Aragón y en el País Vasco. Uno de estos ejemplos vascos son las fraguas de Agorregi (Aia, Gipuzkoa) (Urteaga *et al.*, 2000). Los otros procesos coetáneos y no directos eran de menor calidad porque obtenía hierro colado que se rompía fácilmente y había que refinar. La fusión del hierro como metal se consigue a 1536 °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 doble al de la madera y permite llegar a los 900 °C, y con una ventilación adecuada se podía llegar a los 1200° 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 estaría cubierto por capas de carbón y el proceso se llevaría a cabo en un ambiente reductor. De este proceso se obtendría una gran cantidad de escorias de mineral.

La fragua necesita sobre todo dos materias primas principales: el agua para conseguir fuerza motriz y el carbón para conseguir altas temperaturas. Debido a que es indispensable el 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 del mismo. 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 *tovera* y de aquí al horno.

Otra de las materias primas 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 (Figura 2.6. y Figura 2.7.). El interior del horno, construido con piedras de río y un revestimiento calizo, tenía una forma tronco-piramidal 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 *tovera*. Encima de estos carbones se colocaba un molde cilíndrico hecho de plancha de hierro. El exterior del molde se llenaba de carbón, 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 disocia y en reacción con el carbón vegetal (C) se producían las reacciones químicas $O^2 + 2C = 2CO^2$ y $C + FeO = Fe + CO^2$, creando así el hierro puro rodeado de escorias.

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).

2.8.3. Actividad carbonera

En las carboneras el proceso principal es la **carbonización** de la leña, que es un proceso de pirolisis o descomposición térmica de la madera (Figura 2.8.). Cuando aplicamos una temperatura de entre 0 y 170 °C a la madera, ésta pierde la humedad de su parte superficial liberando dióxido de carbono y agua en forma de vapor. Cuando esta temperatura asciende 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, perdiendo de este modo un 35% de su peso total. Al subir la temperatura entre 270 y 500 °C, se inicia un proceso activo de pirolisis, produciéndose así una reacción exotérmica elevándose 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 lignina que contiene la madera. El oxígeno y el hidrógeno se combinan por separado con el carbono formando compuestos gaseosos, líquidos y sólidos, principalmente metanos. Cuando la temperatura asciende entre 500 y 700 °C, el hidrógeno es expulsado y la lignina se descompone provocando un enriquecimiento parcial en carbón (Fabre, 1996).

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

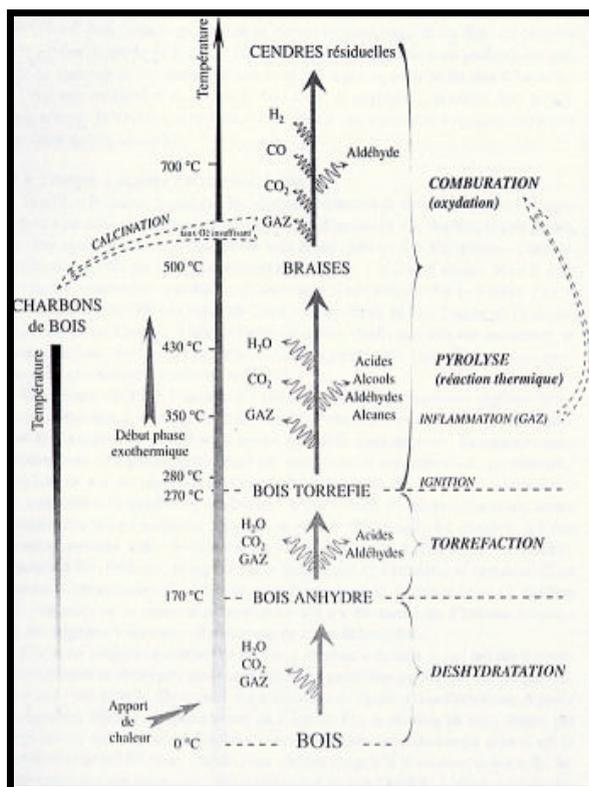


Figura 2.8. Proceso de carbonización (Chabal *et al.*, 1999: 52)

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 porcentaje de carbono. Contiene porcentajes mínimos de hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Cuanto a mayor calor 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 en el caso de la encina, conseguiremos un carbón de gran poder calorífico. Sin embargo, en el caso de especies más ligeras y 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 pirolisis 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 agua que contiene la madera 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 al 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 a la de la madera. Otra ventaja del carbón frente a la madera es que pesa un 80% menos que la madera y no produce humo, polvo ni olor como la madera. 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 debe al lugar de construcción de las **carboneras**, éste 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 permitiría 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 permite obtener un producto de mejor calidad (Izard, 1992b). El emplazamiento de una carbonera debía ser llano, seco, abrigado de los vientos y que no sufriera 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 permitiría 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 necesitarían 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 haría la función de chimenea. Este túmulo, además de chimenea, dispondría de pequeños respiraderos dispuestos por toda la pila que formarían corrientes de aire. El diámetro de la pila podía llegar a tener desde 6 a 10 m. Para terminar, en la superficie del túmulo se colocarían 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 primeros troncos más próximos a la chimenea prendían, se tapaba el agujero de la misma 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 cm. de largo y cerca de 20 cm. 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. 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 iría quitando con una pala y se iría extendiendo, y allí donde todavía hubiera fuego se cubriría 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 éstas 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 disponían una pared de piedra seca y entre ésta y la *biga cerradera* se dejaba un hueco que haría 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).



3. Contexto biogeográfico y paleoclimático de las regiones estudiadas

3. Contexto biogeográfico y paleoclimático de las regiones estudiadas

Los Pirineos es una sierra que se extiende desde el Cap de Creus hasta el Golfo de Bizkaia a lo largo de 440 km. Las mayores altitudes corresponden a la montaña de Aneto (3.404 m) y Posets (3.375 m) situados 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 m. de altitud. Estos modelados ocurrieron sobre todo durante el Würm y las fluctuaciones frías del Tardiglacial, entre 12000 y 10000 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, centrales y orientales. Asimismo, hay tres sectores paralelos con orientación este-oeste. Son la región pirenaica-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 los 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 2500 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 m. de altitud en solana y entre 1.100 y 1.300 m. de altitud en umbría. En este piso domina la vegetación submediterránea con especies como el pino albar, pino salgareño, robles, boj, etc.

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

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 m. 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 m. 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 m.

de altitud. Este tipo de pinar está presente en la sierra del Cadí, en el Pallars y en el macizo de Aigües Tortes 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 de 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 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 los 1.600 y 1.800 m. de altitud pudiendo oscilar entre los 1.400 y 2.000 m. de altitud. El límite altitudinal superior se localiza entre los 2.000 y 2.300 m. y coincide con el límite superior del bosque (*timberline*). Estos límites se encuentran a cotas inferiores si la vertiente está orientada al norte y pueden ascender unos 200 m., 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 el dominio 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 3 y 6 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 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, provocando 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 micro-organismos 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 boreo-alpinas, 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 silíceos. Debido al sustrato 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 pulsatillo (*Pulsatillo fontqueri-Pinetum uncinatae*) abarca las zonas de sombra calizas subalpinas. 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 silíceos. 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 *Rhododendro ferrugineum*. Sus brotes se forman al final del verano y son especialmente sensibles a las heladas, buscando 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, alcanzando 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 integerrimus*) y diferentes especies del género *Sorbus*.

Actualmente, en el valle de Madriu podemos observar la presencia algunos arbustos de del serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*), que suele aparecer en los claros de los pinares y puede llegar a ascender hasta los 2.300 m. de altitud. También



forma parte de estas asociaciones el abedul (*Betula pubescens*) (Figura 3.1.)

Figura 3.1. Pinar de alta montaña de pino negro y abedul (Bosc dels Estanyons)

Este piso es muy vulnerable a la acción antrópica debido a las duras condiciones que ofrece el medioambiente. Por eso, muchos bosques de este piso se han convertido en pastos, matorrales, 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 los 2.200 y 2.300 m. 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 al 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 tarteras 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 la altitud, pendiente, exposición o 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 porque los vientos húmedos que provienen del Atlántico. La vertiente meridional en cambio es más seca y soleada y con una mediterraneidad más acusada. La temperatura media anual, se sitúa entre los 13 °C de la Seu d'Urgell (690 m) y 6,2 °C de la Molina (1.711 m). En Tosa d'Alp (2.530 m) la media anual es de 1,7 °C (Vigo *et al.*, 2003).

En 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 del Vulturó, con 2.648 m. de altitud. La vertiente norte de esta sierra es muy abrupta, mientras que la vertiente sur es más suave con 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 con menos barrancos. De este modo, la alineación Cadí-Moixeró-Tosa 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 sólo se encuentran donde el sustrato geológico es silíceo o donde éste 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).

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 Llobregat-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 corresponde a un bosque calcífolo que se localiza entre (1.000) 1.200 y 1.650 (1.900) m. 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 sea caliza, su presencia es posible gracias a que la elevada pluviosidad que da lugar a una acidificación del suelo. El abeto puede ascender hasta los 2.000 m. de altitud y entrar en contacto con el pino negro, creando una formación mixta o de transición, como es el caso del sector de Cernerres, situado en una vertiente de umbría entre 1.650 y 1.800 m. 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 Cernerres, el boj, que corresponde al piso montano, puede ascender hasta entrar en contacto con el piso subalpino, uniéndose 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 éstas 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 Engolasteis (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'Inгла o Planells de l'Estall Serrer. En cuanto a la vertiente septentrional, se trata de una zona muy abrupta, con una gran cantidad de tarteras y roquedales.

Como ya hemos dicho, la forma de estos paisajes se debe sobre todo a procesos de modelado glaciar y periglacial. Durante el pleistoceno, desde el Würm hasta el Tardiglacial, 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 se produjo el proceso de 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 dando lugar a las áreas de Pla de l'Inгла u Orris de Setut. Por otro lado, se produjeron conos de deyección debido a

la acumulación de sedimentos formando la zona de Perafita, Planells de l'Estall Serrer u Orris de Setut (Mases *et al.*, 2005) (Figura 3.2.).

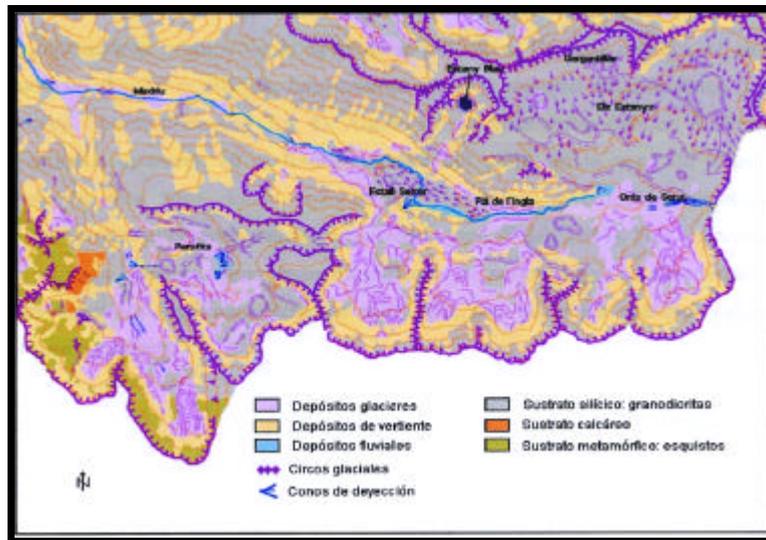


Figura 3.2. Geomorfología y litología del valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra). Mapa Geomorfológico de Andorra 1:50.000 (CRECIT)

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 subboreal. 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 sustratos de granitos o esquisto, predominan las formaciones vegetales acidófilas. Sólo 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*).

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*), roble pubescente (*Quercus humilis*), 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 m., en 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 dejando amplias zonas desarboladas. Encontramos sobretudo 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 sobre-excavadas por los glaciares y abundantes turberas. En este nivel, la presencia de amplios orados y la disponibilidad de agua, permitió 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 los 2.000 y 2.600 m. 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 Bosc dels 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 puede 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 Bosc del Estanyons, el abedul aparece en compañía del pino negro (*Pinus uncinata*) y el enebro rastrero (*Juniperus communis* subsp. *alpina*). Este tipo de formaciones sólo 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 hace que pueda actuar como especie colonizadora de espacios abiertos. En un medioambiente 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 del mismo 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 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).

3.3. Contexto paleoclimático desde el Neolítico hasta la actualidad

En el marco cronológico que corresponde a este estudio (Neolítico Antiguo-Época Moderna) suceden varios ciclos climáticos que causan cambios en la vegetación y que muchas veces son respuestas a mayores cambios climáticos que ocurren a nivel mundial o europeo. Estos cambios climáticos se advierten sobre todo a través de análisis de niveles de agua de los lagos y análisis polínicos de sedimentos naturales (Jalut *et al.*, 1997 y 2000; Riera *et al.*, 2004; González-Sampériz *et al.*, 2006; Riera, 2006; Magny *et al.*, 2007). En nuestra área de estudio disponemos, de momento, únicamente disponemos de dos análisis polínicos de una turbera y un lago del valle del Madriu (Andorra) (Ejarque, 2006; Miras *et al.*, 2007).

En el Mediterráneo occidental, la vegetación mesomediterránea se instala en el VI milenio cal. BP. Domina hasta entonces un clima mediterráneo subhúmedo con el roble como componente principal acompañado de especies como el aliso, el abedul, al sauce, el chopo, el carpe o el haya (Jalut *et al.*, 1997). El clima plenamente mediterráneo se va instalando progresivamente a lo largo del oeste mediterráneo en sentido sur-norte y se instala definitivamente en toda la región entre 5300 y 4200 cal. BP (finales de la fase climática del Atlántico e inicios del Subboreal). Sin embargo, la instalación de condiciones climáticas mediterráneas se inician durante la fase climática Preboreal (10900 cal. BP), en el sureste español, concretamente en la franja que discurre entre

Granada y Alicante (Jalut *et al.*, 2000). Debido a esta mejora climática, en el valle de Madriu se ha observado la expansión del pino y el abedul entre 2.100 y 2.200 metros de altitud hace 11200 BP. Esta expansión ocurre en la vertiente norte de los Pirineos orientales hace 10700 BP (Miras *et al.*, 2007).

3.3.1. Atlántico (7500-4500 cal. BP)

La fase climática del **Atlántico** comienza hace 7500 años BP coincidiendo con la transición Mesolítico-Neolítico. Entre 7300 y 5200 cal. BP el clima es óptimo en toda la Península Ibérica pues las temperaturas medias anuales son suaves y hay un régimen de mayor humedad, probablemente con precipitaciones más importantes en verano (Espejo Serrano, 1997; Miras *et al.*, 2007). Los indicadores no polínicos de la turbera de Bosc dels Estanyons, en Andorra, indican un aumento de humedad entre 7550 y 7250 cal. BP. El abeto asciende en altitud porque la mencionada mayor humedad hace que los límites superiores de los pisos bioclimáticos asciendan (Miras *et al.*, 2007). Es un fenómeno que se produce en todos los Pirineos orientales en general (González-Sampériz *et al.*, 2006). Las condiciones climáticas son más estables que en el anterior periodo Boreal, con una menor oscilación de temperaturas y mayor pluviosidad. En el valle del Madriu, como en toda la Península Ibérica, se observan unas condiciones climáticas óptimas entre 7000 y 6500 cal BP (Julià *et al.*, 2001). La continentalidad del clima es muy baja en esta fase, las temperaturas medias son altas y aumenta la humedad. Por debajo de los 1.400 m., en el extremo oriental de los Pirineos se observa un aumento del abeto y los robles (Jalut, 1977). Entre 5300 y 4200 cal. BP se instala en el oeste Mediterráneo en general una vegetación termomediterránea y mesomediterránea con bosques de encina acompañados de especies como la coscoja, el acebuche, el laurel, el romero o la olivilla (Jalut *et al.*, 2000). Esta mayor aridez está relacionada con la desecación climática que sucede en los subtrópicos del hemisferio norte entre 5750 y 4500 cal. BP, creándose como consecuencia los desiertos modernos del Sahara, Arabia y Thar (Roberts, 2004).

3.3.2. Subboreal (4850-2700 cal. BP)

Entre 4850 y 4800 cal. BP se observa una disminución de las temperaturas estivales que ya anuncian el inicio del periodo Subboreal (Miras *et al.*, 2007). Entre 4000 y 3500 cal. BP se observa una mayor inestabilidad y variabilidad climática en toda la Península Ibérica. A partir de la Edad del Bronce, sin embargo, la variabilidad climática es menor

y se caracteriza por ser un periodo más frío y húmedo (Font Tullot, 1988; Julià *et al.*, 2001). En el valle del Madriu se observa la expansión del haya debido a estas condiciones climáticas y favorecida por las actividades antrópicas (Miras *et al.*, 2007). Los últimos años de este periodo se caracterizan por una mayor pluviosidad en la vertiente mediterránea que dará lugar al inicio del siguiente periodo climático, el Subatlántico.

3.3.3. Subatlántico (2700 cal. BP-1450 d.C.)

El Subatlántico es un periodo más cálido y húmedo y discurre desde 2700 cal. BP. (750 a.C.) hasta 1450 d.C. Este periodo se caracteriza por un aumento de las precipitaciones (Gutiérrez-Elorza y Peña-Moné, 1998). La cobertura vegetal aumenta, así como la disponibilidad de agua, sobre todo en las zonas de alta montaña, en las que el agua se retiene durante más tiempo y nieva más. Los indicadores no polínicos reflejan unas condiciones climáticas más cálidas y suaves en el valle del Madriu entre 3200 y 2140 cal. BP. (Miras *et al.*, 2007). Este episodio también se advierte en un aumento del nivel del agua del lago Accesa (Toscaza, Italia) así como en otros lagos situados en los Alpes (Magny *et al.*, 2007).

A partir de este momento, y de forma gradual, el clima tiende hacia una mayor aridez con un aumento de temperaturas (Jalut *et al.*, 2000). El periodo romano se caracteriza por ser un periodo cálido en los Pirineos. En el valle del Madriu, el análisis polínico del Estany Blau indica en el siglo III d.C. una importante deforestación de los pinares subalpinos y un aumento del sotobosque, sobre todo en la vertiente meridional. Esta deforestación está relacionada sobre todo con una mayor intensidad de las actividades pastoriles que es favorecida por un aumento de las temperaturas (Ejarque, 2006).

Durante la Antigüedad aumentan las lluvias anuales y se producen fenómenos pluviométricos extremos. El periodo que discurre entre los siglos IV y V d.C. se ha denominado **Óptimo Climático de la Antigüedad** (Berger, 2003) Entre el siglo V y VIII d.C., sin embargo, el clima vuelve a ser más frío. En Europa, concretamente en Escandinavia y en los Alpes, avanzan los glaciares (Magny *et al.*, 2007). Entre el 750 y 950 d.C., el clima vuelve a variar y tiende a ser más seco y cálido.

En la Edad Media, entre los siglos VIII y X, el clima es más frío y las heladas tardías de este momento perjudican el crecimiento de los abetales en alta montaña donde se habían expandido en periodos anteriores (Jalut, 1977). En los análisis polínicos del Estany Blau, sin embargo, se observa una reforestación de la vegetación (Ejarque, 2006), aunque en otros estudios polínicos de la alta montaña de los Pirineos como en Sauzet (1.965 m) (Jalut, 1977), en el Estany Buró (1.821 m) y Estany Redó (2.105 m) (Pèlachs, 2004) se han observado indicios de deforestación. Aunque la tendencia general durante este período es el aumento de las precipitaciones, entre los años 820 y 1075 se registra un periodo seco que anuncia el óptimo climático de la Edad Media (Jalut *et al.* 2000).

La mejora climática culmina en los siglos XI y XIII d.C. con el **Segundo Óptimo Climático** durante este mismo periodo Subatlántico. Durante este óptimo se producen grandes contrastes interanuales, aunque en general se trata de un clima más cálido que en periodos anteriores. Entre los siglos XI y XIII las condiciones climáticas son más húmedas, pero a partir del siglo XIII, aproximadamente entre 1220 y 1360 d.C., la tendencia es hacia una mayor aridez (Riera *et al.*, 2004). Durante los siglos XIV y XV, la Europa Meridional en general sufre una mayor actividad ciclónica dando lugar a mayores precipitaciones y los extremismos térmicos son menores. Entre 1442 y 1447 d.C. toda la vertiente mediterránea, y en especial Catalunya, sufre olas de frío del noreste (Font Tullot, 1988). Esto anuncia el periodo frío y húmedo llamado Pequeña Edad del Hielo.

La **Pequeña Edad del Hielo** tiene lugar entre los siglos XV y XIX y se caracteriza por cambios interanuales son muy bruscos (Gutiérrez-Elorza y Peña-Monné, 1998). De hecho, en los registros palinológicos del valle del Ebro, entre 1500 y 1675 d.C. se registra un periodo más húmedo, entre 1675 y 1750 d.C. un periodo seco y cálido y entre 1770 y 1850 d.C. se registran menores temperaturas y más precipitaciones (Riera *et al.*, 2004). Durante la Pequeña Edad del Hielo, la temperatura media baja 1 °C y aumenta mucho la humedad (Figura 3.3.). Según Espejo Serrano (1997) entre los siglos XVI y XVIII, los inviernos resultan muy fríos y los veranos muy calurosos y secos. Esto es resultado de la alternancia de las invasiones de aire frío euroasiáticas y de aire caliente africanos. La formación de los glaciares pirenaicos de este periodo dará lugar a que estas montañas vuelvan a tener el aspecto que habían tenido en épocas anteriores al Holoceno (Mateo y Gómez, 2004).

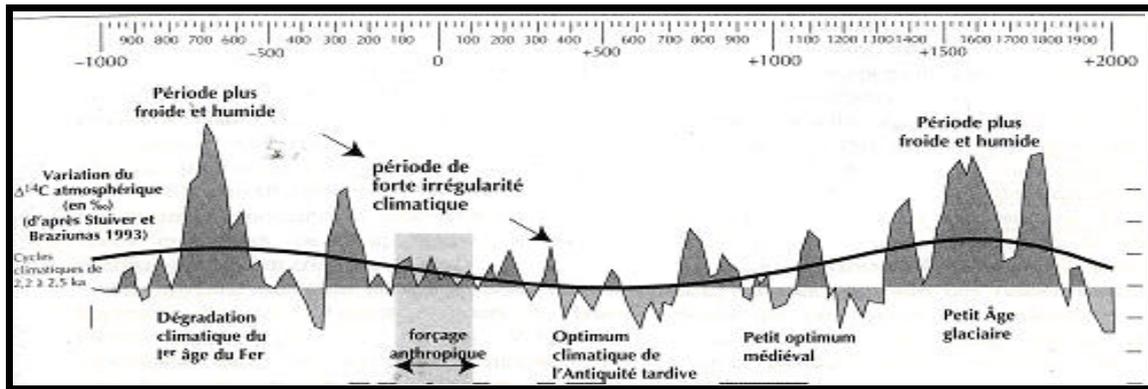
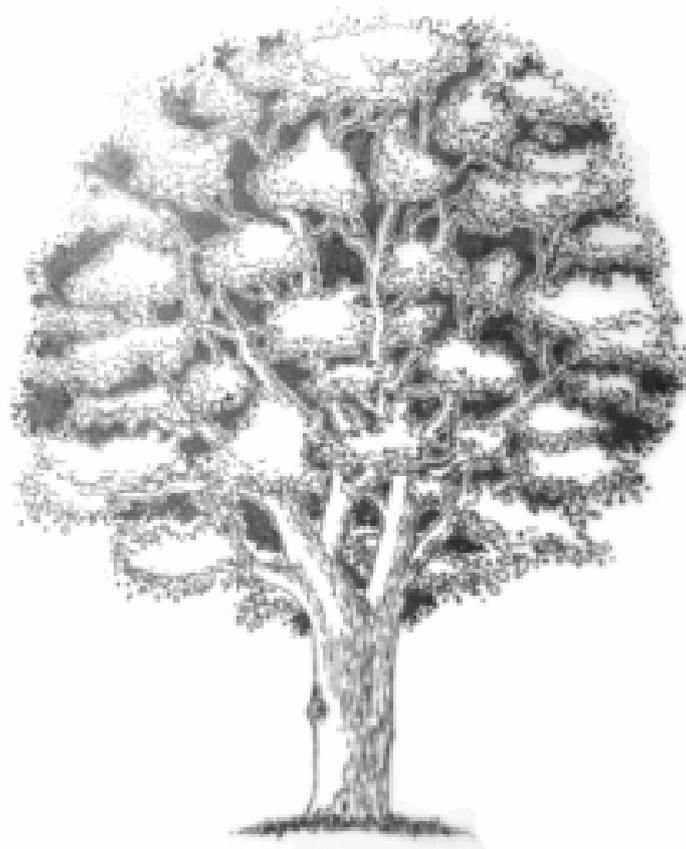


Figura 3.3. Cambios climáticos producidos durante el periodo Subatlántico (Berger, 2003: 164).

Los siglos XVIII y XIX también son muy variables y una parte de la responsabilidad de esta inestabilidad se debe a las numerosas erupciones volcánicas que suceden durante estos siglos, sobre todo entre 1752 y 1845 d.C. Los velos de polvo se mantienen en la estratosfera extendiéndose por todo el planeta y reduciendo así la penetración de los rayos de sol y enfriando la tierra lo suficiente para alterar la circulación general de la atmósfera, dando lugar de este modo a las alteraciones climáticas de estos siglos (Font Tullot, 1988).

A partir de 1850, las temperaturas ascienden y se registran sequías intensas, aunque en la Península Ibérica el inicio de la recuperación térmica se sitúa en la década de los 90 del s. XVIII (Font Tullot, 1988). El pino negro llega a alcanzar los 2.400 m. de altitud en esta época no sólo debido a la mejora climática sino también debido al abandono de la explotación agroganadera de la montaña (Riera *et al.*, 2004).



4. Metodología

4. Metodología

4.1. Historiografía de la antracología

El término antracología proviene etimológicamente de los términos griegos *ántrax-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 G. Passerini y más tarde el suizo O. 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 H. Préjawa en Alemania; P. Dangeard, P. Fliche y H. Breuil en Francia; y F. 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, impregnando 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 E.J. Salisbury, F.W. Jane, H. Godwin y A.G. 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;

Thiébauld, 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, 1999a; 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. Por lo tanto, 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, sólo 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 J.L.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 80, J.L. Vernet dirige varias Tesis Doctorales y es cuando evoluciona la disciplina de manera significativa con antracólogas como E. Badal, E. Bazile-Robert, L. Chabal, A. Durand, I. Figueiral, E. Grau, C. Heinz, I. Krauss-Marguet, C. Machado, M.O. Rodríguez-Ariza, M.T. Ros i Mora, S. Thiébauld y P. Uzquiano. La mayoría de estos trabajos se recogen en el coloquio de 1991 publicados en el volumen 139 del *Butlletín de la Sociéte 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.

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, 1992b; 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 E. Grau, E. Allué, S. Haro Pozo, M.T. Ros i Mora y R. Piqué en Catalunya y A. Durand y L. Fabre en Francia. E. Grau ha realizado varios estudios sobre periodos romano y medieval del levante peninsular (Grau, 1990 y 2002; Pérez Jorda. *et al.*, 2001). Otros trabajos en el levante peninsular son los de S. Haro sobre yacimientos medievales (Haro Pozo, 2001). E. Allué (Allué, 2003a; 2003b; Euba y Allué, 2003), M.T. Ros i Mora (Castanyer y Tremolada, 1999) y R. Piqué (Buxó *et al.*, 2004) han realizado varios trabajos puntuales, sobre todo procedentes de excavaciones de urgencia sobre cronologías romanas y medievales. A. 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 L. 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, como ya hemos comentado anteriormente, los estudios antracológicos en contextos pirenaicos y en alta montaña, así como estudios sobre carboneras, son muy escasos.

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 sedimento 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 éstas 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 varias metodologías de sondeo y muestreo de carboneras. L. Fabre, por ejemplo, excavó las carboneras de los valles de Languedoc dividiendo éstas en 6 cuadrículas de 1 m² que formaban una L, documentando de este modo tanto el centro como la periferia de cada carbonera (Figura 4.1.). Las muestras recogidas en el centro serían las correspondientes a la chimenea y las del exterior de la carbonera pertenecerían a las ramas que utilizaron para cubrir la carbonera. 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 mm. de luz (Fabre, 1996).

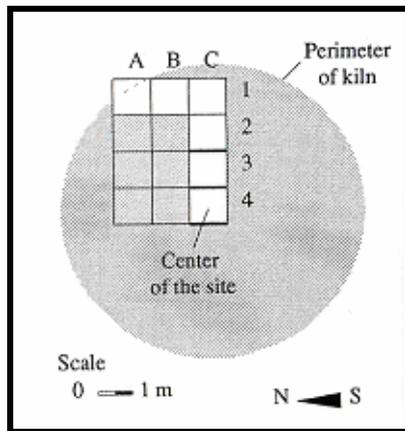


Figura 4.1. Metodología de excavación de una carbonera propuesta por Fabre (1996:52).

B. Davasse, V. Izard, J.-P. Metaillié y A. Pèlachs (Dubois, 1988-90; Davasse y Galop, 1990; Davasse, 1991; Izard, 1992b; 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 m² de sedimento cada 5 cm. excavados hasta llegar a la base de la carbonera.

Los carbones eran recuperados por tamizado con agua con un tamiz de 5mm. de luz. C. 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 3x1 m. Sin embargo, más adelante optó por realizar catas de 50x50 cm. en el punto más profundo (cerca de la chimenea) de las carboneras de las mismas tipologías.

El tipo de sondeo propuesto para las carboneras de este trabajo fue la realización de varios sondeos de 50 x 50 cm. teniendo en cuenta una sectorización en cruz de la misma para tener registrada la procedencia exacta de las muestras espacialmente (Figura 4.2.).

Estos sondeos se realizaron en varios lugares de la estructura, tanto en el centro como en el exterior de la misma. El objetivo era recoger en cada uno de ellos, como mínimo, 4 litros de sedimento cada 10 cm. 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.



Figura 4.2. Carbonera sondeada en el yacimiento de Cernerres (Foto: J.M. Palet).

Normalmente, al acabar de trabajar en una plaza de carbonero y abandonarla, ésta 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 cuantas 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 (ver capítulo 6). 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 4.3.). Ésta 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.



Figura 4.3. Restos de la estructura de chimenea de una carbonera (Yacimiento de Cernerres) (Foto: J.M. Palet).

A la hora de seleccionar dónde se realizarán estos sondeos debemos tener en cuenta varios aspectos. Una pila carbonera pasa de 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 encuentre 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 lugar que vaya en contra de la misma, es posible que no encontremos carbones.

El método de sondeos de 50 x 50 cm. propuesto para las carboneras en este estudio, no se realizó en todas las carboneras. En Cernerres, concretamente, dos carboneras se encontraban cortadas por el camino actual. Se consideró adecuado limpiar el perfil de



Figura 4.4. Sondeo de una carbonera (Yacimiento de Cernerres) (Foto: J.M. Palet).

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 cm. aproximadamente desde el nivel superficial hasta llegar a la base (Figura 4.4.).

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 m. 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



Figura 4.5. Muestreo de carboneras realizado en el camino GR11.

por la menor altitud donde se localizó la primera carbonera (Figura 4.5.). Se realizaron 9 muestreos desde los 1.800 m. de altitud hasta los 2.125 m., 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 de las carboneras. 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 mm. 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.

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 aquellos 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, donde 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 macro-restos 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 interdisciplinarios para recuperar la totalidad de las evidencias que se conserven (Iriarte, 1997; Buxó y Piqué, 2003) y existen algunas que se pueden utilizar en aquellas excavaciones 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 ésta 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 (Figura 4.6. y Figura 4.7.).

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 macro-restos 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).

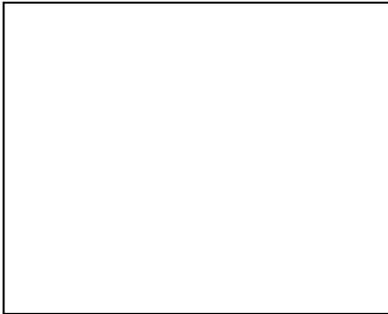
Muestreo				N° de inventario:
				Excavadores:
				Fecha:
	<u>Procedencia de la muestra</u>			
Localización:				
Altitud:	Exposición:			Pendiente:
Yacimiento:		ES:	UE:	Z:
Situación topográfica:	Vertiente rocosa <input type="checkbox"/>	Fondo de valle <input type="checkbox"/>	Aluvial <input type="checkbox"/>	
	Vertiente no rocosa <input type="checkbox"/>	Plano <input type="checkbox"/>		
Medioambiente vegetal:	Prado <input type="checkbox"/>	Monte bajo <input type="checkbox"/>		
	Plantación <input type="checkbox"/>	Vegetación espesa <input type="checkbox"/>		
Composición vegetal:				
Hidrología:	Seco <input type="checkbox"/>	Húmedo <input type="checkbox"/>	Turbera <input type="checkbox"/>	
Estructuras antrópicas del entorno:	Estructura pastoril <input type="checkbox"/>		Camino <input type="checkbox"/>	
	Mina o asentamiento metalúrgico <input type="checkbox"/>		Carbonera <input type="checkbox"/>	
	Otros:			
Posible función de la estructura:				
Observaciones:				
Croquis				

Figura 4.6. Ficha de muestreo de los macro-restos vegetales

Carbonera

Forma: Circular Ovoide Semicircular

Dimensiones:

Distancia desde el río:

Muro: Si No Incierto

Potencia sedimentaria:

Nivel carbonoso: Homogéneo Heterogéneo Diseminado

Recogida de muestras

Sedimento recogido: Si No

Volumen recogido:

Cribado en seco: Si No

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

Observaciones:

Figura 4.7. Ficha de muestreo de macro- restos vegetales específica de carboneras.

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 mm. de luz. En este proceso es preciso evitar la fragmentación de los macro-restos 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. Debido a que el sedimento es bastante arcilloso, resultaba difícil ver los carbones de menor tamaño al estar estos envueltos de 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 de sedimento, también distinguimos las carboneras del resto de estructuras (Figura 4.8.). 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 mm. de luz. Mediante este método no sólo se recogen carbones sino también raíces y semillas. Se trata de un método muy poco agresivo para las muestras y es recomendable su realización, sobre todo en muestras con restos de tamaño muy pequeño, escasos y frágiles. Al tratarse de sedimentos muy arcillosos, los carbones de mayor tamaño no flotaban al estar llenos de tierra, por lo que estos carbones 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 el sedimento de carboneras, porque el tamiz se satura.



Figura 4.8. Imagen mostrando el proceso de flotación (A) y el tamizado con chorro de agua (B).

El sedimento se tamizó con agua con una columna de mallas de 4 y 2mm. 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 una carbonera, 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 al igual que la del muestreo. En esta tabla quedó registrada la procedencia exacta de las muestras, los litros procesados, si 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 sólo 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 caracteres 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 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 éstos 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), 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 el de Greguss (1955); Schweigruber (1990a y 1990b) 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 puede 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 4.9.).

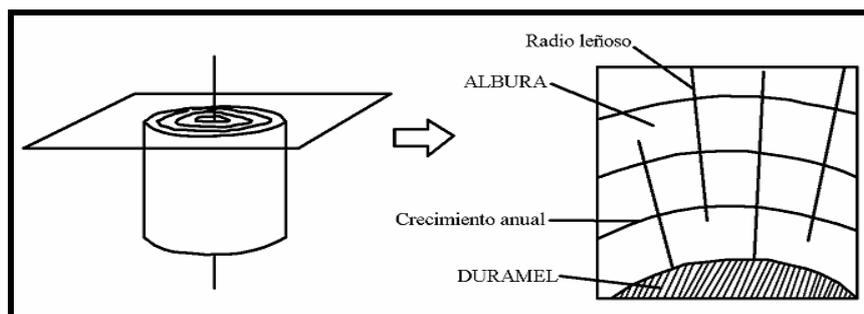


Figura 4.9. Corte transversal (Fischesser, 2000: 85).

Sección radial: Es un plano longitudinal al eje del tronco y en esta sección se ven las láminas que forman los radios leñosos (Figura 4.10.).

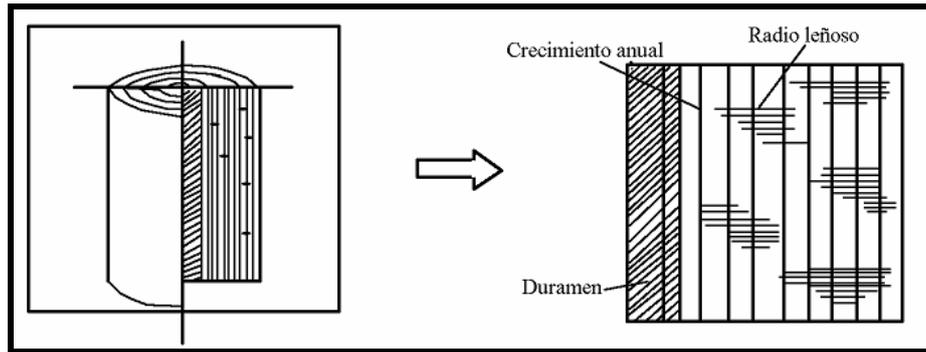


Figura 4.10. Corte radial (Fischesser, 2000: 86).

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 4.11.).

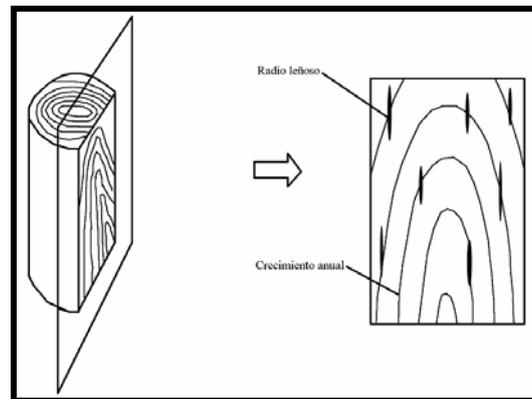


Figura 4.11. Corte tangencial (Fischesser, 2000: 86).

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 su tamaño. En nuestro caso, identificamos grupos como las monocotiledóneas que no pudimos llegar a distinguir unas de otras y subfamilias como las Pomoideae. También identificamos Ericaceae de montaña en el que se incluirían las especies *Arctostaphylos uva-ursi*, *Rhododendron ferrugineum* y *Vaccinium myrtillus*, muy similares anatómicamente. El mayor número de taxones se han 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 consideramos esta especie en la identificación porque no alcanza altitudes de más de 1.800 m. Más adelante explicaremos la utilización del término *Pinus* tipo *uncinata* para la identificación de este taxón.

4.3.1. Descripción anatómica y biogeográfica de los taxones identificados

Para llevar a cabo las descripciones de cada uno de los taxones identificados, utilizamos los atlas de anatomía de madera de Greguss (1955), Schweingruber (1990a), 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). En este apartado incluimos los taxones identificados en las campañas de excavación, pero también aquellos determinados en las plazas carboneras actuales de Vitoria y Cogullos (ver apartado 5.4.).

Como ya veremos, en muchos casos no hemos podido precisar más allá del género debido a la poca variabilidad anatómica que se produce dentro de los mismos. De cada taxón identificado, hemos realizado la descripción ecológica así como del uso de la madera. En lo referente a los taxones identificados en el registro arqueológico, hemos descrito las especies que crecen actualmente en los Pirineos.

CONÍFERAS

Cupressaceae

Juniperus sp. (**cast.** enebro, sabina; **cat.** ginebró, savina; **eusk.** orrea, miterra)

En la sección transversal, la transición del leño inicial al final es muy gradual. En la sección tangencial los radios son uniseriados y cortos, de 2 a 5 células de alto y excepcionalmente pueden llegar a tener de 15 a 20 células de alto. En la sección radial, las punteaduras de las traqueidas son uniseriadas. Los campos de cruce tienen punteaduras cupresoides (Figura 4.12.). Anatómicamente no hemos podido distinguir entre el enebro y la sabina debido a la poca variabilidad del género *Juniperus* sp.

Juniperus communis (**cast.** enebro común; **cat.** ginebró; **eusk.** ipar orrea) es un arbusto perennifolio de unos 2-4 m. de altura, aunque puede convertirse en un árbol de 10 m. de altura si el clima es el adecuado y no sufre ninguna alteración antrópica. Su porte es muy variable pudiendo ser sus ramas erguidas y confluentes en un punto o casi colgantes. Su tronco tiene una corteza de color pardo-rojizo, que se desprende en placas fácilmente y sus hojas son rígidas y punzantes. Los enebros hembra producen conos globosos u ovoides, solitarios en la axila de sus hojas que en el proceso de maduración pasan de un color verde claro a negro azulado.

Crece en todo tipo de terrenos y se puede encontrar desde el nivel del mar hasta por encima de los 2.000 m. de altitud. Convive con *P. pinaster*, *P. nigra* y *P. sylvestris*, con *Juniperus thurifera*, y también con *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Fagus sylvatica*. Resiste fríos muy intensos y se suele encontrar en vertientes expuestas al sol.

En el piso subalpino pirenaico podemos encontrar dos subespecies del enebro común (Vigo *et al.*, 2003). Por un lado, *Juniperus communis* subs. *communis* (**cast.** enebro común; **cat.** ginebró; **eusk.** orrea), que es un arbusto de 1-5 (10) m. Se cría en sabinares, pinares y otros bosques o matorrales secos, generalmente en suelos pedregosos, en laderas o parameras. Éste puede encontrarse desde el piso submontano hasta el subalpino entre los (100) 450 y 1.400 (1.700) m. de altitud en montañas de regiones mediterráneas.

Por otro lado, podemos encontrar *Juniperus communis* subsp. *nana* (**cast.** enebro rastrero; **cat.** ginebró; **eusk.** orre errestaria), un arbusto achaparrado de tallos tendidos que no supera 1 m. de altura. Suele tener entre 10 y 60 cm. Sus ramas crecen muy pegadas al suelo o a la roca sobre la que crece. Sus hojas tienen menos de 1 cm. y son bastante más estrechas en la punta. Esta subespecie aparece en el piso subalpino, pero puede subir hasta el alpino. Podemos encontrarlo entre los 1.650 y 2.510 m. de altitud. Suele encontrarse en matorrales y bosques de alta montaña, sobre todo en lugares soleados y rocosos donde puede llegar a ser la planta dominante. Como ya hemos dicho, es exigente en sol y requiere más humedad que las otras especies y subespecies de enebros. Es la que también soporta las temperaturas más bajas. Puede crecer en cualquier tipo de suelos pero prefiere los silicios. Aguanta las condiciones más extremas, hasta el punto de remontar las laderas por encima del límite superior forestal. Normalmente ocupa enclaves muy expuestos a los vientos y castigados por heladas

nocturnas pues su porte rastrero y sus agujas cortas y endurecidas pueden aguantar estas adversidades.

El alcohol obtenido por fermentación de maíz, centeno, malta y otros granos, destilado con las arcéstidas del enebro común y algunas otras plantas aromáticas, es la base de la fabricación de la ginebra, además de que tiene propiedades diuréticas. La esencia del enebro tiene por su parte propiedades antisépticas y la *juniperina* ofrece propiedades tónicas y aperitivas. Su resina se puede utilizar como incienso y si ésta se pulveriza, crea una grasa, denominada barniz de escribir, con la que antiguamente se frotaba el papel para evitar que la tinta se corriera. Los frutos del enebro se utilizan en la cocina para aderezar carnes y salsa. Su madera es buena para ebanistería.

Juniperus thurifera (**cast.** sabina albar; **cat.** savina turífera; **eusk.** intzentsu-miterra) es un árbol perennifolio que normalmente mide entre 4 y 12 metros de altura y un tronco de un metro o poco más. En los individuos más viejos, el tronco suele ser retorcido y tortuoso. La corteza tiene un color parduzco o ceniciento, es fibrosa y con grietas longitudinales, por lo que se desprende en tiras estrechas. Crece principalmente en terrenos calizos, en laderas expuestas, aunque también puede crecer en terrenos silíceos. Podemos encontrarlo desde (250) 800 hasta 1.600 metros de altitud aunque a veces puede ascender hasta los 2.000. Su ritmo de crecimiento es muy lento y domina en condiciones extremas, porque es resistente a las fuertes heladas invernales y sequías estivales.

Juniperus sabina (**cast.** sabina rastrera; **cat.** savina de muntanya; **eusk.** miter arrunta) es una planta perennifolia leñosa achaparrada, que crece más en ancho que en alto y rara vez supera un metro de altura. Produce numerosas ramas tendidas sobre el suelo y su corteza es pardo-cenicienta o pardo-rojiza que se desprende en placas. Crece en las cumbres de montañas, sobre todo en suelo calizo, entre (900) 1.500 y 2.500 (2.750) metros de altitud junto al pino albar o pino negro, siendo la vegetación natural dominante en las laderas de las altas montañas mediterráneas. Soporta muy bien los suelos pobres y pedregosos, pudiendo vivir en crestas y peñascos. Es resistente a las bajas temperaturas.

La sabina albar proporciona un aroma resinoso muy agradable que ahuyenta a los insectos. Tiene las mismas propiedades medicinales que la sabina rastrera. Es abortiva y

provoca y regula la menstruación debido a su contenido en *sabinol*. Se utiliza para provocar el parto en animales. También sirve para quitar verrugas y tiene propiedades diuréticas. La madera de la sabina albar es muy apreciada en ebanistería para trabajos finos, porque es compacta y de grano fino.

Pinaceae

Abies alba (**cast.** abeto; **cat.** avet; **eusk.** izei)

En su sección transversal tiene canales resiníferos. A veces suele tener canales traumáticos y la transición del leño inicial al final suele ser brusca. En la sección tangencial los radios son uniseriados y de una altura de entre 15 y 25 células. En la sección radial, el abeto no tiene traqueidas y las paredes de los radios son gruesas y dentadas (Schweingruber, 1990a y b) (Figura 4.13.).

El abeto es un árbol de tamaño medio o elevado, que pasa con frecuencia de los 30 m. de altura. Su tronco es muy liso y no tiene ramas en su parte inferior. Su corteza es cenicienta o blanquecina (de ahí su nombre), lisa y con vesiculitas resinosas. En ejemplares más viejos, la corteza se oscurece y resquebraja, desprendiéndose en placas de color pardo rojizo en su cara interna. Su reproducción es muy difícil porque se reproduce por sus semillas.

En lo que se refiere a su distribución biogeográfica, generalmente se encuentra entre 700 y 1.800 m. de altitud aunque puede llegar a alcanzar los 2.000 m. Se suele encontrar en altitudes bastante elevadas pero su número decrece a medida que subimos en altitud aunque asciende más en exposiciones al norte. Se ubica en laderas y bosques umbríos con suelos profundos y frescos de los pisos montano y subalpino. En España sólo crece de modo natural en la cordillera pirenaica. Puede crecer tanto en terrenos ácidos como básicos y prefiere los climas húmedos sin sequías estivales. Las heladas tardías le suelen dañar. Puede crecer junto con el haya pero también puede encontrarse en compañía con el pino albar o el pino negro conviviendo con éste último en el límite superior del abetal.

Su madera es blanca o blanco-cremosa, ligera, poco resinosa y fácil de trabajar. El enorme desarrollo de los ejemplares viejos permite obtener grandes tablones. Se ha utilizado para construcción, fabricación de mástiles para barcos y trabajos de ebanistería

y fábrica de grandes recipientes para uso general, por la rectitud y buena calidad de su madera. De hecho, tanto para los romanos como para los griegos, la madera de este árbol era la más apreciada para la construcción de barcos. Su madera es también buena para la fabricación de instrumentos musicales tales como el violín, la guitarra o el órgano. Su resina tiene efectos balsámicos y cicatrizantes y sus yemas en infusión se pueden usar para combatir catarros. Las yemas del abeto se pueden utilizar contra la tos y catarros mediante su infusión.

Pinus tipo *sylvestris* (**cast.** pino albar; **cat.** pi roig; **eusk.** pinu gorria) y *Pinus* tipo *uncinata* (**cast.** pino negro; **cat.** pi negre; **eusk.** pinu leherra)

Tanto el pino albar como el pino negro tienen características anatómicas muy semejantes, por lo que su distinción en principio no es posible. En la sección transversal se observa una madera homoxilada y los canales resiníferos están en el leño final. El cambio de leño suele ser brusco en ambas especies. En la sección tangencial los radios son uniseriados y los radios con canales resiníferos tienen entre cinco y quince células de alto siendo muchas veces más cortos en *Pinus uncinata* que *Pinus sylvestris*. En la sección radial se observan unas punteaduras fenestriformes y traqueidas transversales dentadas (Figura 4.14.).

Pinus sylvestris crece en el piso submontano y montano, entre los 720 y 2.110 m. de altitud, y es raro en solanas subalpinas. Puede encontrarse formando bosques monoespecíficos o junto con hayas, robles o el pino negro. En los Pirineos, podemos hallarlo entre 600 y 1.800 m. ocupando las laderas umbrías de las sierras prepirenaicas, y las laderas de solana en el Pirineo axial entre 1.620 y 1.985 m. de altitud. No es nada exigente en lo que a tipo de suelos se refiere, se asienta hasta en los más rocosos prefiriendo suelos ácidos. Es exigente en sol y aguanta muy bien las fuertes heladas, aunque no resiste largas sequías en verano. En su límite altitudinal inferior convive con quejigos, robles o hayas, mientras que en el superior lo hace con el abeto y el pino negro.

En lo que se refiere a su uso, es bueno para la construcción de postes y vigas debido a que su alto contenido en resina aumenta las propiedades de resistencia y a que el crecimiento de sus troncos es recto. Posee propiedades balsámicas para el tratamiento de catarros a través de la infusión de sus yemas. Sus ramas, además, pueden utilizarse

como forraje para el ganado y su madera es compacta y densa para fabricar carbón, pero también resistente y fácilmente trabajable para la construcción (Bardillo Salgado, 2001). De esta especie también se obtenía la trementina así como la pez del pino. Ésta última se preparaba poniendo astillas de pino en un recipiente, en un horno o en un agujero preparado ya expresamente y se dejaba cocer el pino sin que se quemara. De aquí se obtenía el alquitrán, un líquido muy viscoso, de color negro y olor penetrante que se destilaba a continuación y utilizaba para curar al ganado (Badia Pujol, 1953). Su resina también se utilizaba para cubrir botas de vino o tratar la cubierta de los barcos (Bolòs, 2004).

Pinus uncinata aparece en el piso subalpino y raramente baja al piso montano. Podemos encontrarlo entre 1.160 y 2.400 m. de altitud aproximadamente, aunque se desconoce su límite altitudinal superior. Comienza a ser numeroso a partir de los 1.800 m. Se suele situar en claros de vegetación y abrigos rocosos desnudos. Esta especie ocupa las cotas más altas de la cordillera pirenaica. Se adapta a todo tipo de suelos, incluidos ásperos canchales y roquedos o encharcadas turberas, lo mismo en solana que en umbría. Resiste fríos intensos y duraderos y no soporta terrenos que permanezcan secos en verano. En su límite altitudinal inferior puede asociarse a pinos albar, abetos y hayas. Los arbustos que le acompañan son rododendros, arándanos, enebros enanos o gayubas. Sus bosques, como los del pino albar, son abiertos y entra el sol sin problemas. A medida que gana altura y se va situando por encima de sus condiciones óptimas, los ejemplares de esta especie quedan más dispersos y reducen su crecimiento. Al igual que el pino albar, puede formar bosques monoespecíficos o compartir terreno con otras especies, sobre todo en el piso montano.

Es una madera resinosa y de grano fino, y es de mejor calidad, tanto como combustible como para la construcción, que el pino albar. Su resina se aprovechaba untándola en astillas para alumbrarse de noche. Las talas forestales, sumadas a la creación de pastos de verano en los dominios de pino negro, redujeron notablemente sus territorios pirenaicos, pues crece lentamente (Bardillo Salgado, 2001). Además, también ha sido una especie muy utilizada para fabricar carbón para las fraguas, al igual que el pino albar. Como al abeto, al pino albar y negro les cuesta regenerarse porque se trata de coníferas, sobre todo en suelos que hayan sido quemados o suelos de pastos debido a la competencia con las hierbas y los pinos talados. A todas las coníferas, en general, les

cuesta regenerarse en suelos con hierbas, por el obstáculo que ponen éstas en que las semillas puedan acceder a los minerales del suelo. Además los roedores se alimentan de estas semillas. Por eso, en los pastos de altura es difícil que se regeneren los pinares (Castro *et al.*, 2002; Figueiral y Carcaillet, 2005).

MONOCOTILEDÓNEAS

Dentro del gran grupo de las monocotiledóneas se encuentran las familias como las palmeras, las liliáceas o las gramíneas. La anatomía de las monocotiledóneas se caracteriza por la morfología de su epidermis, de su córtex y el cilindro de la esclerenquima así como por la acumulación vascular. Los fragmentos que hemos identificado en esta categoría no presentaban caracteres suficientes como para determinarlos de forma más concreta (Figura 4.15.).

La mayoría son especies subtropicales y tropicales y otras son provenientes de fuera de Europa, sobre todo de Asia y África, aunque también podemos encontrar algunas especies de esta familia en los Pirineos tales como *Galanthus nivalis*, *Narcissus poeticus*, *N. pseudonarcissus*, *Carex* spp., *Elyna myosuroides*, *Eriophorum angustifolium*, *Borderea pyrenaica*, *Sparganium affine* subsp. *borderei*, *Avena montana*, *Festuca eskia*, *F. scoparia*, *Poa alpina*, *Luzula campestre*, etc. (Vigo, 1976).

Los fragmentos identificados en este trabajo como monocotiledóneas están muy alterados en general y no hemos precisado más en la identificación. Los fragmentos de monocotiledóneas de la ES 30 de Pradell, sin embargo, aparecieron junto a semillas de cereal, por lo que los fragmentos leñosos identificados como Monocotiledóneas corresponden a tallos de cereal.

DICOTILEDÓNEAS

Betulaceae

Betula sp. (**cast.** abedul; **cat.** bedoll; **eusk.** urkia)

En la sección transversal los poros tienen una distribución difusa y uniforme. Estos aparecen solos o formando cortas agrupaciones radiales de 4 poros. En la sección tangencial los radios tienen de 2 a 4 series y la altura de los radios es de entre 10 y 15 células. En la sección radial se observan perforaciones escalariformes de entre 10 y 25

barras. Los radios son homogéneos. Las punteaduras de los vasos de los radios son numerosas y pequeñas (Figura 4.16.).

En los Pirineos podemos encontrar dos especies de este género. Por un lado se encuentra *Betula alba* (**cast.** abedul; **cat.** bedoll; **eusk.** urkia) que es un árbol de hoja caduca que suele alcanzar unos 10-15 m. de altura. Su tronco no es nada grueso y su corteza es lisa, cenicienta o blanquecina, muy característica, que se resquebraja y toma un color amarillento o parduzco solamente en la base del tronco. En los ejemplares jóvenes, la corteza suele ser más oscura, algo teñida de pardo o rojiza. Sus hojas suelen tener una forma ovalo-triangular o romboidal, estrechada en punta alargada y con el borde irregularmente aserrado o dentado.

Por otro lado podemos encontrar *Betula pendula* (**cast.** abedul de las ramas colgantes; **cat.** bedoll comú; **eusk.** urkia), que se diferencia de la especie anterior en que sus hojas y ramas son colgantes y lampiñas como su nombre indica. Es un árbol que alcanza entre 25 y 30 m. de altura.

Los abedules crecen en la ribera de los ríos, arroyos, turberas, orillas de lagunas, trampales y laderas húmedas. Necesitan mucha humedad y luz, prefieren suelos ácidos y aguantan los fríos intensos. Suelen encontrarse sobre todo en el piso montano entre los 950 y 1.750 m. de una manera dispersa en bosques muy diversos, raramente formando agrupaciones importantes. Se tratan de especies heliófilas que indican un medio forestal poco denso. Esta especie también se puede comportar como pionera (ver capítulo 3).

En lo referente a su uso, su corteza permite la fabricación de cuencos impermeables para poder poner sustancias líquidas. Su corteza interna, fina y casi transparente, constituye el pergamino de abedul, que antiguamente servía para escribir y recibía en latín el nombre de *librum*. La madera es casi blanca y con dibujos muy poco marcados, de grano fino, no muy dura y poco duradera. Actualmente se utiliza para fabricar contrachapados y papel. Esta madera es muy buena para quemar y produce muy buen carbón. Su madera también sirve para fabricar aros para cubas, entarimados, cazuelas, platos o aperos de labor. Sus ramas son largas y flexibles. Se pueden elaborar cestos o canastos. La savia del abedul se obtiene en marzo o abril por medio de incisiones en el tronco, antes de que broten las hojas. Es diurética y antirreumática.

Buxaceae

Buxus sempervirens (**cast.** boj; **cat.** boix; **eusk.** ezipel)

En la sección transversal los poros se presentan de manera difusa, son pequeños, relativamente infrecuentes y solitarios. En la sección tangencial, los radios son generalmente biseriados, raramente uni o tri-seriados. Las células en la zona central del radio son pequeñas, mientras que las células marginales son más grandes. La altura de los radios es de entre 6 y 12 células. En la sección radial tiene perforaciones escalariformes de entre 5 y 10 barras (Figura 4.17.).

Aparece desde el piso submontano hasta el subalpino entre 740 y 2.050 m. de altitud. Se adapta a todo tipo de comunidades forestales y arbustivas pero prefiere los sustratos calizos. Puede dominar grandes superficies pero sobre todo se encuentra allí donde no se pueden instalar los bosques por falta de sol o por la degradación del suelo.

Su madera tiene una textura muy fina y es una de las más pesadas porque ni siquiera flota en el agua. Su notable dureza la hace muy adecuada para torneear y tallar, por lo que se emplea para el grabado en madera y fabricación de pequeños artículos torneados como por ejemplo los usos. El boj también se utiliza para la construcción de camas y como alimento para el ganado (Durand y Leveau, 2004).

Cistaceae

Cistus sp. (**cast.** jara; **cat.** estepa; **eusk.** txara)

En la sección transversal los poros son difusos, pequeños, numerosos y mayoritariamente solitarios. En la sección tangencial, los radios son de una o dos series, raramente de tres series y de 30 células de alto. En la sección radial se observa que los radios son heterogéneos. Los vasos suelen tener engrosamientos en espiral notorios y la perforación de los mismos es simple (Figura 4.18).

Este género de arbustos forma parte importante de los matorrales de la región mediterránea, especialmente en terrenos silíceos. Crecen en terrenos secos, áridos y pedregosos. Las estepas poseen una goma resinosa llamada *ladanum* que se utiliza en perfumería, fumigación y antiguamente en medicina.

Ericaceae

Arbutus unedo (**cast.** madroño; **cat.** arboç; **eusk.** gurbitz)

En la sección transversal, los poros son difusos. Estos poros, que pueden ser elípticos o redondos, se presentan de manera solitaria o formando grupos o cortas filas radiales. El cambio de leño suele ser brusco. En la sección tangencial, los radios son generalmente de dos y tres series así como uniseriados. Puede que haya alguno de 4 series. La altura de estos radios se encuentra entre 5 y 20 células. En la sección radial se observa que los radios son heterogéneos, raramente homogéneos. La perforación de los vasos es simple, aunque en muchos vasos pequeños puede ser escalariforme de 1 a 4 barras. Los engrosamientos en espiral conspicuos se presentan en todos los vasos (Figura 4.19.).

Es un arbusto perennifolio que puede llegar a tener entre 8 y 10 m., aunque habitualmente no supera los 3-5 m. Crece en encinares, alcornocales y en los matorrales que resultan de su degradación. Crece tanto en terrenos calizos como silíceos llegando a veces hasta los 1.200 m. de altitud. Prefiere los suelos frescos y profundos y requiere un clima suave, sin fuertes heladas. Habita en las regiones mediterráneas.

Su madera se puede utilizar para curtir pieles. Es además un buen combustible y las raíces producen un buen carbón. Sus frutos se fermentaban antiguamente para obtener bebidas alcohólicas o vinagre y se puede obtener de ellos un aguardiente de buena calidad.

En alta montaña podemos encontrar tres tipos de Ericácea: *Arctostaphylos uva-ursi*, *Rhododendron ferrugineum* y *Vaccinium myrtillus*. Anatómicamente son muy similares, como vamos a ver a continuación, por lo que muchas veces resulta difícil su distinción a través de su anatomía. En el caso del material estudiado, no hemos podido distinguirlos anatómicamente debido a que se encontraban muy alterados y se trataba de fragmentos muy pequeños.

Arctostaphylos uva-ursi (**cast.** gayuba; **cat.** boixerola; **eusk.** azeri-mahatsa)

En la sección transversal los poros se distribuyen de manera semiporosa o difusa. Los poros son numerosos y se encuentran de manera solitaria o formando pequeños grupos. Los poros en el leño final son ligeramente angulares. El cambio de leño suele ser abrupto, marcado por una línea de traqueidas con paredes gruesas en el leño final. El

parénquima apotraqueal es difuso. En la sección tangencial, los radios son de dos tipos. Por un lado se encuentran los uniseriados de 1 a 6 células de alto con las células alargadas axialmente y por otra las de 2 a 4 series con células redondas. En la sección radial, la perforación de los vasos es simple, raramente escalariforme de 1 a 2 barras. Los vasos tienen engrosamientos en espiral finos. Las punteaduras de los radios de los vasos tienen forma de hendiduras (*slit-like*) (Figura 4.20.).

La gayuba es un arbusto siempre verde, que echa sus ramas tendidas por el suelo, o colgantes cuando encuentran un desnivel en el terreno. Suele tener 1 ó 2 m. de longitud. Es un arbusto tortuoso, con una corteza que se desprende fácilmente, de color pardo-rojizo. Tiene frutos carnosos de color rojo vivo y forma de globo. Crece desde los 500-600 m. de altitud, aunque podemos encontrarlo a los 100 m., hasta por encima de los 2.300 m. de altitud y en algunas ocasiones hasta los 2.750 m. de altitud, donde puede convivir con el pino negro. Ocupa tanto los terrenos silíceos como calizos. Prefiere las laderas pedregosas, pero algo frescas, de las montañas. Cubre extensiones poco arboladas o deforestadas evitando la erosión del suelo y mejorando su calidad. Su tupido follaje reduce el impacto de las tormentas estivales sobre el terreno.

Las hojas de este arbusto son ricas en taninos por lo que se pueden usar para curtir pieles. Tienen también propiedades medicinales como astringentes. El fruto es comestible aunque insípido. También se suele usar para curar la mastitis de las vacas.

Rhododendron ferrugineum (**cast.** rododendro; **cat.** neret; **eusk.** errodoendro)

En la sección transversal los poros se distribuyen de manera difusa. Son muy numerosos y muy pequeños. Suelen encontrarse de manera solitaria. En zonas de alta densidad puede ocurrir una agrupación de poros. El cambio de leño es gradual y tiene parénquima difuso y apotraqueal. Los radios multiseriados son conspicuos. En la sección tangencial los radios son de dos tipos. Por un lado se encuentran los uniseriados de 3 a 8 células de alto. Los radios multiseriados tienen de 3 a 5 (8) series y más de 1 mm. de alto con células circulares. En la sección radial, las perforaciones son escalariformes y de 5 a 10 barras. Las punteaduras son pequeñas y numerosas (Figura 4.21.).

Se trata de una mata o arbustillo perennifolio, ramoso, lampiño y con ramas tortuosas. Suele tener entre 0,5 y 1,2 m. de altura. Suele crecer en los pedregales, laderas frescas y bordes de los arroyos de las altas montañas silíceas, desde los 1.300 m. a los 2.500 m.

de altitud, sobre todo en el piso subalpino y en las vertientes orientadas al norte. Suele acompañar a *Pinus uncinata* y a veces lo supera en altitud. Aunque prefiere los terrenos de carácter ácido, puede crecer también en suelos calizos muy lavados por las lluvias. Necesita humedad y no soporta los fríos extremos de alta montaña. Esta especie sobrevive al invierno cubierto por la nieve porque así se aísla de los vientos y heladas. Su altura suele indicar el nivel mínimo alcanzado por la nieve.

Tiene propiedades medicinales para combatir el reumatismo y la gota. Es también una planta analgésica, astringente, diurética, expectorante, antitusígena y vulneraria.

Vaccinium myrtillus (**cast.** arándano; **cat.** nabinera; **eusk.** ahabia)

En la sección transversal se observan poros muy numerosos distribuidos por todo el leño de manera regular. El cambio de leño es gradual. El parénquima es apotraqueal y difusa. En la sección tangencial se observan dos tipos de radios. Por una parte los radios uniseriados de 1 a 6 células de alto con células estrechas y fusiformes. Por otra parte, radios multiseriados de 2 a 4 series y de 20 células de alto con células alargadas axialmente y muy variadas en tamaño. En la sección radial se puede ver que los radios uniseriados están sólo compuestos por células cuadradas y alargadas, los multiseriados tienen algunas células de este tipo. También se observan perforaciones escalariformes de 5 a 10 barras (Figura 4.22.).

Se trata de una mata baja de entre 1 y 2 palmos de altura. Extiende los tallos leñosos a ras de suelo entre la hojarasca y los musgos. Sus frutos son de color azul muy oscuro. Crecen en brezales, matorrales y bosques frescos aclarados entre (200) 500 y 2.000 (2.780) m. de altitud, siempre en terrenos silíceos. Se adapta a la semisombra de los bosques, pero puede prosperar en solana si no le falta humedad en verano.

En cuanto al uso de esta especie, por su riqueza en taninos se ha usado en ocasiones para curtir cuero. Sus frutos son dulces, se comen crudos y sirven para preparar mermeladas, jaleas, vinos y licores. También se utilizan para dar color a los vinos o como tinte azul. En cuanto a sus propiedades medicinales, los frutos son antidiarreicos y las hojas son astringentes e hipo-glucemiantes.

Fagaceae

Fagus sylvatica (**cast.** haya; **cat.** fair; **eusk.** pago)

En la sección transversal, los poros son difusos y numerosos. Éstos se agrupan en el leño inicial pero son solitarios en el leño final. En la sección tangencial, los radios son homogéneos y de uniseriados a multiseriados con más de 20 células de alto. En la sección radial, las perforaciones son simples y raramente escalariformes (Figura 4.23.).

Es un árbol caducifolio de 35 a 40 m. de altura con un tronco esbelto y ramificado desde baja altura en los ejemplares aislados, y ramificado desde más arriba en los que viven en la espesura.

Los hayedos más importantes se asientan sobre un sustrato calizo. Es una especie de montaña que se sitúa entre 500 y 2.000 m., aunque a veces puede descender a una altitud de 200 m en algunas zonas de clima atlántico. Este árbol no soporta una sequía estival fuerte, pero tampoco suelos permanentemente encharcados, por lo que la humedad debe provenir de precipitaciones y brumas. Esta especie domina el paisaje, formando hayedos, en lugares neblinosos y frescos, generalmente en laderas umbrosas de montañas, sobre suelos bien drenados. Su madera es muy buen combustible. Es una madera rígida e inflexible, pero a la intemperie es poco duradera.

Quercus ilex (**cast.** encina; **cat.** alzina; **eusk.** arte)

En la sección transversal, el leño tiene zona porosa y de una a varias filas de poros más o menos compactas. Los poros del leño final son solitarios y se encuentran más o menos orientados radialmente. En la sección transversal, los radios son uniseriados y multiseriados. En la sección radial se puede ver que las perforaciones de los vasos son simples y que los radios son homogéneos (Figura 4.24.).

La encina es un árbol perennifolio que se extiende por los países que bordean el Mar Mediterráneo, aunque la gran mayoría se encuentra en la Península Ibérica y en las montañas del norte de África. Es un árbol muy resistente y se adapta a multitud de ambientes.

Su leña tiene un gran poder calorífico y es una de las más apreciadas para fabricar carbón. La madera es dura, pesada y compacta, es decir, muy buena para fabricar piezas

que deban sufrir resistencias elevadas como ruedas y ejes de carros. Sus bellotas son comestibles tanto para los animales como para los humanos.

Quercus sp. caducifolio (**cast.** roble; **cat.** roure; **eusk.** haritz)

En la sección transversal, el leño tiene zona porosa. El leño inicial tiene una o varias hileras de poros más o menos compactas. El diámetro de los poros del leño inicial varía, según las especies, de 200 a 500 μm . En el leño final, los poros son de 50 μm . de diámetro aproximado y se presentan de manera solitaria u orientados radialmente en grupos dendríticos. En la sección tangencial, los radios son uni- y multiseriados y tienen perforaciones simples. En la sección radial se observa que estos radios son homogéneos. La distinción entre las especies en base a su anatomía es todavía imposible (Figura 4.25.). Este taxón incluye numerosas especies que se distribuyen en diversos pisos de vegetación. En la Península Ibérica encontramos *Quercus faginea*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus robur*, *Quercus petraea* y además pueden hibridarse entre ellos.

El roble suele encontrarse en hábitats de clima suave con veranos frescos y húmedos e inviernos no demasiado fríos. Se suele localizar en zonas de pendiente débil y suelos profundos y calizos sobre todo, llegando hasta unos 1.700 m. sobre el nivel del mar. Se asocia y pone en contacto con el haya.

La madera del roble es muy apreciada comercialmente. Es muy dura, bastante pesada y muy resistente a la putrefacción aún dentro del agua. Es, por eso, adecuado para construir navíos y casas sumergidas en el agua. También es clásica la construcción de toneles y barricas con esta madera. Además, la leña es muy buena para quemar y produce buen carbón. La corteza de este árbol se utiliza como curtiente y las bellotas para alimentar a los cerdos.

Rosaceae, Pomoideae

La subfamilia de Pomoideae pertenece a la familia de las rosáceas y agrupa especies como el manzano, peral, serbal, etc. La variabilidad anatómica entre las especies es muy pequeña, por lo que muchas veces resulta muy difícil distinguirlas. Además, el único fragmento identificado como correspondiente a esta subfamilia es muy pequeño por lo que la identificación a nivel de género ha resultado todavía más difícil. En la sección transversal, los poros son difusos, mayoritariamente solitarios, numerosos,

relativamente pequeños y más o menos regularmente distribuidos. En la sección tangencial, los radios son de 2 a 3 series. La altura de los radios es de 5 a 15 células. En la sección radial, las células son homogéneas. Las perforaciones de los vasos tienen engrosamientos finos en espiral en algunas especies y el fragmento identificado en concreto dispone de este carácter. Las perforaciones de nuestro fragmento son simples. (Figura 4.26.).

En los Pirineos, podemos encontrar actualmente especies como *Amelanchier ovalis* (**cast.** durillo agrio; **cat.** corner; **eusk.** arangurbea) que es un arbusto caducifolio que suele tener entre 1 y 3 m. de altura. Suele crecer en los setos, bosques aclarados, laderas pedregosas y hasta en las grietas de las rocas, sobre todo en suelos calizos. Puede ascender hasta los 2.500 m. de altitud en las solanas y cantiles secos. Además de tener propiedades medicinales, su madera es un buen combustible. Sus frutos son comestibles.

Otra especie que podemos encontrar en el piso subalpino es *Cotoenaster interregimus* (**cast.** membrillo falso; **cat.** cornera; **eusk.** kotoenaster), una matilla o arbusto caducifolio muy ramoso que puede llegar a medir los 2 m. de altura. Suele crecer en las crestas y laderas pedregosas de las montañas. Prefiere los suelos calizos y puede llegar a ascender hasta 2.400 m. de altitud e incluso excepcionalmente hasta 2.750 m. de altitud.

También podemos encontrar *Sorbus aria* (**cast.** mostajo; **cat.** moixera; **eusk.** hostazuria), un arbusto, arbolillo o árbol de tamaño medio que puede llegar a tener 20 m. de altura. Suele crecer de manera aislada en los bosques de la más variada naturaleza como quejigales, hayedos, pinares, abetales, etc. en laderas pedregosas de las montañas y aún entre las mismas rocas, de preferencia en terrenos calizos. Puede encontrarse desde el nivel del mar hasta por encima de los 2.200 m. de altitud. Requiere humedad en verano y soporta bien los fríos invernales. Sus frutos tienen propiedades medicinales como expectorantes. Su madera es clara, de textura fina, pesada y muy dura. Se suele emplear para tallar y fabricar rodillos, mangos de herramientas, etc. Esta madera es un buen combustible y proporciona un carbón de muy buena calidad. Sus frutos son comestibles y sus ramas se pueden utilizar para alimentar cabras.

Otra especie que puede habitar el piso subalpino es *Sorbus aucuparia* (**cast.** serbal de cazadores; **cat.** moixera de guilla; **eusk.** otsalizarra). Se trata de un arbolillo o árbol

caducifolio de tamaño medio. Lo normal es que no alcance los 10 m. de altura. Se cría de forma aislada en los bosques de haya, roble y abeto o en las laderas frescas y pedregosas de las montañas, a menudo entre las mismas rocas y en los Pirineos suele ascender hasta los 2.600 m. de altitud. Prefiere los suelos silíceos y húmedos. Recibe este nombre porque sus frutos se pueden utilizar para cazar pájaros, debido a que a éstos les gusta. La madera de serbal es blanca o pardo-rosada, de textura fina, compacta y de una gran dureza, por lo que ha sido muy apreciada para piezas expuestas a un frecuente roce como por ejemplo las puntas de molino, husos, rodillos, etc., así como para pequeñas piezas torneadas, como mangos de herramientas. Los frutos tienen propiedades astringentes. Además, se pueden comer secos como sustitutivos del pan o como sucedáneos de café.

También podemos encontrar *Sorbus chamaespilus* (**cast.** mostajo enano; **cat.** moixera nana; **eusk.** hostazuri txikia). Es un arbustillo que no supera 1,5 m. de altura. Se cría en el piso subalpino de los Pirineos a una altitud entre 1.550 y 2.300 m., en los matorrales de rododendros y arándanos, formando parte del acompañamiento del pino negro.

Por último, *Sorbus sudetica*, un híbrido entre *Sorbus aria* y *Sorbus chamaespilus*, es un serbal arbustivo que puede llegar a tener 2 m. de altura. Crece en los Pirineos entre 1.600 y 2.250 m. de altitud en los matorrales de rododendros y arándanos, en los pinares de pino negro, en los claros de abetales, etc., en todo tipo de suelos.

Salicaceae

Salix sp. (**cast.** sauce; **cat.** salze; **eusk.** sahatsa)

En la sección transversal los poros se distribuyen de manera difusa o semidifusa. Éstos se encuentran de manera solitaria o formando grupos radiales cortos. El cambio de leño puede ser notable o no dependiendo de lo abrupto que sea la transición del tamaño de los poros. El parénquima apotraqueal suele ser poco densa. En la sección tangencial los radios son uniseriados y suelen tener entre 10 y 15 células de alto. En la sección radial podemos observar que los radios son heterogéneos con una o dos líneas de células cuadradas y marginales. Las punteaduras de los radios son grandes y simples y la perforación de los vasos es también simple (Figura 4.27.). La figura 4.28. nos muestra la sección transversal de un fragmento de *Salix* sp. recuperado en una carbonera actual.

En el piso subalpino de los Pirineos podemos encontrar varias especies de este género como *Salix atrocineria*, *S. caprea*, *S. pirenaica* y *S. bicolor*. *Salix atrocineria* (**cast.** sauce; **cat.** gatell; **eusk.** sahats iluna) es un arbusto o pequeño arbolillo de unos 10 m. de altura. Crece en terrenos frescos del piso subalpino, tanto en las orillas de las corrientes de agua y gravas de los ríos como en los prados, vaguadas y setos con cierta humedad en el suelo, preferentemente en terrenos ácidos.

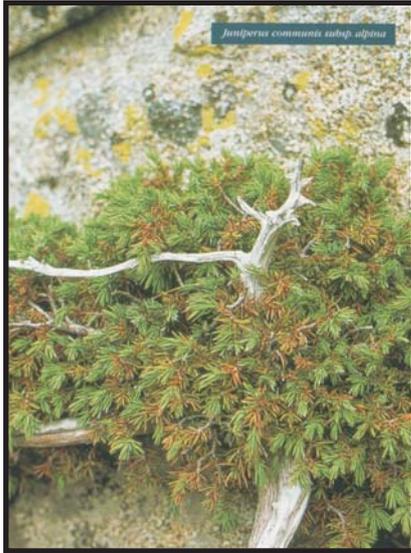
Salix caprea (**cast.** sauce cabruno; **cat.** gatsaule; **eusk.** ahuntz-sahatsa) es un arbusto o pequeño arbolillo de entre 3 y 11 m. de altura. Crece en los bosques frescos aclarados con hayas, abetos, abedules y pinos. Aguanta todo tipo de suelos, suele crecer en los claros de bosque, en praderas húmedas, roquedos y pedregales húmedos, torrentes o canales de alud, aunque no soporta las sequías estivales. Podemos encontrarlo en los pisos montano y subalpino, desde los (500) 800 hasta los 1.900 (2.230) m. de altitud. A las cabras les gusta alimentarse de ella. Proporciona un tinte de color amarillo o azul con sulfato de hierro. Con su corteza se puede curtir piel porque ésta es rica en taninos. De su corteza secundaria o líber de las ramas se hacen las cuerdas. Las ramas sirven para hacer cestos y tablas, aros, zuecos, etc., así como para obtener carbón de pólvora.

Como su propio nombre indica, *Salix pyrenaica* (**cast.** sauce de los Pirineos; **cat.** salze dels Pirineus; **eusk.** Pirineotako sahatsa) es otra especie que podemos encontrar en los Pirineos. Es un arbusto erguido o rastrero que como mucho alcanza 0,5 m. de altura. Vive en praderas pedregosas, surgencias de agua, orillas de ríos, roquedos o zonas de nevero, en los pisos montanos, subalpinos y alpinos (1.200-2.500 m). Prefiere suelos calizos, húmedos y más o menos pedregosos, incluso claramente rocosos. Puede crecer en zonas cubiertas de nieve buena parte del año.

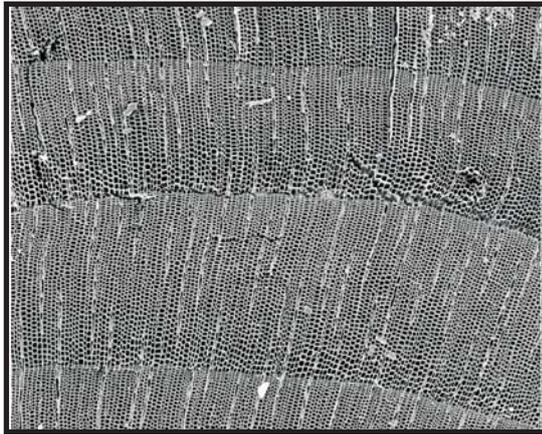
Salix reticulata (**cast.** sauce reticulado; **cat.** salze reticulat; **eusk.** sahats erretikulatua) es un pequeño arbusto que no alcanza 0,5 m. de alto y posee tallos rastreros capaces de enraizar. Suele crecer en praderas, zonas rocosas y laderas pedregosas en los pisos subalpino y alpino entre (1.980) 2.100 y 2.850 (3.070) m. de altitud. Prefiere los suelos calizos, de umbría, donde permanece la nieve buena parte del año. También vive en crestas en los que persiste la nieve, en morrenas de glaciares y bordes de ventisqueros.

Salix bicolor (**cast.** sauce de dos colores; **cat.** salze de dos colors; **eusk.** bi koloreko sahatsa) es un arbusto erguido de 1-2 m. de altura. Crece en barrancos, herbazales,

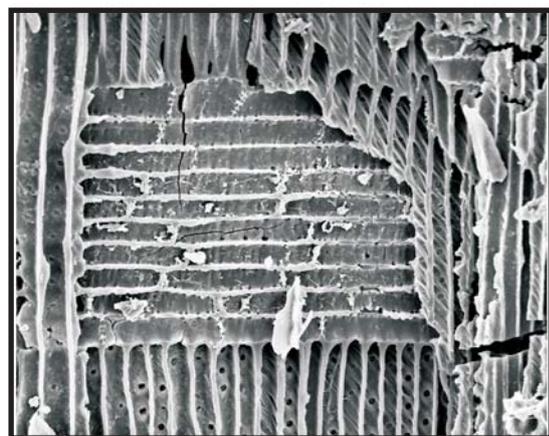
zonas húmedas o depresiones encharcables en los pisos montano y subalpino entre (1.630) 1.700 y 2.200 (2.350) m. de altitud. Coloniza suelos ácidos, ricos en materia orgánica y arcilla pero de naturaleza ácida.



Juniperus communis



Sección transversal x75

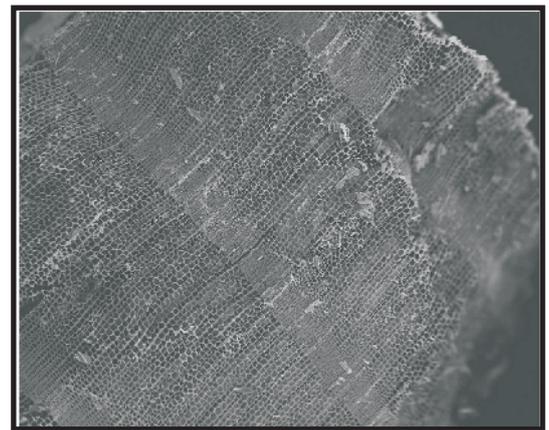


Sección radial x400

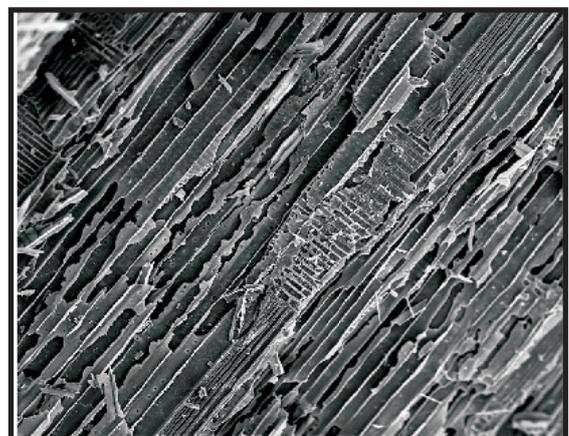
Figura 4.12. *Juniperus* sp. (enebro, ginebró, orrea)



Abies alba

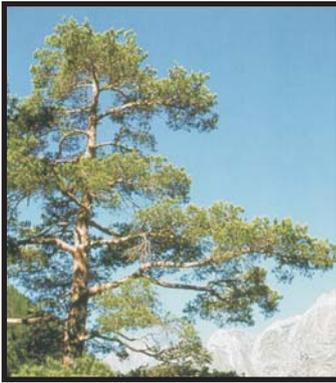


Sección transversal



Sección tangencial

Figura 4.13 *Abies alba* (abeto, avet, izei)



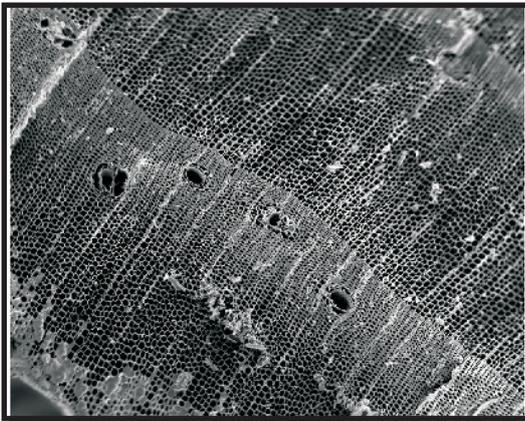
Pinus sylvestris



Pinus uncinata



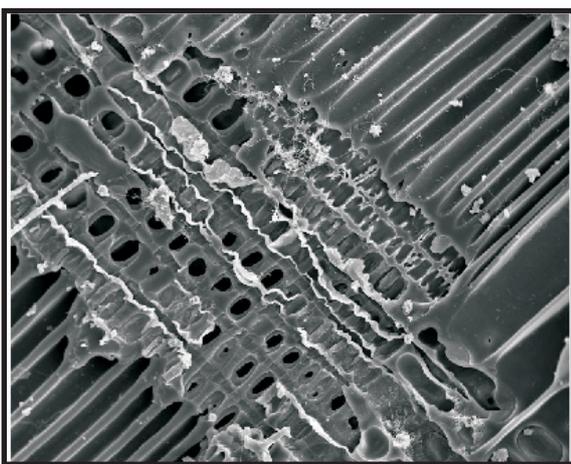
Phragmites australis



Sección transversal

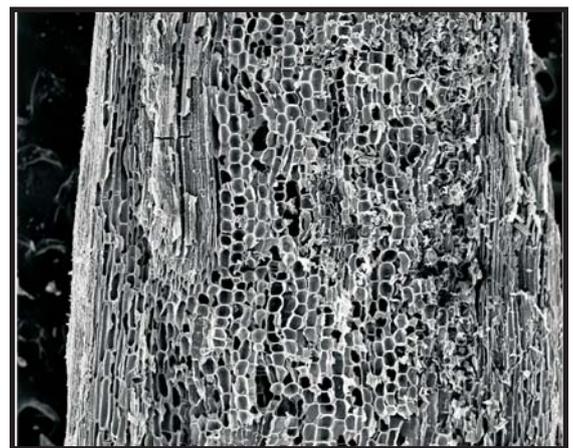


Sección transversal x43

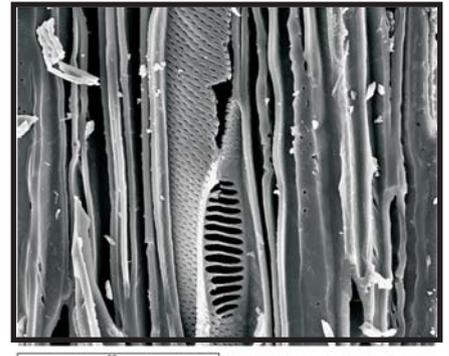
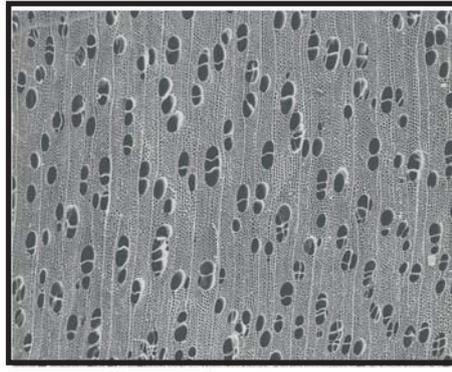
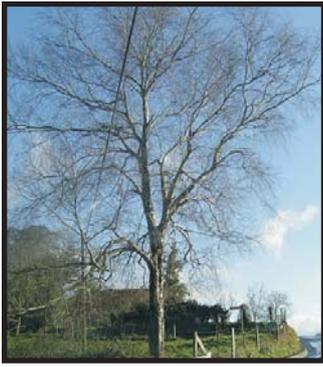


Sección radial

Figura 4.14. *Pinus* tipo *uncinata* (pino tipo negro, pi tipus negre, pinu leherra mota)



Sección tangencial x50
Figura 4.15. Monocotiledóneas

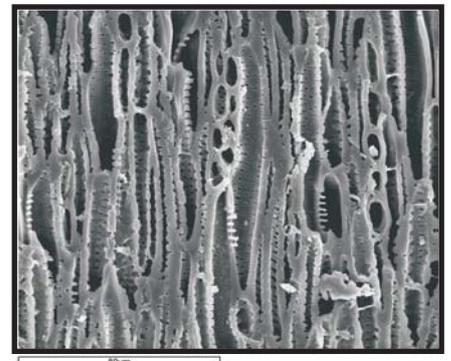


Betula alba

Sección transversal

Sección tangencial

Figura 4.16. *Betula* sp. (abedul, bedoll, urkia)



Buxus sempervirens

Sección trasversal x100

Sección tangencial x700

Figura 4.17. *Buxus sempervirens* (boj, boix, ezel)



Figura 4.18. Sección transversal (x10) de *Cistus* sp. de la carbonera de Cogullos.

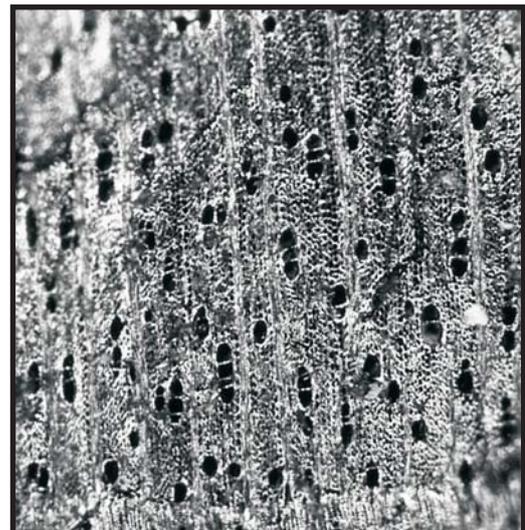
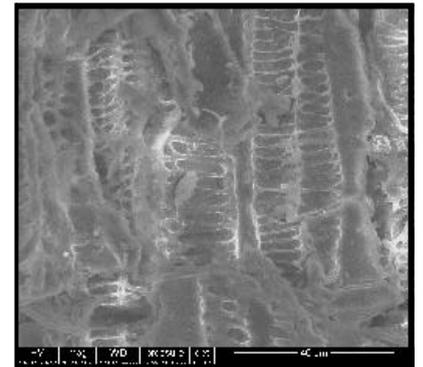
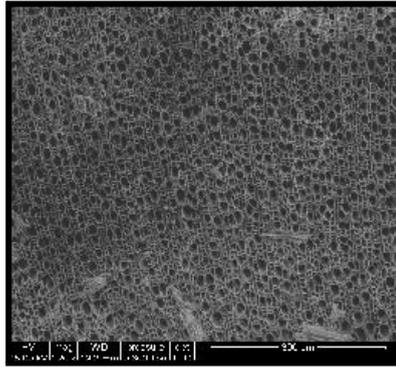


Figura 4.19. Sección transversal (x5) de *Arbutus unedo* de la carbonera de Cogullos.

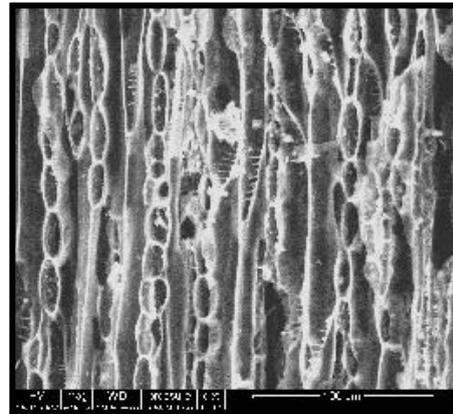


Arctostaphylos uva-ursi

Sección transversal.

Sección tangencial

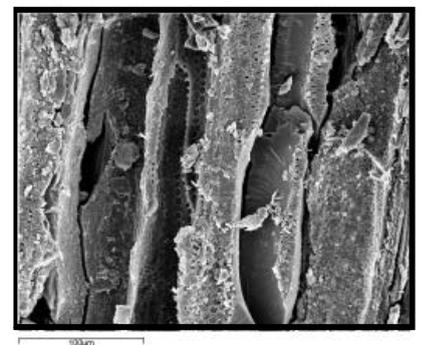
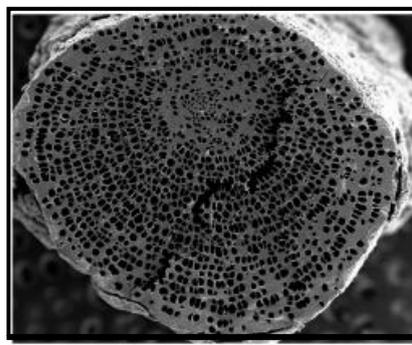
Figura 4.20. *Arctostaphylos uva-ursi* (gayuba, boixerola, azerimahatsa)



Rhododendron ferrugineum

Sección tangencial

Figura 4.21. *Rhododendron ferrugineum* (rododendro, neret, errododendro)



Vaccinium myrtillus

Sección transversal x33

Sección radial x370

Figura 4.22. *Vaccinium myrtillus* (arándano, nabinera, ahabia)



Figura 4.23. Sección trasnversal (x5) y tangencial (x10) de *Fagus sylvatica* de la carbonera de Cogullos.

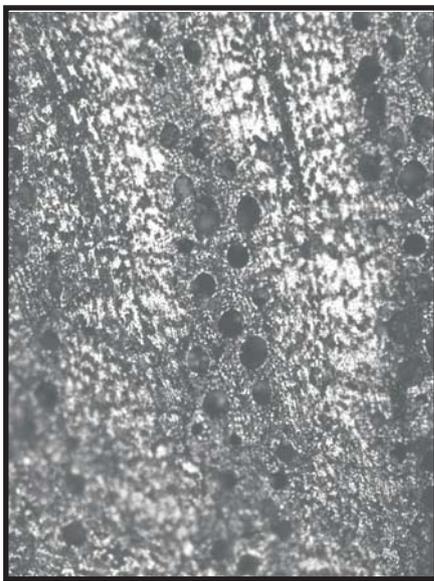


Figura 4.24. Sección trasnversal (x10) de *Quercus ilex* de la Carbonera de Cogullos.

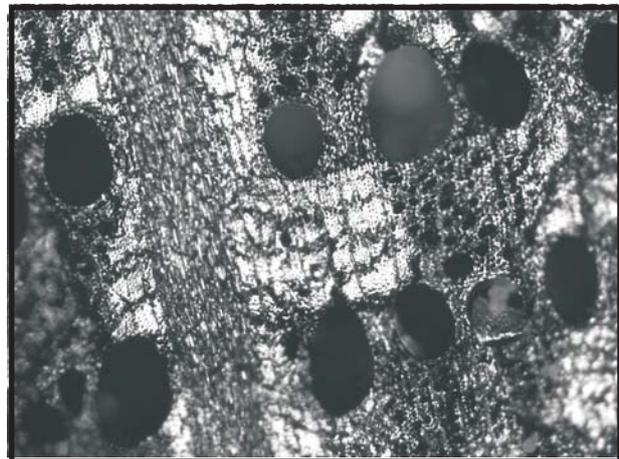
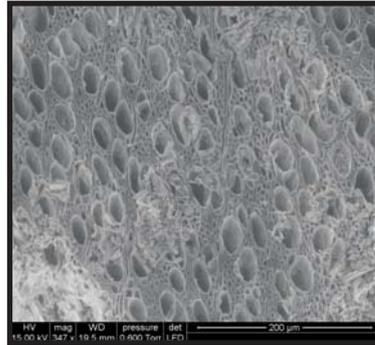


Figura 4.25. Sección trasnversal (x10) de *Quercus* sp. caducifolio de la carbonera de Cogullos.

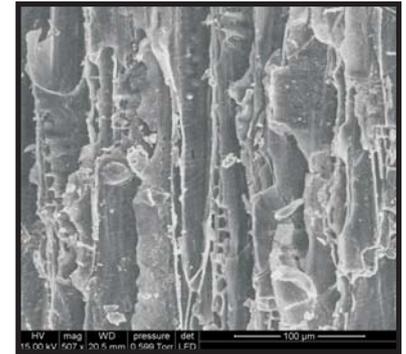


Sorbus aucuparia

Figura 4.26. Pomoideae



Sección transversal

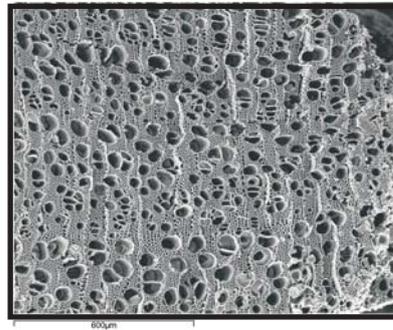


Sección tangencial

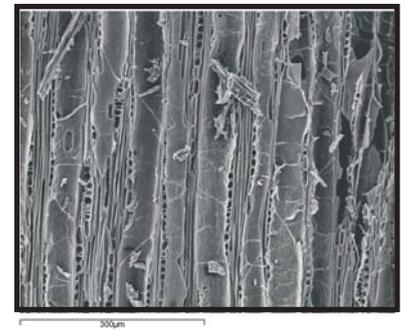


Salix pyrenaica

Figura 4.27. *Salix* sp. (sauce, salze, sahatsa)



Sección transversal x90



Sección tangencial x190

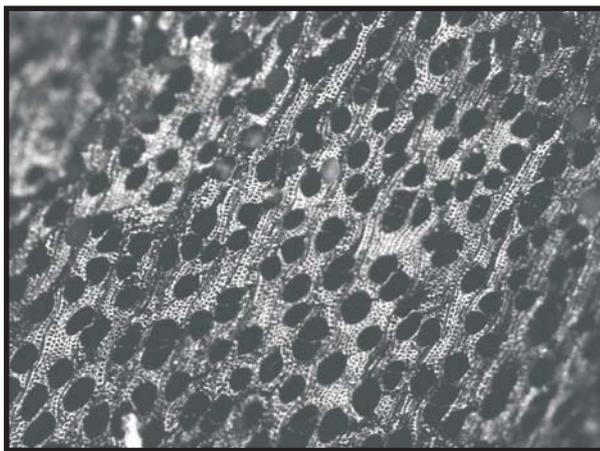


Figura 4.28. Sección transversal (x10) y tangencial (x50) de *Salix* sp. de la carbonera de Cogullos.

4.3.2. Estudio comparativo de la anatomía de *Pinus sylvestris* y *Pinus uncinata*

La importancia del género *Pinus* en este trabajo nos obliga a tratar la anatomía de las especies pirenaicas de este género desde una perspectiva más particular. Esto nos permitirá caracterizar los carbonos que identificamos y precisar en ocasiones el tipo de pino que encontramos. Debido a la similar anatomía de *Pinus sylvestris* y *Pinus uncinata* existen varios estudios en los que se intenta distinguir una especie de otra (Heinz, 1990; Schweingruber, 1990a; Guerrero-Campo *et al.*, 1998; García Esteban *et al.*, 2002; entre otros). La mayoría se centran en la diferencia de caracteres anatómicos y el estudio del crecimiento de los anillos, que muestra la influencia climática, otros factores ambientales sobre las especies, y aspectos como la caída de las acículas.

La formación de los anillos de estas dos especies se produce de principios de junio hasta finales de septiembre, aunque *Pinus sylvestris* inicia antes su desarrollo que *Pinus uncinata*. En otoño e invierno desciende el grosor y número de las células del anillo pero estos anillos son más anchos y con paredes más finas en *Pinus sylvestris* que en *Pinus uncinata*. Sin embargo, el número de células es igual en ambas especies, debido al menor diámetro de traqueidas que suelen tener las especies más tolerantes al estrés como *Pinus uncinata*. Su crecimiento por lo tanto ocurre en verano, por lo que el factor limitante sobre el crecimiento vegetal en altas altitudes es la temperatura y no las precipitaciones. La caída de acículas se suele producir en otoño sobre todo y sucede un mes antes en *Pinus sylvestris* que en *Pinus uncinata*. Además *Pinus sylvestris* tiene una mayor tasa de caída de acículas. Las acículas de *Pinus uncinata* son más pesadas, lo que indica una mayor adaptación al estrés ambiental (Guerrero-Campo *et al.*, 1998; Camarero *et al.*, 1998).

Bazile-Robert (1979) realizó una experimentación en la que comparó 35 individuos actuales carbonizados mediante la medición de varios caracteres anatómicos. Comparó los valores medios obtenidos en las muestras actuales con los valores obtenidos en los carbonos arqueológicos. La única característica que le permitió distinguir con claridad estas dos especies fue la posición de los canales resiníferos en los anillos de crecimiento considerando el leño inicial 0 y 1 el límite externo del anillo de crecimiento. En *Pinus sylvestris* el valor era mayor de 0,9.

Guerrero Campo *et al.* (1998) realizaron una media de la anchura de los radios en 10 fragmentos pertenecientes a estas dos especies procedentes de cuatro localidades diferentes. También contaron el número de células en estos radios. La tabla 4.1. nos muestra que *P. sylvestris* es una especie con anillos más anchos (de entre 1,5 y 2 mm. de media) que *P. uncinata* (de 1,2 mm. de media). En cuanto al número de células de media en cada anillo, la tabla muestra que existe una gran variabilidad, pero que en ambas especies es muy parecida.

LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA	ANCHURA DEL ANILLO (mm.)	NÚMERO DE CÉLULAS
La Estiva (<i>P. uncinata</i>) (1900m)	1,198± 0,141	40±5
Espierba (<i>P. sylvestris</i>) (1270m)	2,037±0,135	57±4
Collado de Sahún (<i>P. uncinata</i>) (1790m)	1,167±0,098	38±3
Plan (<i>P. sylvestris</i>) (1220m)	1,490±0,109	40±3

Tabla 4.1. Anchura del anillo y número de células en cada anillo de diferentes muestras de *Pinus sylvestris* y *P. uncinata* (Guerrero-Campo *et al.*, 1998).

Al no poder distinguir estas dos especies microscópicamente, algunos autores (Davasse, 2000; Figueiral y Carcaillet, 2005), denominan a este taxón *Pinus* tipo *sylvestris* incluyendo dentro de esta denominación tanto *Pinus nigra*, *P. sylvestris* o *P. uncinata*. Estos autores denominan *Pinus* tipo *sylvestris* a aquellos fragmentos de carbón que más se asemejen anatómicamente a esta especie y utiliza tres criterios para ello: *Pinus* tipo *sylvestris* presenta un cambio brusco del leño inicial al tardío, los canales resiníferos se encuentran todos en el leño final y las paredes de las traqueidas transversales son marcadamente dentadas. Si no se observan estos caracteres el fragmento se identifica como *Pinus sylvestris/uncinata*. Esta definición es muy parecida a la realizada por P. Greguss (1955) y C. Heinz (1990) que además observan que los anillos de crecimiento de *Pinus sylvestris* son más anchos que los de *P. uncinata*. Hather (2000) considera que en *Pinus sylvestris* existe una brusca transición del leño inicial al leño final, sus radios tienen entre 8 y 15 células de alto y las paredes de las traqueidas transversales son dentadas. García Esteban *et al.* (2002), describen estas dos especies y la única diferencia que mencionan está en las punteaduras areoladas de las paredes radiales en las traqueidas longitudinales, que serían redondeadas con abertura circular en el caso de *Pinus sylvestris* y redondeadas con abertura ocluida en el caso de *Pinus uncinata*.

Davasse (2000) realizó un experimento comparativo de estas dos especies a través del análisis de muestras actuales situadas entre 1.400 y 1.800 metros de altitud, donde podemos encontrar ambas especies. Las zonas muestreadas fueron los Pirineos del Ariège (Aston y Vicdessos), los Pirineos ceretanos (Ossejà) y los Pirineos catalanes españoles (Vall Ferrera). Llegó a la conclusión de que con los caracteres xilológicos ya observados por otros autores, como Schweingruber (1990a y b), a veces se podía decir si el taxón correspondía a *Pinus* tipo *sylvestris* o *P.* tipo *uncinata*. Pero en muchas ocasiones, dichos caracteres no eran claros, identificando el fragmento como *Pinus sylvestris/uncinata* (Davasse, 2000). Según este autor, el único criterio distintivo posible es la altitud. Igualmente, Bazile-Robert (1979) considera que la anchura del crecimiento de los anillos depende de elementos exteriores tales como el clima y la altitud.

Precisamente, algunos autores tienen en cuenta la altitud a la hora de poder inducir si se trata de una especie u otra. En el Pirineo español, *Pinus sylvestris* se sitúa en el piso montano llegando hasta los 1.800-1.900 metros de altitud. *Pinus uncinata* crece en el piso subalpino, ascendiendo hasta los 2.200 m. de altitud llegando en algunos casos hasta 2.700 m. R. Piqué, por ejemplo, identifica este taxón como *Pinus sylvestris/uncinata*, pero en sus interpretaciones considera que se trata de *Pinus sylvestris* si los carbones proceden de un yacimiento situado a menos de 1.800 m. de altitud y que se trata de *Pinus uncinata* cuando el yacimiento se encuentra por encima de esta cota (Pèlachs, 2004). Sin embargo, ambas especies se hibridan en altitudes intermedias, debido tanto a su proximidad genética y a sus similares patrones de crecimiento y caída de acículas, como a las similares condiciones climáticas y ecológicas en las que viven (Tabla 4.2.).

Sección	Característica	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus uncinata</i>	Autor
Transversal	Formación del leño inicial	Principios de junio-finales de septiembre	Principios de junio-finales de septiembre (más tarde que <i>P. sylvestris</i>)	Guerrero-Campo <i>et al.</i> , 1998 Camarero <i>et al.</i> , 1998
	Formación del leño final	Otoño-Invierno	Otoño-Invierno	Guerrero-Campo <i>et al.</i> , 1998 Camarero <i>et al.</i> , 1998
	Longitud de los anillos de crecimiento	1.500-2000 μm	1.100-1.200 μm	Guerrero-Campo <i>et al.</i> , 1998
	Crecimiento anual	Ancho	Fino	Heinz, 1990 Greguss, 1955
	Longitud del anillo de crecimiento del leño final	Normal Ancho	Fino	Heinz, 1990 Greguss, 1955
	Número de células en cada anillo	40-50	38-40	Guerrero-Campo <i>et al.</i> , 1998
	Tipo de transición del leño inicial al final	Brusco y un poco ondulado debido la presencia de canales resiníferos	Gradual Brusco Un poco ondulado debido la presencia de canales resiníferos	Figueiral y Carcaillet, 2005; Hather, 2000 Schweingruber, 1990a Greguss, 1990
	Ubicación de los canales resiníferos	En el leño final	En todo el leño	Figueiral y Carcaillet, 2005 Heinz, 1990 Greguss, 1955
	Diámetro de los canales resiníferos	100-150 μm		Heinz, 1990 Greguss, 1955
	Células epiteliales de los canales resiníferos (diámetro)	100-110 μm	110-150 μm	García Esteban <i>et al.</i> , 2002
	Células epiteliales de los canales resiníferos	Paredes finas y sin lignina	Paredes finas y sin lignina	Gregus, 1955
	Traqueidas (diámetro)	15-20 μm	15-35 μm	García Esteban <i>et al.</i> , 2002
Tangencial	Paredes de las traqueidas	En el leño inicial más finos que en el leño final	En el leño inicial más finos que en el leño final	Greguss, 1955
	Radios	Uniseriados y de 2 a 5 series en los radios con canales resiníferos	Uniseriados y de 2 a 5 series en los radios con canales resiníferos	Greguss, 1955
	Radios uniseriados (células)	1-12 (20) 8-15 5-15	1-12	García Esteban <i>et al.</i> , 2002 Hather, 2000 Heinz, 1990 Greguss, 1955
	Radios con canales resiníferos	20-25	20-25	Greguss, 1955
Radial	Punteaduras areoladas de las paredes tangenciales en las traqueidas longitudinales (diámetro)	7-9 μm	10-12 μm	García Esteban <i>et al.</i> , 2002
	Paredes en las traqueadas longitudinales	Más finas en el leño inicial que final	Más finas en el leño inicial que final	Greguss, 1955
	Punteaduras areoladas de las paredes radiales en las traqueidas longitudinales	Redondeadas con abertura circular Redondas en el leño inicial ovoideas en el leño final	Redondeadas con abertura ocluida Redondas en el leño inicial ovoideas en el leño final	García Esteban <i>et al.</i> , 2002 Greguss, 1955
	Punteaduras	16-26 μm	20-35 μm	García Esteban <i>et al.</i> , 2002
	Tipo de punteaduras en las traqueidas transversales	Fenestriforme	Fenestriforme	Figueiral y Carcaillet, 2005 Hather, 2000 Schweingruber, 1990a
	Número de punteaduras en las traqueidas transversales	1-2	1-2	Heinz, 1990
	Paredes de las traqueadas transversales	Gruesas y dentadas	Dentadas	Figueiral y Carcaillet, 2005 Hather, 2000 Schweingruber, 1990a Heinz, 1990
Ecología	Altitud Agentes externos	Hasta 1800 m Piso montano	1800- 2400 (2700) m Piso subalpino	Piqué (Pélachs, 2004) Guerrero-Campo <i>et al.</i> , 1998 Camarero <i>et al.</i> , 1998 Bazile-Robert, 1979
Acículas	Caída de acículas	Otoño (un mes antes que <i>P. uncinata</i>)	Otoño	Guerrero-Campo <i>et al.</i> , 1998; Camarero <i>et al.</i> , 1998
	Peso de las acículas	Menos peso que <i>P. uncinata</i>	Más peso que <i>P. sylvestris</i> (mayor adaptación al clima)	Guerrero-Campo <i>et al.</i> , 1998; Camarero <i>et al.</i> , 1998
	Número de acículas	Más que <i>P. uncinata</i>	Menos que <i>P. sylvestris</i>	Guerrero-Campo <i>et al.</i> , 1998 Camarero <i>et al.</i> , 1998

Tabla 4.2. Características observadas para la identificación y distinción de *Pinus sylvestris* y *P. uncinata* según diversos autores.

Con el fin de intentar distinguir *Pinus sylvestris* y *P. uncinata* en este estudio, observamos varias características: la localización de los canales resiníferos, las punteaduras areoladas y la anchura de los anillos de crecimiento.

En los fragmentos estudiados, no hemos tenido en cuenta la posición de los canales resiníferos en el leño final, porque en un mismo fragmento, no se encuentran todos en la misma posición. Las punteaduras areoladas de las paredes radiales en las traqueidas longitudinales tampoco nos ha servido de criterio de distinción porque hemos observado que se trata de un carácter muy difícil de determinar.

La única característica que varía notablemente de un fragmento a otro, y resulta fácil de medir, es la anchura de los anillos de crecimiento (Bazile-Robert, 1979; Dufraisie, 2006). En nuestros fragmentos, no hemos tenido en cuenta las ramas demasiado pequeñas, pues sus anillos muy cortos distorsionarían los resultados estadísticos.

En total, realizamos medidas en 1.324 fragmentos, y en todos ellos la anchura de los anillos de crecimiento era menor de 1.200 μm . Sabemos que las medidas realizadas en carbones son iguales que las medidas correspondientes a la madera sin carbonizar, porque el grosor de los anillos de crecimiento no cambia significativamente a pesar de que las condiciones de combustión sean iguales (Salisbury y Jane, 1940). Por lo tanto, los resultados obtenidos se han podido comparar con los obtenidos por Guerrero-Campo *et al.* (1998) (Tabla 4.2.), aunque se trate de muestras de madera y no de carbón como en nuestro caso. Suponiendo que, según estos autores, *P. sylvestris* es una especie con una anchura de los anillos mayor a 1.400 μm y *P. uncinata* menos de 1.200 μm ., nuestros fragmentos encajan con las características pertenecientes a *Pinus uncinata*, pues como ya hemos dicho, todas las medias se sitúan por debajo de esta última medida.

En nuestro material no contamos el número de células de cada anillo. Sin embargo, no descartamos analizar este carácter en un futuro para comprobar que, tal como afirmaron Guerrero-Campo *et al.* (1998), éste no es un criterio que varíe entre estas dos especies.

Para comprobar si la anchura de los anillos de crecimiento variaba con la altitud, llevamos a cabo una media de la anchura de los anillos teniendo en cuenta la altitud de la estructura de donde procedían los carbones. Esta media se llevó a cabo cada 100 m. desde los 1.800 a los 2.500 m. de altitud. Los resultados se pueden observar en el gráfico 4.1. La diferencia notable de la anchura de los anillos en la región estudiada se

encuentra en el cambio de 1.900 a 2.000 m. de altitud. Las medias de los carbones recuperados entre 2.000 y 2.400 m. de altitud son muy similares. Hasta 2.400 m. de altitud estas medidas se mantienen, pero a partir de 2.500 m. de altitud, la diferencia vuelve a ser mayor. De modo que como conclusión podemos decir que a medida que subimos en altitud, la anchura de los anillos de los pinos decrece gradualmente. Los resultados nos muestran una imagen bastante similar a la actual, pues hoy en día podemos observar que *Pinus sylvestris* alcanza 1.800-1.900 m. de altitud en los Pirineos.

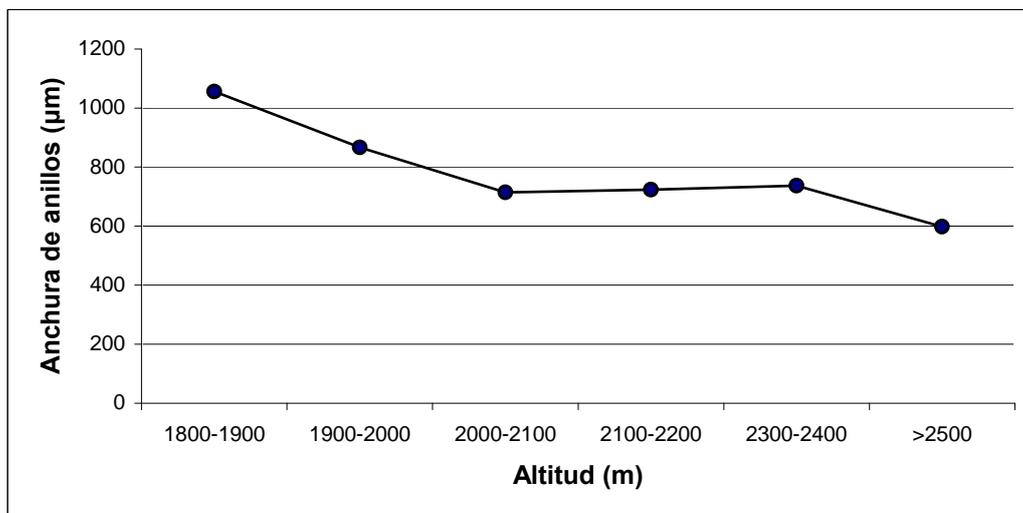


Gráfico 4.1. Representación gráfica de la relación entre la anchura de los anillos y las altitudes.

Por lo tanto, decidimos denominar a todos los fragmentos de *Pinus* tipo *uncinata* por dos razones: por un lado, la mayoría de los fragmentos estudiados tenían menos de 1.200 µm de anchura de anillos y por otro, todas las muestras de pino estudiadas procedían de una altitud mayor a 1.800 m. Por lo tanto, la probabilidad de que se traten de *Pinus uncinata* es mayor en las muestras estudiadas, debido a sus características anatómicas (anchura del anillo de crecimiento) y a su ubicación altitudinal.

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 comprensiones, 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.

4.4.1. Análisis dendrológico

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 afectada 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 4.29.) (Ludemann, 2006).

Con la observación de los anillos de crecimiento y su análisis eco-anatómico, 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, 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) (Figura 4.30.). Además, si un fragmento conserva la corteza, podremos llegar a conocer en qué momento del año fue cortada la rama.

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.

4.4.2. Alteraciones producidas antes de la combustión

Crecimiento de la planta

Durante su crecimiento, las plantas se ven afectadas por diversos elementos del entorno en el que se encuentran. Dichos elementos son la topografía, la insolación, las condiciones meteorológicas o las características del suelo. Debido a ellos, el árbol puede sufrir en su estructura anatómica diversas alteraciones. Además, otros aspectos relacionados con las actividades antrópicas como la poda pueden afectar la estructura (Thiébault, 2006). Las alteraciones más características relacionadas con el crecimiento de las plantas son: fisuras, acebolladuras, nudos, tensiones, compresiones, sinuosidad y anchura de los anillos.

Las fisuras se producen cuando el árbol sufre fríos intensos (Figura 4.31.). Con un cambio brusco en las temperaturas ambientales, la estructura se rompe y las células se agrietan. Esta alteraciones se suele observar en la sección transversal de la madera (Fischesser, 2000). Como ya veremos, las fisuras también se producen durante la combustión. Las acebolladuras, entre otras cosas, se refieren a la separación de anillos debido a las torsiones que sufre el árbol durante las tormentas. Los nudos se producen en las bifurcaciones de las ramas o cuando éstas se caen. En este caso, las células se distorsionan o tuercen (Figura 4.32.).

Los árboles desarrollan un crecimiento excéntrico para evitar caerse por su propio peso. Ocurre sobre todo en los árboles que crecen en pendientes o en zonas donde la

influencia del viento es bastante importante. Esta reacción se denomina tensión en el caso de las angiospermas y compresión en el de las coníferas. En ambos casos, la densidad de la madera es mayor. Las paredes secundarias de las células que sufren tensión en las angiospermas contienen fibras gelatinosas y muestran una forma irregular (Schweingruber, 1996) (Figura 4.33.).

Las compresiones en las coníferas producen un engrosamiento de las paredes secundarias de las células (Schweingruber, 1996). En la sección longitudinal suelen aparecer estriaciones conspicuas paralelas alineadas al eje de las celdas en un ángulo de unos 40-45°, formando así hélices alrededor de las células (Marguerie y Hunot., 2007) (Figura 4.34.).

El denominado colapso de células (Théry, 1993) se observa en la sección transversal de las coníferas y se produce antes en el leño final que en el inicial. Se trata de una alteración que se produce cuando las paredes secundarias de las células de la estructura se encuentran completamente deterioradas y sólo la pared primaria sigue conservando la estructura de la madera. Las cadenas de celulosa de las paredes secundarias se despolimerizan antes y la celulosa pierde su unión física con la lignina, porque a diferencia de en las paredes primarias, ésta no se dirige en todas las direcciones. Esto da lugar a la pérdida de rigidez de las paredes de las células. Las paredes primarias de las células se componen mayoritariamente de celulosa que, como ya hemos dicho, discurre en todas las direcciones y sin mucha lignina, mantiene su estructura durante más tiempo. Esto también explicaría un anterior deterioro de las paredes secundarias del leño final. Una vez se han descompuesto la celulosa de las paredes secundarias de las células, las paredes primarias se colapsan y se van descomponiendo lentamente perdiendo la estructura de la madera (Gorzynski y Molski, 1969).

Se trata de una alteración que se produce en las maderas, es decir antes de la combustión y con mayor frecuencia en las maderas húmedas y menos densas (Gorzynski y Molski, 1969; Théry, 1993). Esta alteración se ha relacionado con la deformación de la estructura característica de los carbones fósiles como la lignina (Théry, 1993; 2001). Otros autores han relacionado su aparición con causas naturales como la presión que sufre el árbol debido a la nieve, a fuertes vientos o a su ubicación en pendiente (Schweingruber, 1996). El ataque por microorganismos se ha considerado otra de las causas de la aparición del colapso. Las células estarían aplastadas al perder

resistencia a causa del ataque de los hongos (Carrión, 2005). La presión sedimentaria o la combustión también podrían ser otra de las razones de la aparición de este tipo de alteraciones (Allué, 2002).

La apariencia sinuosa de los anillos puede deberse a diversas razones como el crecimiento desigual de los anillos tras la recuperación del árbol de fisuras o alteraciones debido al ataque de microorganismos o al crecimiento desigual del árbol debido a su ubicación en un lugar con fuertes vientos o en pendiente. Schweingruber (1996) relaciona la aparición de anillos sinuosos con condiciones climáticas cambiantes (Figura 4.35.).

Finalmente, las coníferas producen resina durante la vida del árbol. Al quemarse un fragmento con resina, el aspecto que presenta éste al microscopio es característico y muy parecido a la vitrificación (Figura 4.36). Py y Ancel (2006) observaron en un trabajo experimental que, debido a la combustión, el fragmento con resina se vuelve más oscuro debido a la fuga dióxido de carbono.

Alteración por microorganismos

Los microorganismos pueden ser insectos u hongos que atacan a las plantas. Éstos no suelen afectar a todas las especies por igual, porque determinadas especies disponen de elementos tóxicos que les protegen de estos ataques (Goszynski y Molski, 1969). Para que exista una proliferación de este tipo de microorganismos, deben producirse unas condiciones ambientales (humedad y temperatura) adecuadas. Por eso, su presencia o ausencia no nos están indicando que se trate de madera muerta o viva respectivamente (Dufraisse, 2006).

Los hongos son especies heterótrofas que adquieren el carbono orgánico de otras fuentes, es decir, no realizan el proceso de fotosíntesis. Podemos distinguir dos tipos de hongos: los saprofitos, cuya fuente de nutrición es la materia muerta, y los parásitos, que se nutren viviendo dentro o sobre otro organismo vivo. Estos hongos causan la descomposición y el deterioro de la materia orgánica. Pueden causar la obstrucción de los tubos conductores, la desintegración, sequía de los tejidos afectados, tumores, etc. (Muntañola, 1997).

En el material antracológico hemos reconocido únicamente hifas de hongos. Éstas se desarrollan a través de un micelio en el interior de la estructura de la madera en forma de filamentos. Se transmite por la estructura celular a través de las punteaduras intervasculares y ataca sobre todo a las paredes, que sufren un importante adelgazamiento y pérdida de consistencia (Carrión, 2005). Las hifas suelen instalarse en la madera una vez muerto el árbol. Se trata de filamentos blancos de hifas que provienen de hongos que se encuentran en la superficie y que penetran en maderas muertas en condiciones aeróbicas (Figura 4.37.). Suelen afectar a las partes que no tienen corteza y se desarrollan más rápidamente cuando las temperaturas son más elevadas y cuando existe una humedad ambiental de entre 70 y 90% (Schweingruber, 1990b). Cuando el carbón se observa al microscopio se puede saber si las hifas se instalaron antes o después de la carbonización. Si la hifa se desarrolla antes de la combustión presenta un aspecto blanco y brillante que refleja luz y si se desarrolla después de la carbonización no lo refleja (Durand, 2004).

Los xilófagos son insectos que viven en la madera tanto viva como muerta y se alimentan de ella. Tienen una gran capacidad de reproducción y causan un gran daño en la estructura de la madera (Figura 4.38.). Se suelen reproducir sobre todo en maderas húmedas. Las larvas de estos insectos suelen crear galerías, pero los orificios que se pueden observar en la sección transversal, suelen realizarlos los adultos, que después de completar su ciclo larvario salen al exterior para aparearse y reinfectar nuevas maderas. Al carbonizarse la madera, van quedando huecos en la estructura anatómica (Carrión, 2005).

Habitualmente el ataque de los microorganismos se observa en el leño final ya que suele ser más plástico y débil. Asimismo esta parte del leño ofrece un aspecto vitrificado que podría estar vinculado a este hecho (Gorzynski y Molski, 1969; Théry-Parisot, 2001).

4.4.3. Alteraciones producidas durante la combustión

Las alteraciones ocasionadas durante la combustión y que se observan en los carbones, dependen de dos factores principales: el estado en el que se encuentre el combustible en el momento que se va a quemar y las condiciones en las que se produzca esa combustión. Las variables relacionadas con el combustible y que pueden variar el proceso de combustión son las características anatómicas de la propia especie, el calibre

de la madera quemada, sus propiedades físico-químicas y las condiciones en las que ésta se encuentre. Tales condiciones son el estado verde o seco de la madera, si ésta ha sido afectada por microorganismos o no, etc. Por otro lado, las variables que intervienen en el proceso de combustión son varias. Éstas son la utilización de única especie o varias, el ambiente reductor u oxidante, el tiempo y la temperatura de la combustión y las características del suelo.

A través del microscopio se pueden observar dos tipos de alteraciones que están relacionadas con el proceso de combustión: las fisuras y la vitrificación. Éstas se observan claramente en la sección transversal.

Las fisuras surgen durante el proceso de carbonización al producirse un escape de los gases de manera rápida y violenta (Théry-Parisot, 1998). Al aumentar la temperatura, la madera se contrae de diferente manera en sus tres secciones anatómicas. En el caso de *Quercus variabilis*, por ejemplo, la reducción de la sección tangencial es aproximadamente el doble (26%) que la de la sección radial (15%) y tangencial (11%) (Kim y Hanna, 2006). Es por esta razón que en los carbones observamos un mayor número de fisuras en la sección transversal. El origen de las fisuras puede estar relacionado con otros aspectos como el estado de la madera verde o seca o la humedad que contiene. Normalmente en estado verde las fisuras son mayores (Théry-Parisot, 2001). Sin embargo, como ya hemos señalado, estas fisuras también pueden surgir durante el crecimiento del árbol por lo que puede que en un mismo fragmento estemos observando fisuras debidas al crecimiento y a la combustión de la madera. Estas fisuras pueden causar una imagen distorsionada de la sección tangencial al unirse varios poros y dar la sensación de ser un poro grande dificultando de este modo la identificación taxonómica.

La vitrificación es una alteración que homogeneiza la estructura fusionando las células y presenta un aspecto vidrioso y brillante, como su propio nombre indica. A veces, las características que permiten determinar el carbón desaparecen y no se puede llevar a cabo la identificación. Esta alteración es más frecuente en la corteza que en el resto de la estructura, según hemos observado en el material estudiado. Hasta el momento no se conocen las causas exactas de esta alteración, a pesar de que se hayan realizado muchos intentos para poder determinar su origen (Thinon, 1992; Scheel-Ybert, 1998; Théry-Parisot, 1998). Carrión (2005) sugiere que esta alteración puede surgir cuando la madera

se quema y suelta gases y al faltar oxígeno, se interrumpe el proceso de pirolisis. Esto da lugar a la acumulación de alquitrán en la estructura de la madera causando así un aspecto vitrificado. V. Py y B. Ancel (2006) relacionaron la presencia de la resina con esta alteración.

Otros autores relacionan su presencia con una combustión reductora, lenta y de temperaturas elevadas entre 400 y 600 °C, combustión característica de estructuras como las carboneras. En este tipo de estructuras esta alteración suele ser más frecuente (Fabre, 1996; Scheel-Ybert, 1998; Théry-Parisot, 2001; Carrión, 2005; Kim y Hanna, 2006).

La vitrificación también se ha relacionado con la combustión de la madera verde con un importante contenido de humedad (es una alteración frecuente en los restos recuperados en turberas) (Scheel-Ybert, 1998). Fabre (1996) observó que los carbones de las carboneras de su estudio tenían más vitrificaciones debido a la humedad de la madera utilizada. Según él, la madera que se utilizaría en las carboneras se talaba semanas antes y se acumulaba alrededor de las carboneras, de modo que el combustible recogía la humedad del entorno. Sin embargo, esta propuesta era especulativa y todavía no se ha demostrado.

Otra alteración que se produce durante la combustión, son las pequeñas protuberancias en las células de los radios y en el parénquima axial. Son vestigios de simples punteaduras que resisten la contracción de la madera y se mantienen en la estructura durante más tiempo que las paredes de las células adyacentes (Figura 4.39.) (Kim y Hanna, 2006).

4.4.4. Procesos tafonómicos y de fosildiagénesis

Diversos agentes físico-químicos, mecánicos y biológicos actúan sobre los carbones al depositarse (Schweingruber, 1978). Las alteraciones postdeposicionales que pueden producirse son la introducción de tierra, minerales del suelo y raíces en la estructura, así como ataque por microorganismos o procesos de hielo/deshielo.

Asimismo, el material puede sufrir un desplazamiento. Los fenómenos meteorológicos y erosivos como la lluvia pueden trasladar el material arqueológico y serán más susceptibles aquellos de menor tamaño y menor densidad. Algunos carbones suelen

presentar un aspecto pulido y redondeado. Suponemos que esta alteración puede deberse al desplazamiento del material. Sin embargo, este redondeamiento puede ser debido al proceso de combustión o al trabajo de la madera (Allué, 2002).

En los yacimientos donde continuamente ha habido una actividad ganadera, el pisoteo es una acción muy importante. Aparte del desplazamiento, en estos casos, el material también sufre una importante fragmentación.

Por último, durante el proceso de recuperación de los macro-restos vegetales en la flotación o tamizado, éstos se pueden fragmentar. Esta fragmentación causará una problemática específica durante la cuantificación del material estudiado para su interpretación.

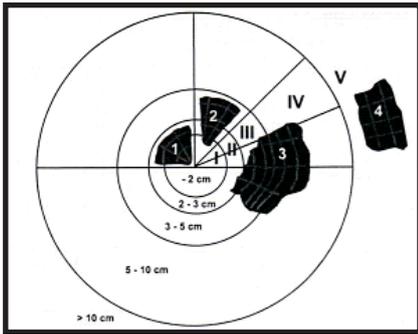


Figura 4.29. Plantilla de curvatura de anillos
“(Ludemann, 2006: 65)”

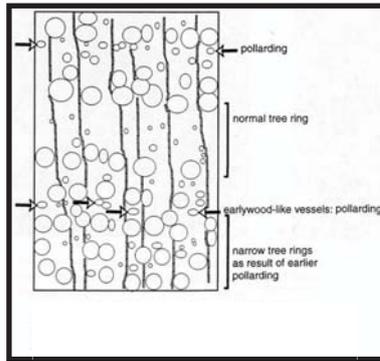


Figura 4.30. La imagen representa los criterios anatómicos observados para el estudio morfométrico (Haas y Schweingruber, 1994: 37)



Figura 4.31. Fisuras debidas a fríos intensos

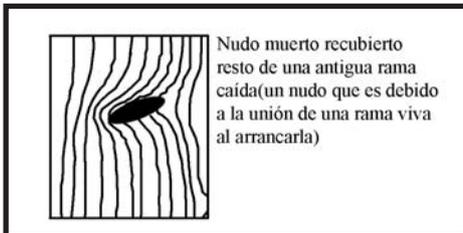


Figura 4.32. Imagen de un nudo (Fishesser, 2000: 81)

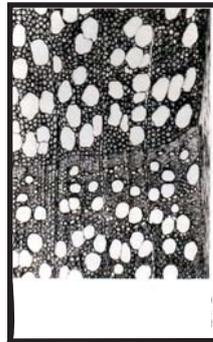


Figura 4.33. Tensión de una angiosperma (Schweingruber, 1996: 88)

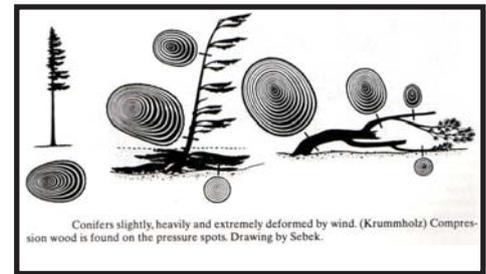


Figura 4.34. Crecimiento desigual de los anillos de un árbol debido a condiciones ambientales (Schweingruber, 1996: 35)

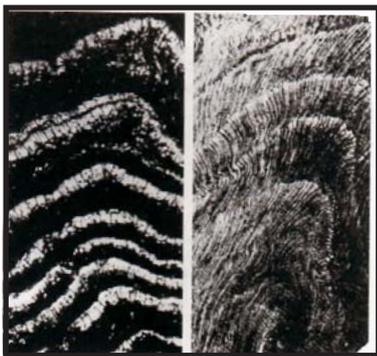


Figura 4.35. Radios sinuosos (Schweingruber, 1996: 524)

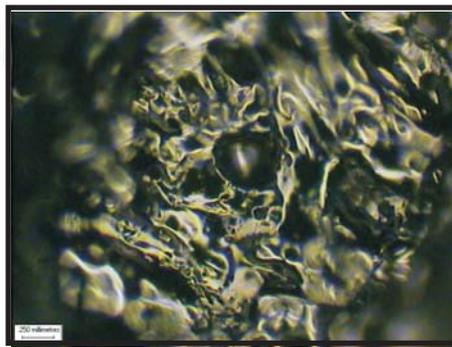


Figura 4.36. Resina observada en un fragmento de una combustión experimental

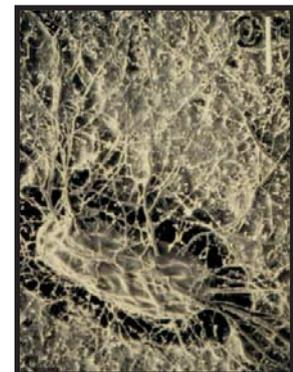


Figura 4.37. Vista de hifas con en M.E.B. Sobre fragmento de madera



Figura 4.38. Acción de los xilófagos sobre la madera

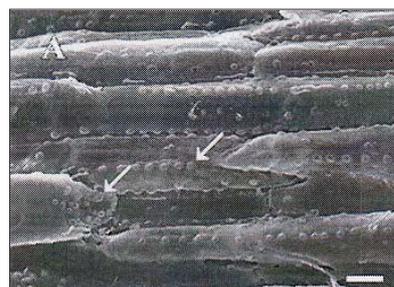


Figura 4.39. Protuberancias en las células radiales (Kim y Hanna, 2006: 397)

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, 1999a).

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 este tipo de taxones 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 4mm., pero en muchos casos suelen ser los fragmentos menores de 4 mm. los más numerosos. Además, según esta autora, los pequeños fragmentos no muestran ninguna originalidad cuantitativa si se les compara con los fragmentos mayores de 4mm. 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 aquellos fragmentos mayores de 4 mm. Aunque si no disponemos de un mínimo establecido de fragmentos de este tamaño, hemos observado los carbones de entre 2 y 4 mm.

Otro método cuantitativo a parte del porcentaje o el número absoluto o masa de los taxones es la presencia/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 proporcionara 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 muestro 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 objetivo de poder realizar una fiable interpretación de los resultados, 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, la variabilidad que presente el registro, del yacimiento, el marco cronológico, el tipo de vegetación del entorno, el tiempo de utilización de la estructura y 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 mm. 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 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. B. 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 carbones son suficientes para conocer los taxones principales de una carbonera. En este caso, no se verían representados, sin embargo, las especies marginales que no tendrían valor estadístico (Dubois, 1992). Según Davasse (1992), 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 las mismas.

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 4.2. 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.

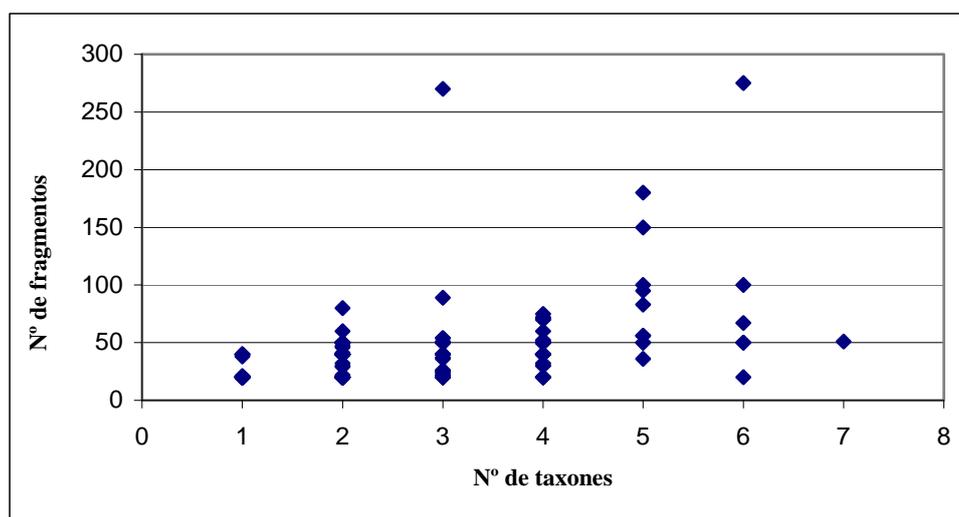


Gráfico 4.2. Relación entre número de taxones y número de fragmentos observados en todas las muestras estudiadas

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 (Gráfico 4.3 y Gráfico 4.4.). Para establecer una comparación entre las diversas estructuras de este tipo y poder observar la variabilidad

de las mismas, se decidió observar hasta 40 fragmentos por UE, considerando que se trataba de una muestra suficientemente significativa.

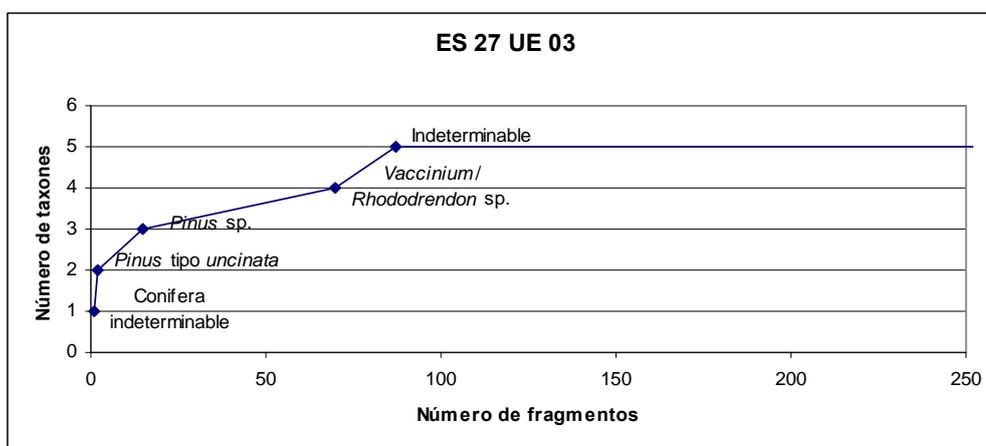


Gráfico 4.3. Curva taxonómica de la ES 27 UE 2703

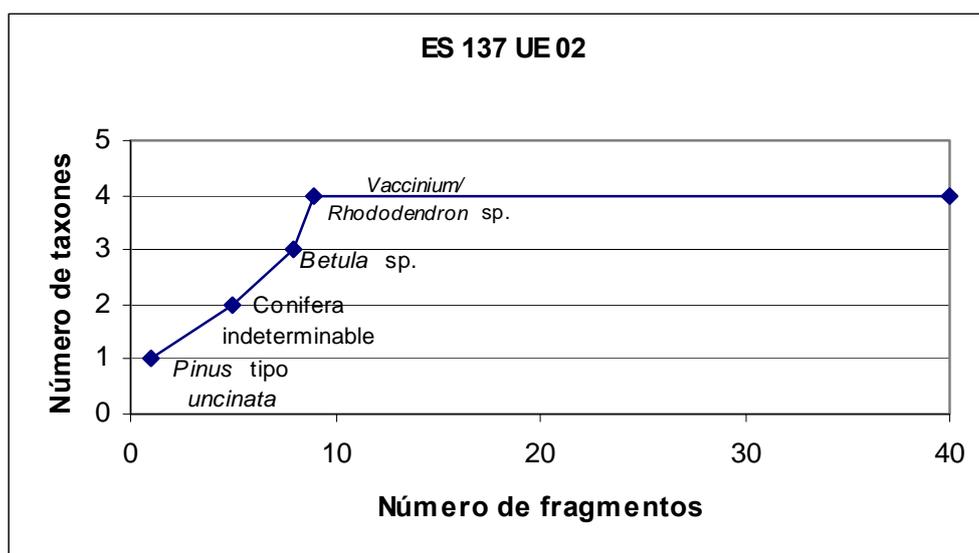


Gráfico 4.4. Curva taxonómica de la ES 137 UE 02

En los **hornos** aparecen representados los principales elementos del registro entre los 40 primeros fragmentos estudiados en todos los casos, los Gráfico 4.5., 4.6. y 4.7. son un ejemplo de ello. En el Gráfico 4.6., 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.

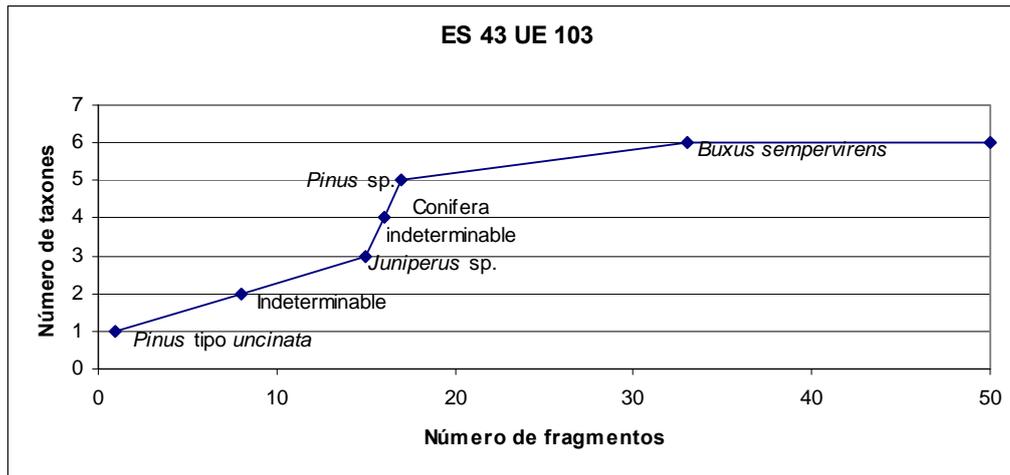


Gráfico 4.5. Curva taxonómica de la ES 43 UE 103

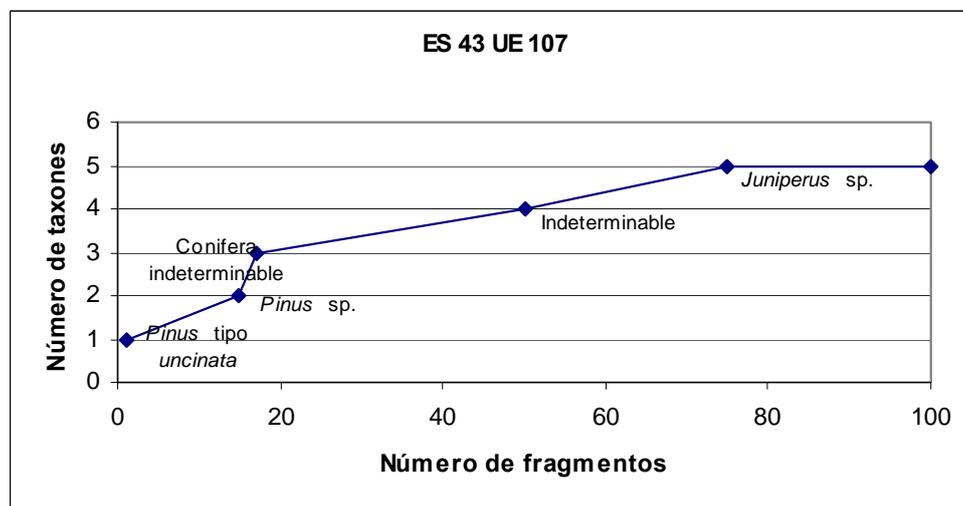


Gráfico 4.6. Curva taxonómica de la ES 43 UE 107

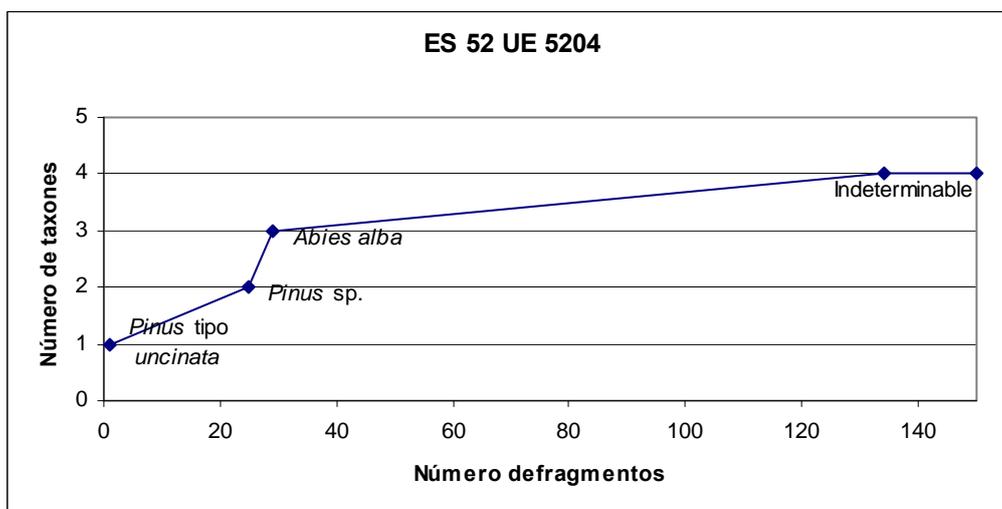


Gráfico 4.7. Curva taxonómica de la ES 52 UE 5204

En las **carboneras**, se ha decidido observar hasta 20 fragmentos cada 10 cm. 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 totalidad del registro ya aparece representado por la observación de un mínimo de 20 fragmentos por cada 10 cm. muestreados (Gráfico 4.8., 4.9. y 4.10.). 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 4.9.). Sin embargo, esta especie ya aparece a partir del primer fragmento observado en una cota superior del mismo nivel.

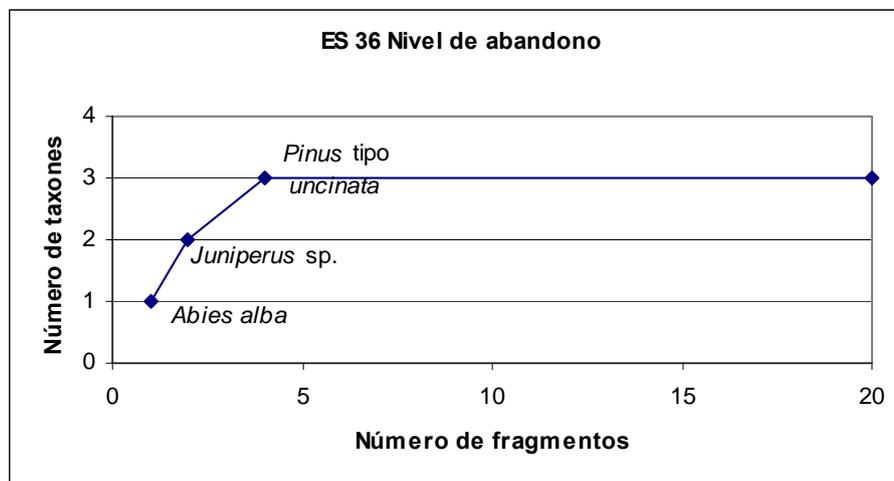


Gráfico 4.8. Curva taxonómica del nivel de abandono de la carbonera ES 36

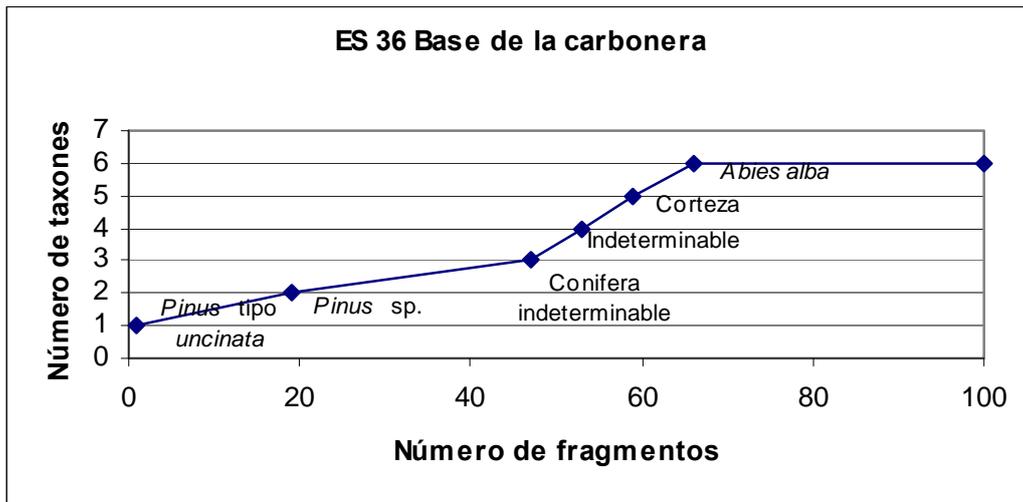


Gráfico 4.9. Curva taxonómica del nivel de la base de la carbonera ES 36

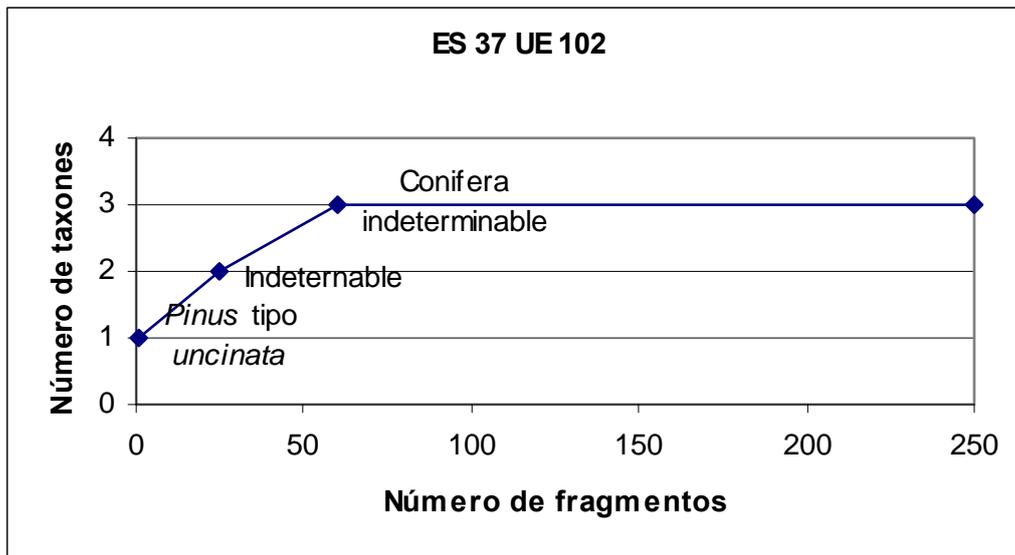


Gráfico 4.10. Curva taxonómica de la ES 37 UE 102

Por lo tanto consideramos que la observación de hasta 20 fragmentos cada 10 cm. 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. Entrevista realizada a los carboneros

A partir de las cuestiones que nos hemos planteado frente a carboneras arqueológicas y las sociedades que explotaron el entorno que estamos estudiando, elaboramos una encuesta para la realización de entrevistas personales con carboneros. A continuación presentamos las preguntas llevadas a cabo en las entrevistas:

SOBRE LA ACTIVIDAD DE CARBONEO EN LA REGIÓN

- ¿Esta actividad ha sido frecuente en la región?
- ¿Se hacía en el monte?
- ¿El bosque era público o privado?
- ¿Era un trabajo familiar o trabajaban por contrato?
- ¿Cuántas personas se reunían para trabajar juntas?
- ¿Cuántos años hace que se dejó de hacer carbón?
- ¿Dónde y a quién se vendía este carbón?
- ¿A qué precio estaba el Kg?
- ¿Cuántos Kg. se hacían?
- ¿Cómo se transportaba?

TIPO DE TRABAJO DEL CARBONERO

- ¿Trabajaba como carbonero a tiempo completo o lo hacía para complementar otras actividades como la agricultura?
- ¿Cuántos años hace que dejó de trabajar como carbonero?
- ¿Todavía hace carboneras? ¿Para ganar dinero y vender el carbón? ¿Como atracción turística?

VIDA DEL CARBONERO

- ¿Dónde iban a hacer carbón?
- ¿Pasaban las noches allí?
- ¿Dónde dormían?
- ¿Qué comían?
- ¿Cada cuanto tiempo bajaban y subían de la montaña?
- ¿Iba alguien a traerles comida?

LAS PILAS HECHAS POR EL CARBONERO

- ¿En qué época del año recogíais la leña?

- ¿Eran troncos y ramas gruesas o también se recogían tocones?
- ¿De qué calibre era la leña?
- ¿Con qué se talaba?
- ¿De qué especie era?
- ¿Para encender la leña utilizaban ramas de otra especie?
- ¿Cómo se transportaba al lugar de la plaza?
- ¿Dónde la almacenaban?
- ¿Cuántas carboneras hacían a la vez?
- ¿Cuántos Kg. de carbón se obtenía de cada una?
- ¿De qué forma eran las carboneras? ¿Eran totalmente circulares u ovoides?
- ¿Con qué cubrían las carboneras?
- ¿Las pilas se hacían en vertiente o en llano?



5. Presentación de datos

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. Dichas muestras fueron recogidas en las campañas de prospección y sondeos dirigidas por el Dr. J.M. 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 5.1.).

	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'Inglà I	53	Carbonera
		58	Carbonera
		59	Cercado
	Pla de l'Inglà II	60	Carbonera
	Pla de l'Inglà III	52	Horno
		100	Carbonera
		102	Carbonera
		104	Carbonera
	Bosc dels Estanyons	64	Carbonera
		65	Carbonera
		66	Carbonera
		67	Carbonera
		104	Carbonera
110		Carbonera	
Setut I	1	Carbonera	
	2	Carbonera	
Portella de Setut I	47	Carbonera	
Carboneres de Setut	48	Carbonera	
	50	Carbonera	
	129	Carbonera	
Orri del Riu dels Orris	82	Carbonera	

Sierra de Cadí	Orris de Setut III	27	Cabaña
		35	Cabaña
		29	<i>Pleta</i>
	Pleta de les Bacives	151	Cercado
		152	Cabaña
		153	Cabaña
	Basses de Setut II	121	Cercado
		133	Cercado
		135	Cercado
		137	Cabaña
	Perafita	13	Carbonera
	Cernereres	35	Carbonera
		36	Carbonera
		37	Carbonera
		39	Carbonera
51		Carbonera	
Goleró		2	Cercado
		16	Cercado
		46	Cercado
		42	Horno
		43	Horno
		48	Cercado
		75	Relacionado con actividad metalúrgica
		79	Relacionado con actividad metalúrgica
		80	Relacionado con actividad metalúrgica
	11	Relacionado con actividad agropecuaria	
12 Sondeo 1	Relacionado con actividad agropecuaria		
Pradell	30	Cabaña	
	31	Cercado	
	81	Relacionado con actividad metalúrgica	
Carboneres	82	Carbonera	
	83	Carbonera	
	84	Carbonera	

Tabla 5.1. Estructuras de las que proceden las muestras de carbón estudiadas.

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 nuestra Tesis Doctoral¹ (Palet, 2005b, 2005c, 2005d, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d, 2007a, 2007b, 2007c y 2008).

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. BC) hasta época contemporánea (la ES 27 de Orris de Setut tiene una cronología de 1866 cal. AD). La Tabla 5.2. nos muestra las dataciones por ¹⁴C 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 ¹⁴C, 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 elementos cerámicos extraídos pero la datación absoluta es necesaria para corroborar la datación².

¹ 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 se centra en la información obtenida en las intervenciones de la primera fase del proyecto (2004-2006).

² Para que la datación sea más fiable, es mejor realizarlo sobre pequeñas ramas y 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 datando el momento de uso de esa estructura por lo 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 (Castro *et al.*, 1995).

	AÑO	REFERENCIA	YACIMIENTO	TIPO DE ESTRUCTURA	ES	UE	DATA. 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		2400 m
	2004	Poz-10720	Sobre els Orris de Setut	Carbonera	10	02	330 + 30 BP	1477 AD/ 1642 AD	1559 AD		2350 m
	2005	Poz-13628	Pla de l'Inгла	Carbonera	102	104	345 + 25 BP	1467 AD/ 1635 AD	1551 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2200 m
	2005	Poz-13629	Bosc dels Estanyons	Carbonera	110	203	215 + 30 BP	1644 AD/ 1805 AD	1724 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2180 m
	2006	Poz-17881	Transecto Carboneras	Carbonera	C1	base	65 ± 30 BP	1693 AD/ 1919 AD	1806 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	1800 m
	2006	Poz-17882	Transecto Carboneras	Carbonera	C3	base	265 ± 30 BP	1517 AD/1669 AD	1593 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	1900 m
	2006	Poz-18783	Transecto Carboneras	Carbonera	C6	base	365 ± 30 BP	1449 AD/ 1634 AD	1541 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2020 m
	2006	Poz-18820	Perafita	Carbonera	13	base	175 ± 30 BP	1657 AD/ 1952 AD	1804 AD	<i>Abies alba</i>	1500 m
	2005	Poz-13618	Orris de Setut III	Cabaña	27	04	75 + 30 BP	1810 AD/ 1923 AD	1866 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2290 m
	2005	Poz-13622	Orris de Setut III	Cabaña	35	02	640 + 30 BP	1283 AD/ 1396 AD	1339 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2290 m
	2005	Poz-13619	Orris de Setut III	<i>Munydora</i>	29	02	585 + 30 BP	1299 AD/ 1415 AD	1357 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2290 m
	2005	Poz-13627	Pla de l'Inгла	Cercado	59	04	575 + 30 BP	1302 AD/ 1420 AD	1361 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2180 m
	2006	Poz-18808	Basses de Setut	Cercado	121	03	320 ± 30 BP	1483 AD/ 1645 AD	1564 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2302 m
	2006	Poz-19972	Pleta de les Bacives	Cabaña	152	02	1590 ± 30 BP	411 AD/ 542 AD	476 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2520 m
	2006	Poz-18807	Pleta de les Bacives	Cabaña	152	04	5660 ± 40 BP	4593 BC/ 4369 BC	4481 BC	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2520 m
	2006	Poz-18812	Pleta de les Bacives	Cercado	151	02	3755 ± 35 BP	2286 BC/ 2039 BC	2162 BC	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2520 m
	2007	Poz-22562	Basses de Setut III	Cercado	135	02	1985±30 BP	50 BC/ 80 AD	65 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2.320 m
	2005	Poz-13626	Pla de l'Inгла	Homo	52	07	1860 + 30 BP	80 AD/ 231 AD	155 AD	<i>Juniperus sp.</i>	2200 m
	SIERRA DEL CADÍ	2005	Poz-13620	Cermeres	Carbonera	35	base	260 + 30 BP	1519 AD/1799 AD	1659 AD	<i>Abies alba</i>
2004		Poz-10720	Cermeres	Carbonera	39	02	350 + 25 BP	1460 AD/ 1634 AD	1547 AD		1800 m
2006		Poz-18802	Carboneres	Carbonera	84	base	360 ± 25 BP	1452 AD/ 1633 AD	1542 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2055 m
2006		Poz-18805	Carboneres	Carbonera	82	base	630 ± 30 BP	1287 AD/ 1398 AD	1342 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2050 m
2006		Poz-18806	Carboneres	Carbonera	83	base	225 ± 30 BP	1641 AD/ 1805 AD	1723 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2055 m
2006		Poz-18785	Pradell	Cabaña	30	103	30 ± 30 BP	1876 AD/ 1955 AD	1915 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2025 m
2006		Poz-18801	Pradell	Cercado	31	105	1740 ± 30 BP	235 AD/ 388 AD	311 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2025 m
2005		Poz-13615	Goleró	Cercado	02	107	1695 + 30 BP	256AD/416AD	366 AD	<i>Pinus tipo uncinata</i>	2030 m

2005	Poz-13616	Goleró	Cercado	16	103	2095 + 30 BP	195BC/45BC	120 BC	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2030 m
2005	Poz-13625	Goleró	Cercado	46	103	2555 + 30 BP	802BC/551BC	676 BC	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2030 m
2006	Poz-18803	Goleró	Cercado	48	103	165 ± 30 BP	1720 AD/ 1819 AD	1769 AD	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2030 m
2006	Poz-18788	Goleró	Cercado	48	104	160 ± 30 BP	1664 AD/ 1953 AD	1808 AD	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2030 m
2006	Poz-18784	Goleró	Terraza	12	103	4460 ± 35 BP	3340 BC/ 3017 BC	3178 BC	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2030 m
2005	Poz-13623	Goleró	Horno	42	106	3870 + 30 BP	2465BC/2280BC	2372 BC	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2030 m
2005	Poz-13624	Goleró	Horno	43	106	2115 + 30 BP	204BC/49BC	126 BC	<i>Pinus sp.</i>	2030 m
2006	Poz-18786	Goleró	Horno	43	203	2125 ± 30 BP	210 BC/ 51 BC	130 BC	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2030 m
2006	Poz-18787	Goleró	Horno	43	208	2120 ± 35 BP	208 BC/ 45 BC	126 BC	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2030 m
2006	Poz-18804	Goleró	Betas de mineral de hierro	75	103	4680 ± 40 BP	3628 BC/ 3366 BC	3497 BC	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2030 m
2006	Poz-18779	Pradell	Vertedero	81	102	1330 ± 30 BP	648 AD/ 770 AD	709 AD	<i>Pinus sylvestris/ uncinata</i>	2025 m

Tabla 5.2. Dataciones por ^{14}C calibradas (Stuiver *et al.*, 2005) obtenidas en el laboratorio de radiocarbono de Poznań (Polonia) por Tomasz Goslar.

Carboneras

En el valle del Madriu se dataron carboneras en los yacimientos de Orri del Riu dels Orris, Orris de Setut, Pla de l'Inгла y Bosc dels Estanyons. Excepto la carbonera de Bosc dels Estanyons que nos dio una cronología del s. XVIII, el resto corresponden a mediados del s. XVI. Se encuentran entre 2.200 y 2.400 m. de altitud. En este mismo valle, se dataron 3 carboneras situadas a 1.800, 1.900 y 2.020 m. de altitud y las dataciones dieron como resultado inicios del s. XIX, finales del siglo XVI y s XVI respectivamente. Por último, en Perafita se excavó una carbonera situada a unos 1.500 m. de altitud que corresponde a inicios del s. XIX.

En la Sierra del Cadí, en el yacimiento de Cernerres se dataron dos carboneras. Éstas, se localizaban a 1.650 y 1.800 m. de altitud, en el piso montano y dieron como resultado el s. XVII y XVI respectivamente. En el yacimiento de Carboneres, a 2.050 m. de altitud, se dataron 3 carboneras y las fechas resultantes fueron s. XIV, s. XVI y s. XVIII. La más antigua se encontraba en el interior de un bosque, mientras las otras dos se localizaban en un llano, muy cerca del yacimiento de 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 s. XIX, esta muestra se consideró contaminada, pero la otra cabaña (ES 35) y el *orri* (ES 29) dieron fecha del siglos XIV. El cercado de Pla de l'Inгла (ES 59), dió una datación del s. XIV. En Basses de Setut se dataron dos cercados: la ES 121 dio resultado del s. XVI y la ES 135 el s. I d.C. El yacimiento de Pleta de les Bacives dio dataciones bastante más antiguas: III 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 UE 04 que dieron resultados del s. V d.C. y IV 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 corresponderían a una época anterior al posible nivel de ocupación.

En las estructuras de pastoreo de la Sierra del Cadí, la cabaña ES 30 del yacimiento de Pradell fue datado en el siglo XX, pero esta datación es errónea, puesto que debido a la similitud del material arqueológico de las ES 30 y 31, se sabe que ambas estructuras estuvieron relacionadas. En la ES 31 de Pradell, que se trata de un cercado, se recuperó material arqueológico correspondiente a época moderna. El nivel datado se encontraba debajo del nivel de abandono de la estructura de cercado y fue fechado en el s. IV d.C. En el yacimiento del Goleró, las estructuras de morfología circular situadas en el promontorio de este yacimiento (ES 16, ES 46 y ES 48) dieron dataciones muy diversas unas de otras: s. II a.C. para la ES 16, s. VII a.C. para la ES 46 y s. 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 abandono 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 s. IV d.C. En una terraza (ES 12) localizada cerca de la ES 02 se realizó un sondeo y la base dio una datación del III 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 y su datación dio como resultado mediados del s. II d.C. En la Sierra del Cadí, los hornos ES 42 y ES 43 fueron fechados entorno a la segunda mitad del s. I d.C. y s. II d.C. por material cerámico. Las dataciones ¹⁴C, sin embargo, fueron II milenio a.C. y II a.C. respectivamente. La datación de la ES 42 correspondería a un nivel anterior a la estructura pues se dató la unidad estratigráfica que se encontraba debajo del pavimento refractario del mismo¹. La datación por ¹⁴C más que la que muestra la cerámica en la ES 43, se podría explicar por el efecto de la madera vieja. En el Goleró se realizó un sondeo donde en la base aparecieron betas de mineral de hierro (ES 75) y la datación fue III milenio a.C., debido a que la datación 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 dio una datación del s. VIII d.C.

¹ 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 (Com. per. Palet).

5.2. Resultados antracológicos de la Sierra del Cadí

Los municipios que estudiamos son La Vansa-Fórnoles y Josa-Tuixén situados en el Alto Urgell. Las estructuras estudiadas proceden de altitudes que se encuentran entre 1.700 y 2020 m. de altitud.

5.2.1. Resultados antracológicos de Cernereres

La coma de Cernereres corresponde al extremo oriental del valle de la Vansa, que divide las cuencas del Segre y el Llobregat. El yacimiento de Cernereres se encuentra en el municipio de Josa-Tuixén entre 1.600 y 1.775 m. 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 5.1.). En la base de la pendiente, podemos encontrar la vía de comunicación GR 11 que comunica en sentido este-oeste el Berguedà (Alt 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 ES 36. Al norte de esta carbonera pasa el río de Cernereres a 1.520 m. de altitud y en el entorno podemos observar restos de más carboneras.



Figura 5.1. Área donde se localizan de las carboneras en la vertiente de obaga de Cernereres (Foto: J.M. Palet)

En este yacimiento, además de las estructuras de carboneo, se identificó una cabaña (ES 40). En el entorno del mismo 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.

La vegetación está compuesta básicamente por prados supra-forestales y manchas de bosques en la sombra. En la actualidad podemos observar *Juniperus sp. communis*

subsp. *communis* y subsp. *nana*, *J. sabina*, *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 m. de altitud en el municipio de Josa-Tuixén. Sus dimensiones son de 3 m. de ancho y 10 m. de largo y la potencia sedimentaria tiene 0,90 m. Se sitúa en un plano, en la parte más baja de la pendiente, en una margen de la 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 m. Tiene 2,7 m. de ancho, 10,5 m. de largo y la potencia sedimentaria es de 1 m. Al igual que la ES 35, se encuentra en la margen del camino GR 11.

La **ES 37** es una carbonera se sitúa a 1.762 m. de altitud. Tiene 8,40 m. de largo y 5,40 m. 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.

La carbonera **ES 39** se encuentra a 1.720 m. de altitud. Tiene 5 m. de ancho y 15 m. 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 y la fase más antigua fue datada por ^{14}C mostrando una fecha de 350 ± 25 BP (1547 cal. d.C.).

Finalmente, la carbonera **ES 51** se sitúa a 1.775 m. 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 ES 36, se extrajeron muestras una vez limpiado el perfil que había creado la GR 11 (Figura 5.2. y 5.3.). Éstas provenían de la zona que se situaba entre el centro de la carbonera y el extremo exterior de la misma. 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.



Figura 5.2 y Figura 5.3. Corte en perfil de la ES 35 y ES 36 (Yacimiento de Cernerres) (Fotos: J.M. Palet)

En las estructuras ES 37, 39 y 51 se realizaron sondeos de 50 x 50 cm. En la ES 37 la UE 200 corresponde a la zona que se sitúa en la zona intermedia entre la chimenea o centro de la carbonera y el extremo exterior de la misma. 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 la misma donde además se localizó la estructura de la chimenea. En la ES 51, los carbones provenían de un único sondeo de 50 x 50 cm. realizado en la zona intermedia entre la chimenea y la zona exterior de la carbonera.

Las dos estructuras, la ES 35 y 36, muestran la misma variabilidad taxonómica (Tabla 5.3.): *Pinus* tipo *uncinata*, *Juniperus* sp. y *Abies alba*. De un total de 274 fragmentos analizados 174 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata* y 65 a *Abies alba*. De éstos, 11 fragmentos han sido determinados como 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 (ver capítulo 4.4.1). El problema de la distinción de estos dos fragmentos ha sido la imposibilidad de observar esta característica.

Taxón	ES 35				ES 36					Total	
	UE 1	UE 2	Total		UE 1	UE 2	UE 3	Total		n° frag.	%
			n° frag.	%				n° frag.	%		
<i>Abies alba</i>	23	6	29	26,85	7	4	25	36	21,68	65	23,72
<i>Juniperus</i> sp.	1	-	1	0,92	-	2	-	2	1,20	3	1,09
<i>Abies alba/Juniperus</i> sp.	1	-	1	0,92	1	-	-	1	0,60	2	0,72
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	15	50	65	60,18	11	14	84	107	64,45	174	62,49
<i>Pinus</i> sp.	1	-	1	0,92	-	-	7	7	4,21	8	2,91
Conífera indeterminable	7	1	8	7,40	1	-	2	3	1,80	11	4,01
Corteza	2	-	2	1,85	-	-	4	4	2,40	6	2,18
Indeterminable	1	-	1	0,92	-	-	4	4	2,40	5	1,82
Total	51	57	108	100	20	20	126	166	100	274	100

Tabla 5.3. Resultados del análisis antracológico de las ES 35 y ES 36

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 5.4.).

ES 37					
Taxón	UE 102	UE 202	UE 302	Total	
				n° frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	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 5.4. Resultados del análisis antracológico de la ES 37

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 5.5.).

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.	%
<i>Abies alba</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,19
<i>Buxus sempervirens</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,39
<i>Juniperus</i> sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,19
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	63	43	20	20	20	20	30	71	47	20	20	33	43	24	472	93,26	
<i>Pinus</i> 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 5.5. Resultados del análisis antracológico de la ES 39

De la ES 51 se han analizado 40 fragmentos en total. Los resultados muestran 29 fragmentos de *Pinus* tipo *uncinata* (Tabla 5.6.), 5 corresponden a fragmentos de corteza, 3 a indeterminables y 2 a coníferas indeterminables. Además, se ha identificado un fragmento de estróbilo de *Pinus*.

ES 51				
Taxón	UE 102	UE 103	Total	
			nº frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	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 <i>Pinus</i>	1	-	1	2,5
Total	20	20	40	100

Tabla 5.6. Resultados del análisis antracológico de la ES 51

5.2.2. Resultados antracológicos de Goleró

El yacimiento de 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 m. de altitud. Se encuentra entre dos elevaciones y es una zona rica de pastos (Figura 5.4.). La vegetación está compuesta básicamente por una vegetación



Figura 5.4. Vista general del yacimiento de Goleró (Foto: J.M. Palet)

de prado subalpino y algunos pinos negros de pequeño tamaño y enebro común. Cerca del yacimiento pasa el camino *caderner*, una vía documentada en el siglo 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, 2006b):

1. Un primer sector se encuentra en la parte sur del yacimiento y está en vertiente (Figura 5.5.). 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 m. de diámetro construidas sobre un nivel de ocupación de piedras calizas del lugar.



Figura 5.5. Estructuras circulares de la vertiente sur de Goleró (Foto: J.M. Palet)

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 habían recuperado en superficie un conjunto cerámico formado por cerámica cocina africana, *sigilata* africana clara, *terra sigilata hispanica*, cerámica de cocina a torno, cerámica común oxidada y cerámica que fue interpretada como correspondiente a la Edad del Bronce como por ejemplo, un fragmentos de un vaso con apéndice de botón.

2. En la vertiente situada al norte del yacimiento, en una cubeta, se distinguió otro sector (Figura 5.6.). Se documentaron 3 conjuntos de 8 estructuras ganaderas: la ES 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 y 09. Se trata de estructuras construidas con bloques de piedra irregulares y de grandes



Figura 5.6. *Pleta* (ES 02) en la vertiente norte de Goleró (Foto: J.M. Palet)

dimensiones dispuestas en piedra seca directamente sobre la tierra y aprovechando los afloramientos de la roca. En las ES 02 y ES 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.

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

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 cm. 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 preromana (UE 106, 107 y 108). La UE 107 datada por ^{14}C dio como resultado 1695 ± 30 BP (s. 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 m. delimitado por un pequeño talud de tierra. El interior presenta un suelo de piedrilla 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 x 2 m. se ubicó en el margen del talud, en la zona norte del círculo y ha proporcionado una potencia estratigráfica de 30 cm. formada por 3 niveles. Un nivel bastante potente que corresponde al nivel de humus (UE 101), el nivel de perfil del talud, de tierra compacta con carbones y piedras intercaladas (UE 103) que corresponde

a la estructura del cercado propiamente dicho, muy erosionado y dispuesto directamente sobre 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 m., 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 cm. 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 correspondería 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 (s. VII cal. a.C.).

Los carbones en general estaban acumulados cerca del talud que habría actuado como freno durante los procesos erosivos. Los carbones de la UE 103 formaban acumulaciones y manchas redondas que posiblemente se trataba de 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** se trata de un cercado de forma circular y un diámetro de 30 m. parecido a 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 orientado hacia el noreste en un promontorio.

La prospección con gradiómetro realizado 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 2x1 m. se situó en el margen del talud, en la zona noreste del

círculo. La estratigrafía, de 40 cm. 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 datados 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 por los ganaderos (Palet *et al.*, 2006 y e.p.).

Los resultados obtenidos a partir del análisis antracológico de 531 fragmentos de los cercados del Goleró (ES 02, 16, 46 y 48) muestran un total de 4 taxones: *Abies alba*, *Buxus sempervirens*, *Juniperus* sp. y *Pinus* tipo *uncinata*. *Pinus* tipo *uncinata* aparece en todas las unidades/estructuras y es el taxón mayoritario, con 468 fragmentos (88%) en total. *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 ES 46 respectivamente. El porcentaje de indeterminables y otras categorías (corteza) es muy reducido y no sobrepasa en ninguna UE el 2% (Tabla 5.7).

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.	%		
<i>A. alba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,87	-	-	-	-	-	-	-	1	0,18	
<i>B.semperv.</i>	-	1	1	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,18	
<i>Junip. sp.</i>	-	3	3	2,56	-	-	-	-	-	-	2	2	1,75	-	-	-	-	1	1	0,41	6	1,12	
<i>P. tipo uncinata</i>	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
<i>Pinus sp.</i>	1	12	13	11,11	3	-	-	3	5	-	4	5	9	7,89	-	-	-	-	-	-	25	4,70	
Corteza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	1,25	3	0,56
Con. indet.	-	1	1	0,85	2	1	-	3	5	2	1	1	4	3,50	-	2	-	1	9	12	5	20	3,76
indet..	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 5.7. Resultados del análisis antracológico de las ES 02, 16, 46 y 48

La **ES 42** es un túmulo de 3 x 3 m. 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 x 1 m. se realizó en sentido norte-sur y ofreció 40 cm. 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 m. 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 hispanica* muy fragmentada, que seguramente formaron parte del suelo. La cerámica situó al horno entorno al s. I/ 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 estaba bajo el suelo del horno y corresponde al cercado prehistórico cuyo emplazamiento fue reutilizado por el horno⁴ (Palet *et al.*, 2006).

⁴ 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 de excavación del año 2007. La ES 42 se conservaba muy bien y estuvo relacionado con la ES 43, el horno de cronología romana que se encuentra en las inmediaciones.

En cuanto al muestro 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 x 3 m. 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 2x1 y se excavó una potencia de 60 cm. 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 m. 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 hispanica* por lo que la datación relativa de la estructura correspondería a la segunda mitad del s. I d.C.- s. II d.C. La datación por ¹⁴C realizada a la UE 106 sin embargo, dio como resultado 2.115 ± 30 BP (126 cal. a.C.) (Palet, 2006c).

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 m., fabricada con arcilla y bloques calizos. Sobre ésta, debió 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, que sugería el levantamiento de un cubo en piedra. Podría tratarse de un horno metalúrgico en el que no se separaba escoria, sino que se tostaría el producto obtenido para enriquecer el mineral y extraer impurezas. La reducción del metal no se realizaría 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 x 0,8 m. 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 sigilata hispanica* y alguna pequeña escoria de hierro, por lo que también se trata de un horno de época alto-imperial. La función sería la misma que la estructura anterior, pero tipológicamente es menos complejo.

Las UE 203 y UE 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 de dos siglos anterior a la que esperábamos, se explicaría por el efecto de la madera vieja. Los carbones datados corresponderían a fragmentos procedentes de individuos de mucha edad (Palet *et al.*, 2006 y e.p.).

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 5.8.)

ES 42									
Taxón	UE 101	UE 102	UE 103	UE 104	UE 105	UE 106	UE 108	Total	
								nº frag.	%
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	-	-	2	-	-	2	1,11
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	3	34	6	-	40	8	6	97	54,18
<i>Pinus</i> sp.	-	10	-	-	4	2	1	17	9,49
<i>Sorbus/Crataegus</i> 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	32,40
Total	32	50	6	10	50	22	11	179	100

Tabla 5.8. Resultados del análisis antracológico de la ES 42

En la ES 43 (Tabla 5.9.) se han identificado 1012 fragmentos correspondientes al taxón *Pinus* tipo *uncinata* de los 1107 fragmentos estudiados en total. En el sondeo 1 se ha 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.

Taxón	ES 43																			Total		
	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	n° frag.	%
<i>Abies alba</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,09
<i>Buxus sempervirens</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,09
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3	0,27
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	46	49	41	82	88	131	88	42	47	3	18	27	39	37	40	33	39	37	39	8	1012	91,41
<i>Pinus</i> sp.	2	1	4	-	-	3	3	4	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	1,89
Conif. 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	1,80
Total	50	50	50	89	95	150	100	46	50	4	20	40	40	45	40	40	41	40	40	9	1107	100

Tabla 5.9. Resultados del análisis antracológico de la ES 43

La **ES 11**, se encuentra en el sector septentrional del yacimiento, en el segundo sector del 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 potencia estratigráfica importante y la presencia de posibles muros perpendiculares situados a 40-60 cm. de profundidad. Se realizaron dos sondeos de 2x2 y 2x1 m., pero los resultados fueron negativos. El sustrato se encontró a 20 cm. de profundidad.

La **ES 12** se ubica a 2.030 m. de altitud, también en el sector septentrional del yacimiento, donde se encontraron varias estructuras ganaderas, al igual que 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 cm., 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 sustrato se localizó a 50-70 cm., 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 (s. XVII-XIX) (UE 101-102). Por debajo del muro, la estratigrafía continuaba y se documentó un nivel de relleno de unos 20-30 cm. 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 3x2 m, situado a 4 m. 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 2x1 m. proporcionó una potencia de 50 cm. 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 estaría aflorando en superficie en época romana debido a que se ha observado una degradación del mismo causado 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 producirían 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 preromano. De hecho, se ha recuperado una cuenta de collar y una lámina de sílex, que también provendrían 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 2x1 m., el sustrato se localizó a 60 cm. de profundidad. Por debajo 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 2x1 m., el sustrato se localizó a 20 cm. de profundidad. Por debajo del nivel vegetal se documentó un nivel de vertedero muy erosionado que se situaba inmediatamente sobre el sustrato. 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 5.10.). 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.

Taxón	ES 11				ES 12			ES 75					ES 79				ES 80			Total	
	101	102	201	Total	102	103	Total	100	101	102	103	Total	102	103	104	Total	102	103	Total	nº frag.	%
<i>Buxus sempervirens</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,22
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,22
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	1	34	19	54	35	1	36	22	40	36	23	121	46	32	38	116	38	40	78	405	91
<i>Pinus</i> sp.	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	0,44
<i>Salix</i> 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

Tabla 5.10. Resultados del análisis antracológico de los sondeos ES 11, 12, 75,79 y 80.

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 m. 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 del Goleró, el emplazamiento está atravesado por el camino *caderner*. En esta zona, la vía, procedente de 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 ES 30) que se encuentran en su interior y apoyados en la roca natural. El segundo sector corresponde a una bocamina (ES 32). Su boca conduce a un nivel inferior al suelo. La galería entra en la montaña en pendiente. Al sur de esta bocamina, en una zona boscosa de unos 300 m², 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 se hubiera llevado el tratamiento del hierro. Algunos de ellos eran de gran tamaño, de unos 15 cm., 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 estructuras. En el tercer sector, situado entre el primer y el segundo sector, se documentó una cabaña de planta circular (ES 33) (Palet, 2006d).

En la campaña del año 2006 se realizaron sondeos arqueológicos de 2x1 m. en una cabaña (ES 30), un cercado (ES31) y un suelo donde se suponía que se habían llevado a cabo actividades metalúrgicas, pues en la superficie se habían 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 2x1 m., se documentó un nivel de ocupación/abandono y destrucción muy bien conservada. El suelo de la cabaña se encontró recortado en el sustrato (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 ¹⁴C 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 m² y presenta una morfología ovoide. Presenta un potente derrumbe hacia el exterior, donde se recuperaron fragmentos de cerámica vidriada de época moderna (s. XVIII-XIX). Los muros, hechos

en bloques calizos irregulares, se apoyan en un talud alargado que podría relacionarse con una fase de uso más antigua de uso de la estructura. El sondeo de 2x1 m. se ubica en la zona norte del cercado y se apoya en el muro de delimitación. Ha proporcionado unos 50-60 cm. de potencia sedimentaria sin que se haya llegado al sustrato 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 (s. 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 5.11.). De estos, 18 han sido determinados como Coníferas indeterminables. Además, encontramos de forma puntual, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Juniperus* sp y Monocotiledonea. Se ha determinado un fragmento de corteza y sólo un fragmento ha resultado indeterminable.

Taxón	ES 30				ES 31						Total	
	102	103	Total		102	103	104	105	Total		n° frag.	%
			n° frag.	%					n° frag.	%		
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1,62	2	1,19
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,81	1	0,59
Monocotiledonea	-	2	2	4,44	-	-	-	-	-	-	2	1,19
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	5	35	40	88,88	11	20	35	37	103	83,73	143	85,11
Conifera 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

Tabla 5.11. Resultados del análisis antracológico de las ES 30 y 31

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 x 1 m. presenta una profundidad de 40 cm. de potencia estratigráfica.

Bajo el nivel vegetal se documentaron dos niveles de vertederos situados sobre el sustrato (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 determinados como Conífera indeterminable. Se han identificado además un fragmento de *Juniperus* sp., y otro de *Pinus* sp., al igual que un fragmento indeterminable (Tabla 5.12.).

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

Tabla 5.12. Resultados del análisis antracológico de la ES 81

5.2.4. Resultados antracológicos de Carboneres

Este yacimiento se encuentra situado en el municipio La Vansa-Fórnsols. Se sitúa en un bosque de suelo calcáreo que se encuentra en pendiente, a 2.055 m. de altitud. Está situado a medio camino entre los yacimientos de Goleró y Pradell, al lado del camino *caderner* que a través de bosque de Carboneres comunica ambos sectores. En este yacimiento se localizaron carboneras, una cabaña (posiblemente 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 una tartera formada por grandes bloques y con una fuerte pendiente hacia el oeste (Palet, 2006d).

En este yacimiento se sondearon tres carboneras (ES 82, ES 83 y ES 84) con una sonda manual. Una vez extraído el nivel vegetal y de colmatación de unos 20 cm. de potencia,

se recogieron muestras de sedimento cada 10 cm., 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 de la misma, 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 sólo permitió recoger 10 cm. de sedimento. Sólo se documentó 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 m. 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 y la periferia de la misma con tal de poder recuperar la mayor potencia sedimentaria. Se recuperó una muestra cada 10 cm. de profundidad y la potencia sedimentaria de la carbonera era de 30 cm. Sólo 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 cm. hasta llegar a la base. Sólo se documentó una sola fase de uso, pero la potencia sedimentaria resultó muy importante, concretamente de 55 cm. 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 determinados como Coníferas indeterminables, 8 cortezas y 2 fragmentos indeterminables (Tabla 5.13.).

Taxón	ES 84								ES 82			ES 83					Total	
	15-25	20-30	30-40	40-50	50-65	65-70	Total		20-30	Total		20-30	30-40	40-50	Total			
							nº frag.	%		nº frag.	%				nº frag.	%		
<i>P. tipo uncinata</i>	19	20	16	19	20	20	114	95	17	17	85	16	17	15	48	80	179	89,5
Con. indet.	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
Indet.	-	-	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 5.13. Resultados del análisis antracológico de las carboneras ES 82, 83 y 84

5.3. Resultados antracológicos del Valle del Madriu

En este valle, en las campañas de excavación del año 2005 y 2006 se excavaron estructuras situadas entre 2.185 y 2.400 m. de altitud (Palet, 2005b, 2006a y 2007a). 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.

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 m. de altitud, en un llano modelado por morrenas de glaciares. A continuación, vamos a presentar los yacimientos en los que se encuentran las estructuras estudiadas en este trabajo.

5.3.1.1. Resultados antracológicos de Setut I

Setut I se identificó como un espacio de carboneo de 320 m² a 2.320 m. de altitud en una pendiente de suelo granítico cerca de la cual pasaba el eje de comunicación Madriu-Montmalús (GR11). Se encontraron dos carboneras (ES01 y ES02) en terraza y

construidas en piedra seca. Durante las prospecciones de la campaña de excavación de 2004, se recogieron restos de mineral de hierro y cerámica común oxidada en superficie. También se identificó una cabaña de carbonero (ES03), 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 sólo se identificó una fase de uso. En la **ES 02**, se identificaron dos fases de uso, aunque las muestras de carbón estudiadas sólo 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 la cada una de ellas.

De las ES 01 y 02 se han estudiado 121 fragmentos en total (Tabla 5.14.). 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.

Taxón	ES 01	ES 02	Total	
			nº frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	47	55	102	84,29
<i>Pinus</i> sp.	2	10	12	9,91
Conífera indeterminable	-	3	3	2,47
Indeterminable	1	3	4	3,30
Total	50	71	121	100

Tabla 5.14. Resultados del análisis antracológico de las ES 01 y ES 02

5.3.1.2. Resultados antracológicos de Sobre els Orris de Setut I

Este conjunto se encuentra en suelo granítico en una pendiente a 2.350 m. 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 m. de potencia (ES 10), estructuras cerradas y pequeñas de forma ovoide (ES11 y ES13) 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.



Figura 5.7. ES 10 (Sobre els Orris de Setut I)
(Foto: J.M. Palet)

La **ES 10** es una carbonera de 10 x 7 m. que se sitúa en un plano en pendiente a 2.350 m. de altitud (Figura 5.7.). 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 5.15.) de los cuales 84 fragmentos han sido determinados como *Pinus* tipo *uncinata*, 3 fragmentos han resultado indeterminables y otros 3 han sido determinados como Conífera indeterminable.

ES 10				
Taxón	UE 1	UE 2	Total	
			nº frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	48	36	84	93,33
Conífera indeterminable	-	3	3	3,33
Indeterminable	2	1	3	3,33
Total	50	40	90	100

Tabla 5.15. Resultados del análisis antracológico de la ES 10

5.3.1.3. Resultados antracológicos de Sobre els Orris de Setut II

A una altitud de 2.340 m. y sobre suelo de granito, se identificó una cabaña aislada (ES14) y dos carboneras (ES15 y ES16). La cabaña seguramente fue utilizada por los carboneros. Durante la campaña del 2004 se recogieron muestras de la ES15. Cerca de este yacimiento pasa el eje que comunica Madriu con Montmalús. El entorno vegetal de este yacimiento está compuesto básicamente por prados subalpinos.

La **ES 15** es una carbonera de 11 x 6 m., situada en un plano en pendiente cuyos carbones se recogieron de su base. Se han analizado 30 carbones de la ES 15 de los que 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 5.16).

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

Tabla 5.16. Resultado del análisis antracológico de la ES 15

5.3.1.4. 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 m. de altitud (Figura 5.8.). 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 m. más arriba. La vegetación está compuesta únicamente por prados. Es un corredor natural de comunicación a la Cerdanya a través del puerto de la Vallcivera, que se sitúa a 2.533 m. de altitud.



Figura 5.8. Vista general de Orris de Setut III (Foto: J.M. Palet)

En este yacimiento todas las estructuras se relacionan con la actividad ganadera y están situadas a 2.290 m. 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 m² 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 m² (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 m². 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, 2005b y 2006a).

La **ES 27** es una cabaña de planta ovoide de entre 4 a 6 m² donde se documentó un nivel de ocupación/ abandono. El sondeo mostró una potencia estratigráfica de entre 30 y 40 cm. 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. Éste último se halló cerca del hogar de la UE 2704 o nivel de ocupación. Esta UE fue datada por ¹⁴C 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 rico en carbones, fue datado por ¹⁴C 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 m². En el sondeo se documentó el suelo de ocupación (UE 3502) que fue datado por ¹⁴C 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 5.17).

En la ES 29, de los 75 fragmentos estudiados, 59 corresponden a *Pinus* tipo *uncinata*, 6 fragmentos corresponden al género *Pinus* sp. y 8 han sido identificados como Conífera indeterminable. Sólo 2 fragmentos han resultado indeterminables (Tabla 5.17).

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.	%		
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	1	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	1	0,18
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	42	46	40	242	46	414	87,52	16	30	13	59	78,66	473	86,31
<i>Pinus</i> sp.	2	1	4	9	2	18	3,80	4	-	2	6	0,01	24	4,37
<i>Vaccinium</i> / <i>Rhododendron</i> 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	5,70	1	4	3	8	10,66	35	6,38
Indeterminable	-	1	-	7	1	9	1,90	-	2	-	2	2,66	11	2
Total	50	50	50	275	50	473	100	21	36	18	75	100	548	100

Tabla 5.17. Resultados del análisis antracológico de las ES 27 y ES 29

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 5.18).

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

Tabla 5.18. Resultados del análisis antracológico de la ES 35

5.3.1.5. Resultados antracológicos de Portella de Setut

En esta zona se han documentado tres carboneras (ES 47, ES 130 y ES 131) a 2.335 m. 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 de excavaciones del año 2004. Cerca de este yacimiento pasa el camino que se dirige hacia el puerto de Setut y que comunica Madriu con Montmalús. 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 x 8 m. que se localiza en un plano en pendiente a 2.335 m. de altitud. De los 50 carbones analizados de la ES 47, 49 han sido identificados como *Pinus* tipo *uncinata* y un fragmento ha sido determinado como Conífera indeterminable (Tabla 5.19.).

ES 47		
Taxón	nº frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	49	98
Conífera indeterminable	1	2
Total	50	100

Tabla 5.19. Resultados del análisis antracológico de la ES 47

5.3.2. Sector de Bosc dels Estanyons

Este sector se encuentra al sur del Pla de l'Inglà y llega hasta el sector de Les Basses de Setut.

5.3.2.1. Resultados antracológicos de Carboneres de Setut

Formando parte de un conjunto, se identificaron cuatro carboneras (ES48, ES50, ES51 y la ES 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 ES49, 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 el bosque del Estanyons (ver capítulo 5), prados subalpinos y manchas de pinares de pino negro.

La **ES 48** es una carbonera de 14 x 7 m. con muro de contención situada en un plano en vertiente a 2.290 m. 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 x 9,20 m. con muro de contención situado en un llano en pendiente a 2.265 m. de altitud y la carbonera **ES 129** se sitúa a 2.295 m. 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, ES 50 y ES 129 de, 103 fragmentos han sido determinados como *Pinus* tipo *uncinata*, 14 han resultado indeterminables, 9 han sido determinados como Conífera indeterminable y 3 como correspondientes al género *Pinus* sp. Por último, 7 fragmentos han sido determinados como cortezas (Tabla 5.20.).

Taxón	ES 48		ES 50		ES 129		Total	
	nº frag.	%	nº frag.	%	nº frag.	%	nº frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	44	88	22	61,11	37	74	103	75,71
<i>Pinus</i> sp.	2	4	1	2,77	-	-	3	2,20
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

Tabla 5.20. Resultados del análisis antracológico de las ES 48 y 50

5.3.2.2. Resultados atracológicos de Bosc dels Estanyons

Este yacimiento se encuentra entre los 2.100 y 2.300 m. de altitud y está situado en una pendiente pronunciada y orientada al norte, al sur del yacimiento de Pla de l'Inglà llegando hasta Basses de Setut (Figura 5.9.). Se encuentra cerca del eje Madriu-Montmalús y al norte del mismo se encuentra el río Madriu. Formando parte de este conjunto, en suelo granítico, sólo se identificaron carboneras.



Figura 5.9. Vista general de Bosc dels Estanyons (Foto: J.M. Palet)

En este yacimiento se recogieron muestras de las ES64 y 65 situadas a 2.250 m. de altitud, la ES66 y 67 situadas a 2.235 m. de altitud y las ES 104 y 110 localizados entre 2.180 y 2.225 m. de altitud. Mientras 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 x 50 cm. Además se documentaron 16

carboneras más en la que no se recogieron muestras de carbón (ES 105 a 109, ES 111 a 119, ES 138 y ES 139).

La **ES 64** y la **ES 65** son carboneras sin muro de contención situadas a 2.200 m. de altitud y la **ES 66** y **ES 67** son carboneras con muro de contención que se encuentran a 2.235 m. de altitud.

La **ES 104** es una carbonera que se sitúa entre los 2.180 y 2.255 m. de altitud y que fue construida sobre una terraza orientada en perpendicular a la vertiente de umbría que va desde el bosque dels Estanyons al Pla de l'Inglà. Esta es la única carbonera que se localiza en cubeta. Tanto el sondeo como el 2 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 m. de altitud. Forma un montículo ovoide y está construida cerca de bloques de piedra de la tartera orientada también al norte. Tiene muro de delimitación construido con piedras de 50 cm. 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 de la misma. 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 fragmentos 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 5.21.).

Taxón	ES 64		ES 65		ES 66		ES 67		Total	
	nº frag.	%	nº frag.	%						
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	29	72,5	44	88	28	70	33	82,5	134	78,82
<i>Pinus</i> 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

Tabla 5.21. Resultados del análisis antracológico de las ES 64, 65, 66 y 67.

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 5.22.).

Taxón	ES 104					
	UE 102	UE 103	UE 202	UE 203	Total	
					nº frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	21	38	20	23	102	84,99
<i>Rhododendron/ Vaccinium</i> 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 5.22. Resultados del análisis antracológico de la ES 104

En cuanto a la ES 110, se han analizado 85 fragmentos. De estos, 73 fragmentos corresponden a *Pinus* tipo *uncinata* y además hemos identificado 3 fragmentos de *Betula* sp. (Tabla 5.23.).

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

Tabla 5.23. Resultados del análisis antracológico de la ES 110

5.3.3. Sector de Pla de l'Inglà

Este sector se sitúa entre 2.175 y 2.205 m. de altitud (Figura 5.10.) 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.

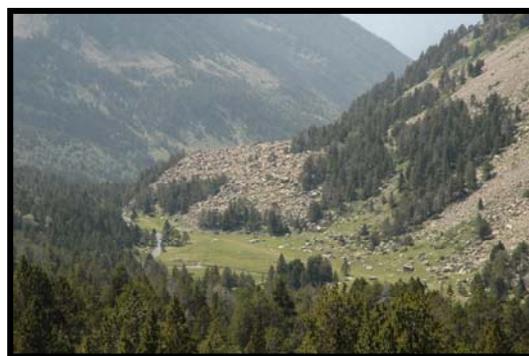


Figura 5.10. Vista general de Pla de l'Inglà (Foto: J.M. Palet)

5.3.3.1. Resultados antracológicos de Pla de l'Inglà I

Este conjunto se sitúa en un suelo de granito, al margen derecho del Madriu, a 2.185 m. de altitud en una vertiente orientada al sur. Se identificó una carbonera con muro de piedra seca (ES53) y cerca de la misma se encontró un hoyo que se usó para cubrir la pila de la carbonera. También se localizó otra carbonera (ES58), donde se distinguieron dos unidades estratigráficas (UE1 y UE2) y de donde también se obtuvieron muestras en las prospecciones del año 2004. Así mismo fueron documentadas una cabaña rectangular con un hogar (ES54) y una cabaña muy alargada con tres ámbitos y abandonada en época moderna (ES56). También se encontraron un abrigo pequeño en un bloque granítico que se había abandonado en época moderna (ES57), una cabaña circular o una cerca posiblemente de uso pastoral que también fue abandonada en época moderna (ES55) y un muro curvilíneo de 7 m. que posiblemente fue un cercado para el ganado (ES59) y que se encontraba entre la ES55 y ES56. 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 x 6,5 m. 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 x 5,6 m. y al igual que la anterior, se localiza en la vertiente sur del yacimiento.

Las dos carboneras ES 53 y ES 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 5.24.).

Taxón	ES 53		ES 58				Total	
	nº frag.	%	UE 1	UE 2	Total		nº frag.	%
					nº frag.	%		
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	9	100	47	48	95	95	199	96,12
<i>Pinus</i> 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 5.24. Resultados del análisis antracológico de las carboneras ES 53 y ES 58

La **ES 59** es un cercado de 7 m. 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 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 5.25).

ES 59							
Taxón	UE 5901	UE 5902	UE 5903	UE 5904	UE 5905	Total	
						nº frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	48	48	65	44	19	224	92,94
<i>Pinus</i> sp.	2	2		3	-	7	2,90
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

Tabla 5.25. Resultados del análisis antracológico de la ES 59

5.3.3.2. Resultados antracológicos de Pla de l'Inglà II

Este conjunto se encuentra a 250 m. al sur de Pla de l'Inglà I, también con suelo de granito. La vegetación se compone básicamente por prados supraforestales. En este yacimiento se identificaron carboneras (ES60, ES 96 a 99 y ES 101), una cabaña ovoide (ES61), un abrigo con muro semicircular (ES62) y un abrigo con forma triangular (ES63). Sin embargo, sólo se ha realizado el análisis antracológicos 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 m. 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 x 50 cm. 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 de la misma. 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 5.26.).

ES 60							
Taxón	UE ext.	UE 101	UE 102	UE 201	UE 202	Total	
						nº frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	38	19	67	17	36	139	82,73
<i>Pinus</i> 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

Tabla 5.26. Resultados del análisis antracológico de la ES 60

5.3.3.3. Resultados antracológicos de Pla de l'Inglà III

Este yacimiento se sitúa a 2.200 m. 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 del que afloraban en superficie carbones y restos de un horno. Este horno estaba vinculado seguramente a una actividad metalúrgica. Se localizaron también las carboneras ES100 y ES102, así como un pequeño abrigo (ES 103). La carbonera ES102 fue sondeada mediante la realización de catas de 50 x 50 cm. en el año 2005.

La **ES 52** es un horno, posiblemente de herrero, de morfología circular y que forma un montículo pedregoso de 5,4 m. 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 desprendimiento 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 5.11). La potencia que mostró el sondeo era de 60 cm. No se documento 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, 2005b y 2006a).



Figura 5.11. Restos de troncos enteros carbonizados en la ES 52 (Foto: J.M. Palet)

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 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 indeterminable y un fragmento pertenece a una corteza (Tabla 5.27.). Todos los fragmentos de gran tamaño recuperados en esta estructura (ver Figura 5.11.), pertenecen a *Pinus* tipo *uncinata*.

ES 52									
Taxón	Muestra exterior	UE 5202	UE 5203	UE 5204	UE 5205	UE 5206	UE 5207	Total	
								nº frag.	%
<i>Abies alba</i>	-	-	-	2	1	-	-	3	0,72
<i>Buxus sempervirens</i>	-	-	-	-	1	-	-	1	0,24
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	3	3	0,72
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	14	20	50	169	37	61	4	355	85,97
<i>Pinus</i> sp.	1	2	3	3	-	-	-	9	2,17
Conifera indeterminable	4	-	-	3	4	1	-	12	2,90
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 5.27. Resultados del análisis antracológico de la ES 52.

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 de la misma. En el sondeo 1 se identificaron dos fases de uso. En cambio, en el sondeo 2 sólo se identificó una, debido a que en esta zona la última fase desapareció debido a 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 5.28.).

ES 102								
Taxón	UE 102	UE 103	UE 104	UE 105	UE 202	UE 204	Total	
							n° frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	20	49	21	58	20	44	212	95,92
Conífera indeterminable	-	-	-	2	-	2	4	1,80
Indeterminable	-	1	-	-	-	4	5	2,26
Total	20	50	21	60	20	50	221	100

Tabla 5.28. Resultados del análisis antracológico de la ES 102

5.3.4. Sector del 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 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 confluyen el torrente de Riu dels Orris y el río Madriu. Es una zona de suave pendiente que se encuentra más arriba del refugio de Riu dels Orris a unos 2.240 m. 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 la Valcivera. 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.

5.3.4.1. Resultados antracológicos de Orri del Riu dels Orris

Este conjunto se sitúa en un llano a 2.400 m. de altitud. La vegetación del entorno, está compuesta básicamente por prados compuestos por 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 m. de longitud (ES 79) asociado un cercado de planta rectangular (ES 78). También se encontraron dos cercados muy erosionados (ES80 y ES81) 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 x 8 m. situada a 2.400 m. de altitud. Tiene muro de contención de piedra seca y para la recogida de muestras durante las prospecciones del año 2004, se distinguieron la UE1, UE2 y UE3. Las unidades estratigráficas UE1 y UE3 tenían carbones y la UE2 era tierra quemada, es decir, se identificaron dos fases de uso. Sólo 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.

De la carbonera ES 82 un 80, 73% corresponden a *Pinus* tipo *uncinata*, un 13,33% a fragmentos indeterminables y un 4,44% han sido identificados como Conífera indeterminables. Además, un fragmento ha sido determinado como *Pinus* sp. y otro pertenece a una corteza (Tabla 5.29.).

ES 82				
Taxón	UE 3A	UE 3B	Total	
			nº frag.	%
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	67	42	109	80,73
<i>Pinus</i> 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

Tabla 5.29 Resultados del análisis antracológico de la ES 82

5.3.5. Sector de Basses de Setut

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

5.3.5.1. Resultados antracológicos de Basses de Setut II

Basses de Setut II se encuentra entre los 2.310 y 2.325 m. 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 x 4,40 m) y un abrigo (ES 120) al lado de un cercado (ES 121) de unos 20 m², que fue construido en piedra seca justo al lado de la turbera. Separado de este conjunto, se han documentado otra estructura tumular y alargada (ES 46) de unos 0,8 x 1,4 m., construido 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 cm., debajo del nivel vegetal (12100) y de colmatación natural que se encontraba debajo del nivel vegetal (UE 12101), se documentaron el nivel de colmatación con bloques de la tartera y el derrumbe del muro del cercado (UE 12102) y el nivel de ocupación y abandono de la estructura (UE 12103). El muro (UE 12130) se había construido directamente sobre el sustrato morrénico (UE 12104). La UE 12103 o nivel de ocupación era un nivel rico en carbonos y fue datado por ¹⁴C. 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 determinados como Conífera indeterminables y 2 fragmentos han resultado indeterminables. Además un fragmento ha aparecido un fragmento de *Salix* sp. (Tabla 5.30.).

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

Tabla 5.30. Resultados del análisis antracológico de la ES 121

5.3.5.2. Resultados antracológicos de Bases de Setut III

Bases 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 m. 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 protegido 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 sondeo, con 15-20 cm. de profundidad, se documentó 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 sustrato morrénico.

La **ES 135** es también un cercado de forma circular que se hunde hacia el centro del mismo. Sólo 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 cm. 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 correspondería al nivel de ocupación/ abandono del cercado a pesar de no ser un nivel orgánico. Este nivel ha sido datado en 1985 ± 30 BP (s. I d.C.). Finalmente se documentó el sustrato 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 sustrato.

La **ES 137** es una cabaña de pastor de planta cuadrada relacionada con los cercados del yacimiento. Su acceso se encontraría en el lado sur. En el sondeo, de 20 cm. 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 5.31.).

Taxón	ES 133						ES 135					ES 137				Total	
	UE 00	UE 01	UE 02	UE 03	Total		UE 00	UE 01	UE 02	Total		UE 01	UE 02	Total		nº frag.	%
					nº frag.	%				nº frag.	%			nº frag.	%		
<i>Betula</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1,25	1	0,34
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	38	37	37	3	115	92	3	37	38	78	91,74	38	28	66	82,5	259	89,31
<i>Pinus</i> sp.	1	-	-	-	1	0,8	1	-	-	1	1,17	-	-	-	-	2	2,68
<i>Rhododendron/Vaccinium</i> 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

Tabla 5.31. Resultados del análisis antracológico de las estructuras pastoriles ES 133, 135 y 137

5.3.6. Sector Pleta de les Bacives

Este sector se encuentra en una cuenca localizada en la zona de Gargantillar, que se extiende desde el lago de Illa al lago Forcat entre 2.500 y 2.535 m. de altitud, y en él podemos encontrar varios conjuntos de cercados, *pletas* 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, 2007a).

5.3.6.1. 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 m. al oeste se localiza otra cabaña (ES 153). Se trata de estructuras pequeñas.

La **ES 151** corresponde a un cercado pequeño de unos 48 m². Es de planta ovalada y está delimitado por amplios muros de piedra seca, de 1 m. 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 x 1,5 m., se documentaron 35 cm. 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 ¹⁴C y dio como resultado 3755 ± 35 BP (2162 cal. a.C.). Este nivel estaba cubierto por el nivel vegetal (UE 15100) y un pequeño nivel de humus de relleno con abundantes raíces (UE 15101), y se encontraba directamente apoyado sobre el sustrato natural (UE 15103).

La **ES 152** es una pequeña cabaña de pastor de forma ovoide de unos 7 m² del que sólo se conserva la base. Está hecha con piedras de mediano tamaño y muros de delimitación potentes en piedra seca de 1 m. de ancho. En el sondeo, de 1 x 1,5 m., se observó que se trataba de una estructura honda con una potencia estratigráfica importante. 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 al estrato anterior, y que era visible en el extremo sudoeste del sondeo así como en la parte norte de la cata. El extremo sudoeste 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 dando como resultado 1590 ± 30 BP (476 cal. d.C.), que correspondería a la fecha de abandono de la cabaña.

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 x 1 m., se realizó paralelo al muro de la cabaña. Debajo del nivel vegetal (UE 15300) se documentó un nivel de 60 cm. 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. Al sur del mismo, 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 sustrato (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% 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 5.32).

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

Taxón	ES 151			ES 152					Total	
	UE 02	Total		UE 02	UE 03	UE 04	Total		n° frag.	%
		n° frag.	%				n° frag.	%		
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	-	2	-	-	2	2,22	2	1,53
Monocotiledonea	-	-	-	-	1	6	7	7,77	7	5,38
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	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 5.32. Resultados del análisis antracológico de las ES 151 y 152

5.3.7. Transecto altitudinal de carboneras del valle del Madriu

Este transecto ha sido realizado desde 1.800 a 2.100 m. de altitud siguiendo el camino trazado por la GR11 y que a su paso ha dejado a la vista la sección de muchas carboneras, haciendo posible ver su sección (Figura 5.12.). Las muestras fueron recuperadas de la base de cada una de ellas (ver capítulo 4). Las especies leñosas que podemos encontrar a lo largo de este transecto son entre otras *Pinus sylvestris* que llega hasta los 1.900 m. 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 del Estall a 1.800 m. de altitud. La **Carbonera 2** se ubica en Coll Jovell a 1.845 m. de altitud. La **Carbonera 3** se sitúa en Carboneres de Ferrer a 1900 m. 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 m. de altitud justo al lado de la Carbonera 3. La **Carbonera 5** se localiza en la Barraca de la Farga a 1.990 m. de altitud. La **Carbonera 6**, fechada en 365 ± 30 BP (1541 cal. d.C.), se encuentra en Planells del Estall Serrer a 2.020 m. 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 m. de altitud. La **Carbonera 8** se localiza en la Pleta de la Trava a 2.100 m. de altitud. Finalmente, la **Carbonera 9** se encuentra Font de la Gaitana a 2.125 m. de altitud (Figura 5.12).

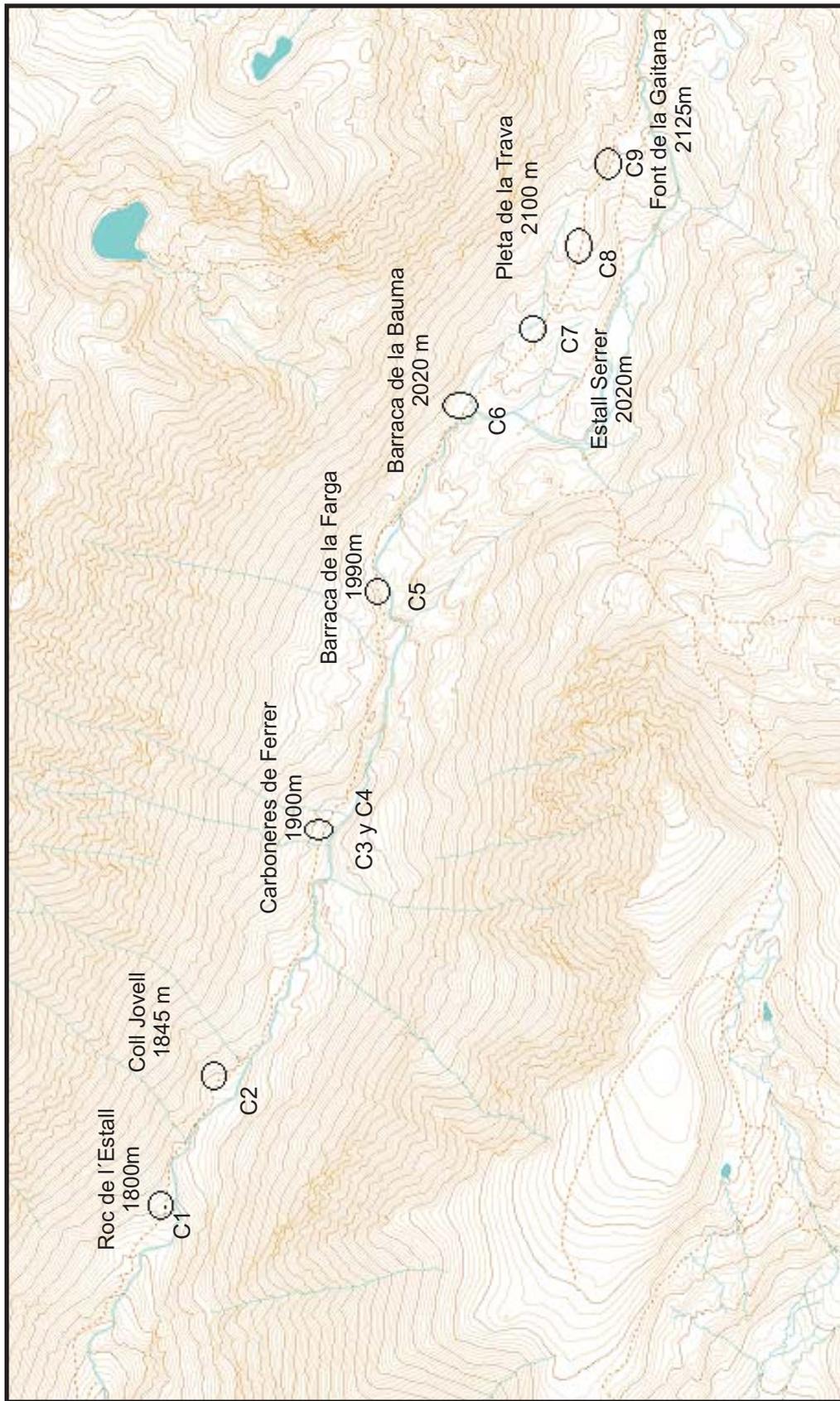


Figura 5.12. Localización de las carboneras muestreadas. Las imágenes muestran los sondeos realizados en las carboneras.

De cada carbonera han sido analizados 20 fragmentos de carbón y hemos observado un total de 181 fragmentos. En la tabla (Tabla 5.33.) podemos observar que en todas las carboneras se ha identificado *Pinus* tipo *uncinata* y ha resultado el taxón dominante en todas las carboneras excepto en la Carbonera 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, sólo 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 1 fragmento de Conífera indeterminable en la Carbonera 5 y 2 en la Carbonera 9. En cuanto a las cortezas, se ha identificado un fragmento en la Carbonera 1 y 5, y dos en la Carbonera 4 y 6. Por último, 2 fragmentos han resultado indeterminables, 1 en la Carbonera 2 y otro en la Carbonera 5.

Taxón	Nº de carbonera										Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	nº frag.	%	
<i>Betula</i> sp.	8	12	1	-	1	-	-	-	-	22	12,15	
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0,55	
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	12	7	19	18	15	19	18	20	18	146	80,66	
<i>Salix</i> sp.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0,55	
Conífera indeterminable	-	-	-	-	1	-	-	-	2	3	1,65	
Corteza	1	-	-	2	1	-	2	-	-	6	3,31	
Indeterminable	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2	1,10	
Total	21	20	181	100								

Tabla 5.33. Resultados del análisis antracológico del transecto de carboneras

Debemos incluir la **ES 13**, una carbonera que se encuentra en un plano del valle de Perafita entre 1.500 y 1.600 m. 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*, 1 fragmento ha sido determinado como corteza y otro no ha podido ser identificado (Tabla 5.34.).

ES 13 base		
Taxón	nº frag.	%
<i>Abies alba</i>	18	90
Corteza	1	5
Indeterminable	1	5
Total	20	100

Tabla 5.34. Resultados del análisis antracológico de la ES 13

5.4. Interpretación de los resultados

5.4.1. Sierra del Cadí

En la Sierra del Cadí se han estudiado estructuras procedentes de cuatro yacimientos: Cernerres, Goleró, Pradell y Carboneres. En Cernerres, localizado entre 1.650 y 1.800 m. 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 m. de altitud, por lo que su presencia en las estructuras de Goleró (ES 02 y ES 43), que superan esta altitud, podría deberse a otras causas relacionadas con su uso.

Los resultados obtenidos en el yacimiento de Pradell y 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 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 del 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 del 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 Goleró. No se ha identificado ningún taxón correspondiente a la vegetación arbustiva como el enebro o las ericáceas, sólo 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, obertura de la vegetación, etc.) que no vemos reflejado en el registro antracológico propiamente dicho.

Carboneras

En la Sierra del Cadí, las carboneras estudiadas pertenecen al yacimiento de Cernerres y Carboneres. En las tres carboneras del yacimiento de Carboneres sólo se ha identificado el pino tipo negro. En las carboneras de Cernerres, 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 5.35.).

Todas las carboneras de Cernerres se sitúan en una pendiente de umbría, donde actualmente crecen agrupaciones de pino negro y abeto, excepto las carboneras 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 Cernerres. Los documentos hablan de una degradación debido a la fragua de Tuixen que tenía derecho a la explotación de todos los bosques del término (Gascón, 2007). El bosque de Cernerres 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, 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 (ver capítulo 6). De hecho, en la carbonera 35 se recuperaron virutas de enebro/abeto (ver apartado 5.4.3.).

En el caso de Carboneres, las carboneras ES 83 y ES 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.

	Cernerres					Carboneres		
	35	36	37	39	51	82	83	84
<i>Abies alba</i>								
<i>Buxus sempervirens</i>								
<i>Juniperus sp.</i>								
<i>Abies alba/Juniperus sp.</i>								
<i>Pinus tipo uncinata</i>								
<i>Pinus sp.</i>								
Conífera indeterminable								
Corteza								
Indeterminable								
Piña								

Tabla 5.35. Presencia/ausencia de los taxones en las carboneras de Cernerres y Carboneres

Estructuras de pastoreo

Las muestras correspondientes a este tipo de estructuras, provienen de los yacimientos de Goleró y Pradell (Tabla 5.36.). Tenemos dos tipos de estructuras pastoriles: por un lado, se encuentran los cercados prehistóricos (ES 16, 46 y 48) del Goleró y por otro lado, los cercados y cabañas de los siglos XVIII y XIX de Pradell y 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 estructura. Además, el pino también se utilizaría para la fabricación de útiles. En los sondeos ES 30 y 31 se encontraron fragmentos de morfología circular interpretadas como tapas de recipientes (ver apartado 5.4.3.).

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 monocotiledoneas que seguramente provengan de los tallos de los cereales también recuperados en esta estructura.

	Goleró				Pradell	
	16	46	48	2	30	31
<i>Abies alba</i>		■				
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>						■
<i>Buxus sempervirens</i>				■		
<i>Juniperus sp.</i>		■	■	■		■
Monocotiledonea					■	
<i>Pinus tipo uncinata</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Pinus sp.</i>	■	■		■		
Corteza			■			
Conífera indeterminable	■	■	■	■	■	■
Indeterminable			■	■		■

Tabla 5.36. Presencia/ausencia de los taxones en las estructuras de pastoreo de Goleró y Pradell

Hornos y estructura relacionada 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 la 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 el 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 5.37.). 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.

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

Tabla 5.37. Presencia/ausencia de los taxones en hornos y estructuras relacionadas con las actividades minerometalúrgicas de Goleró y Pradell

5.4.2. 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 m. 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'Inгла 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'Inгла y Bosc dels Estanyons) evidenciado por el gran número de estructuras con cronologías desde el Neolítico hasta época Moderna. Asimismo los bosques de ribera se forman por 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 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 m. 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.*, e.r.).

Los resultados antracológicos de las carboneras de Bosc dels Estanyons nos muestran una vegetación algo diferente 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 11000 años cal. BP (Miras *et al.*, e.r.). 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 los siglos XVI y principios del s. XIX (Mas Canalís, 1995).

Carboneras

Las tres especies utilizadas como combustible para hacer carbón son el abedul, el abeto y el pino. Sólo se ha identificado abeto en una carbonera que es la que se sitúa a 1.500 m. de altitud (Tabla 5.38.). En ésta 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 los 1.990 m. según los resultados. Ya a partir de los 2.000 m., 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. Su presencia se explicaría porque podían haberse utilizado para cubrir la pila, para encender el fuego inicial o podían 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 moderna, desde el siglo XIV hasta el siglo XVII. Son excepción las ES 151 y 152 de Pleta de les Bacives, que han dado cronologías de la Edad del Bronce en el primer caso y época neolítica y s. 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, 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 (ver apartado 5.4.3.). 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 y otras gramíneas que debieron utilizarse para alimentar al ganado y que accidentalmente cayeron en los hogares de los pastores quedando carbonizados (Tabla 5.39.).

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

Tabla 5.39. Presencia/ausencia de los taxones en las estructuras de pastoreo del valle del Madriu

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 5.40 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 pertenecerían a la última fase de combustión en la que la leña no terminó de consumirse (Figura 5.13.).

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 estaría 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 se trataba de ramas caídas o arrancadas. Por otro lado, se han observado fragmentos con sección cuadrada y que serían partes de grandes ramas que, debido a la anatomía del pino, se hubieran fragmentado siguiendo la dirección de las traqueidas longitudinales una vez caídos 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 cm. de diámetro de media. Algunos tienen marca de corte de hacha cuya acción ya explicaremos más adelante (Figuras 5.29., 5.30. y 5.31.). 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 el hacha.

Los demás taxones de enebro, el abeto y el boj están representados por muy pocos fragmentos. El enebro pudo utilizarse como combustible o para prender fuego al horno. El boj y el abeto, una vez más, están presentes en el piso subalpino cuando 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 5.38.).

	Pla de l'Inglà
	52
<i>Abies alba</i>	
<i>Buxus sempervirens</i>	
<i>Juniperus</i> sp.	
<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i>	
<i>Pinus</i> sp.	
Conífera indeterminable	
Corteza	
Indeterminable	

Tabla 5.40. Presencia/ausencia de los taxones en el horno del valle del Madriu

5.4.3. 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 4 capítulo denominamos análisis dendrológico. Asimismo, tenemos en cuenta aquellas alteraciones producidas una vez ocurrida la muerte de la planta, tanto durante su combustión, durante los procesos postdeposicionales como durante la recuperación del material antracológico. Esto nos permitirá obtener información a cerca de las condiciones geográficas y climáticas gracias a las alteraciones producidas durante el crecimiento del árbol. También obtendremos información sobre el 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 5.1. 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 corresponden también a las

carboneras. En cambio, este tipo de estructuras presenta el mayor porcentaje en lo que a alteraciones producidas durante la combustión y a las alteraciones causadas por microorganismos. En cuanto a las estructuras pastoriles, éstos presentan el mayor porcentaje en las alteraciones postdeposicionales, mientras que corresponde el menor porcentaje a las alteraciones 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.

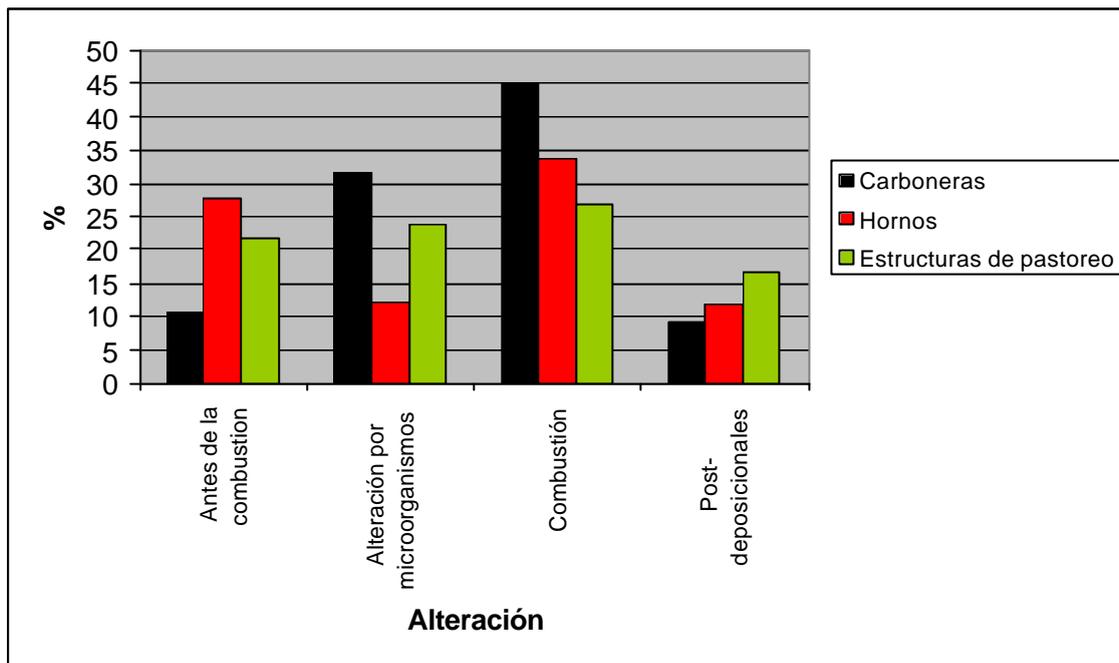


Gráfico 5.1. Alteraciones observadas en el registro antracológico.

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.

Alteraciones producidas antes de la combustión

Crecimiento de la planta

En el material estudiado hemos observado tensión en las angiospermas (Figura 5.14.) y compresiones en las coníferas (Figuras 5.15 y 5.16.). La aparición de este tipo de alteraciones se produce durante el crecimiento de estos árboles y arbustos en unas condiciones de estrés importantes. En alta montaña, tales condiciones se producen debido a los fuertes vientos del invierno, a la nieve que se acumula en los árboles

ejerciando presión sobre éstos 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 5.16.) (Gorczynski y Molski, 1969), en el que el leño final se deteriora antes que el inicial, dando lugar a un aspecto característico en zig-zag. 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 presentando un aspecto sinuoso (Figuras 5.17. y 5.18.) alteración que, en nuestro material de estudio, es más frecuente en las carboneras. Estos mismos cambios bruscos producen fracturas producidas por el hielo/deshielo, los 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 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.

Algunos de los fragmentos de carbón conservaban la corteza y en todos ellos, ésta 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 éstos producen resina, hemos podido documentar la presencia de resina sobre la estructura del carbón (Figura 5.19.).

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 5.20.). 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 5.21.). Finalmente, hemos podido observar claramente los filamentos de las hifas (Figura 5.22.).

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 almacenarlo. 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 en el hecho de que en todo tipo de estructuras la madera fue talada en verano, estación del año en el que se realizaban estas actividades de alta montaña. Como ya hemos comentado, la corteza se encontraba en todos los casos en el leño final.

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 5.23.). Cuanto mayor humedad tenga la madera quemada, más fisuras se producirán, pues esto acelera el proceso de escape de los gases volátiles (Thèry-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, sólo hemos observado dicha alteración en menos de un 15% del total (Figuras 5.24 y 5.25.).

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 por esta alteración (Figuras 5.23, 5.24. y 5.25.). 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 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 estudiado estructuras muy modernas en las que la madera de la estructura (ES 153) todavía no se ha degradado (Figura 5.36.).

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 mostrando unos colores característicos de los mismos en la estructura (Figura 5.26. y 5.27.). 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 dominan en las estructuras pastoriles. Dichas alteraciones se han observado, sobre todo, en fragmentos de reducido tamaño, seguramente debido este tipo de estructuras son los que tienen las cronologías más antiguas, en general, y han sufrido mayor fragmentación y un proceso sedimentario más largo.

ES 5207



ES 5206



ES 5204



ES 5207



Figura 5.13. Fragmentos de gran formato recuperados en la ES 52

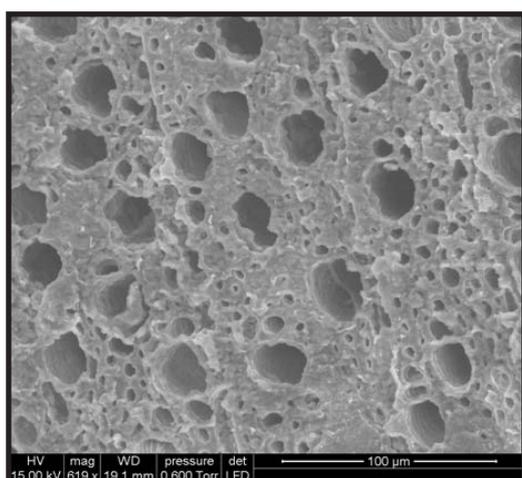


Figura 5.14. Sección transversal de *Buxus sempervirens*. Tensión.

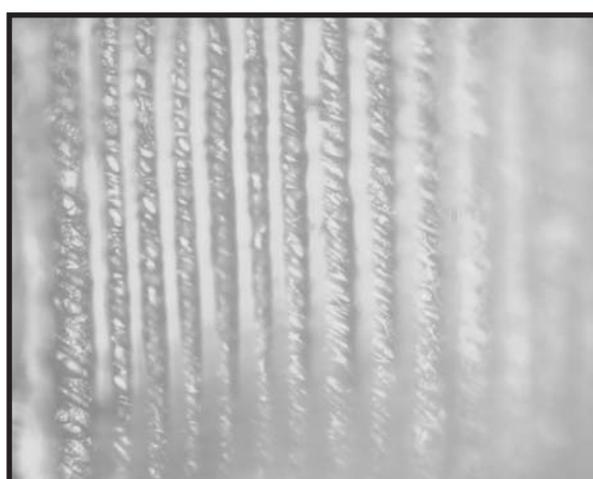


Figura 5.15. Compresiones en la sección radial de una conífera.

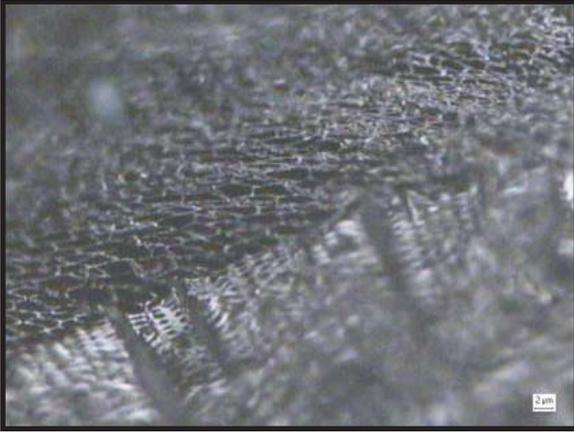


Figura 5.16. Compresión en la sección transversal de una conífera.

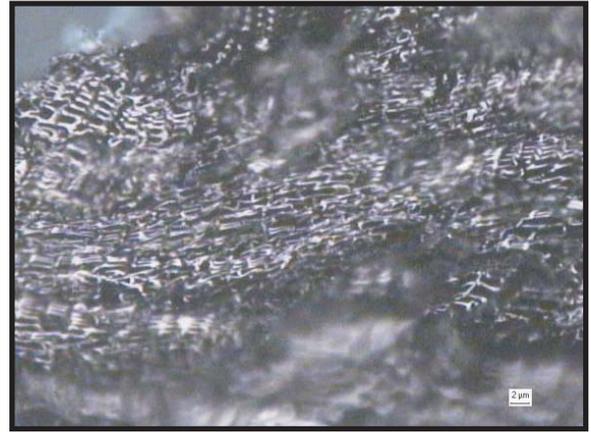


Figura 5.17. Deformación de la estructura.

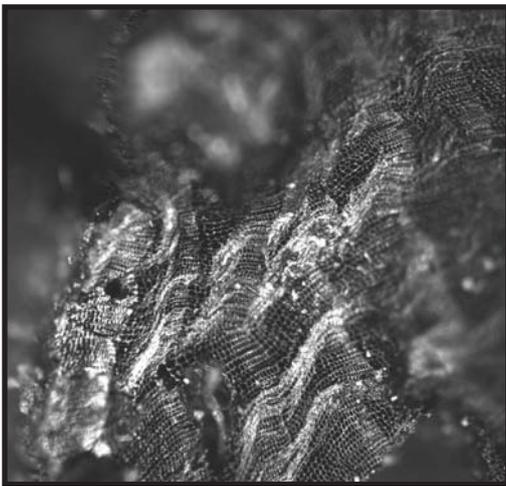


Figura 5.18. Radios sinuosos en la sección transversal de una conífera.

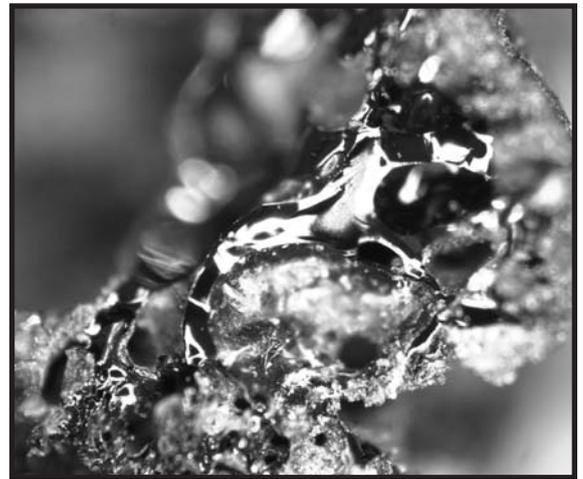


Figura 5.19. Muestra de carbón con resina.

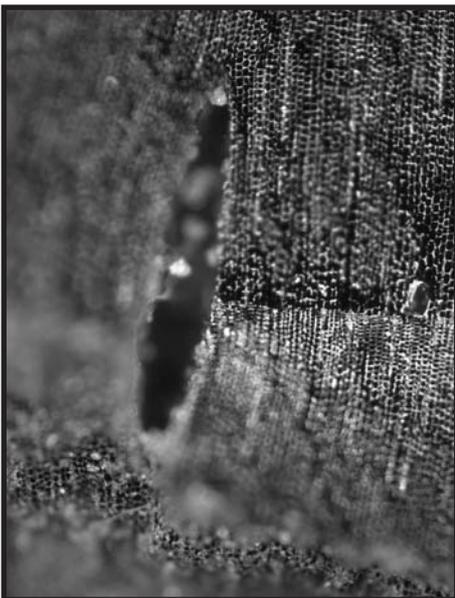


Figura 5.20. Alteración producida por un microorganismo.



Figura 5.21. Microorganismo en carbón.

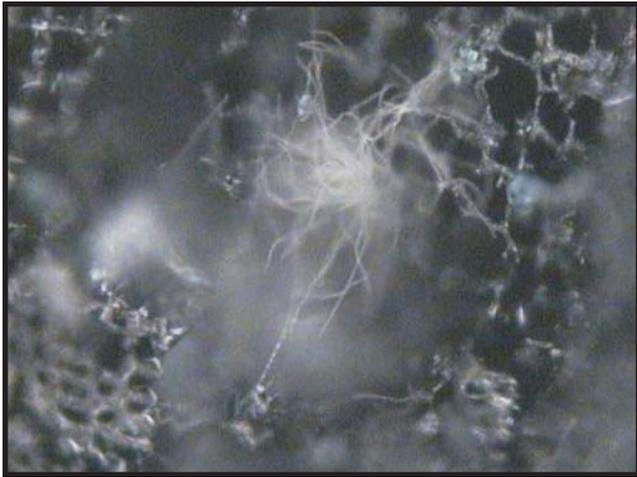


Figura 5.22. Alteración de hifa.

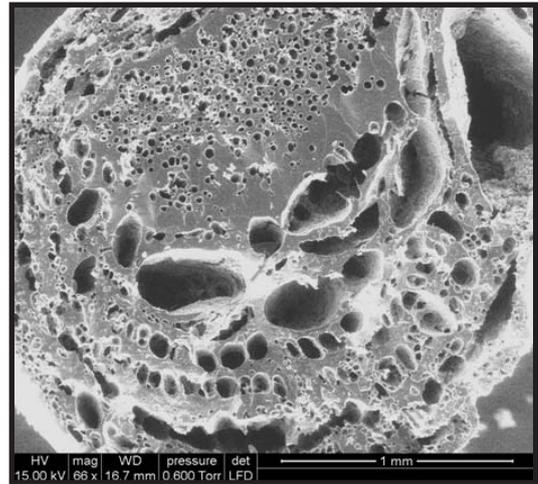


Figura 5.23. Sección transversal de *Rhododeron sp.* con fisuras producidas durante la combustión

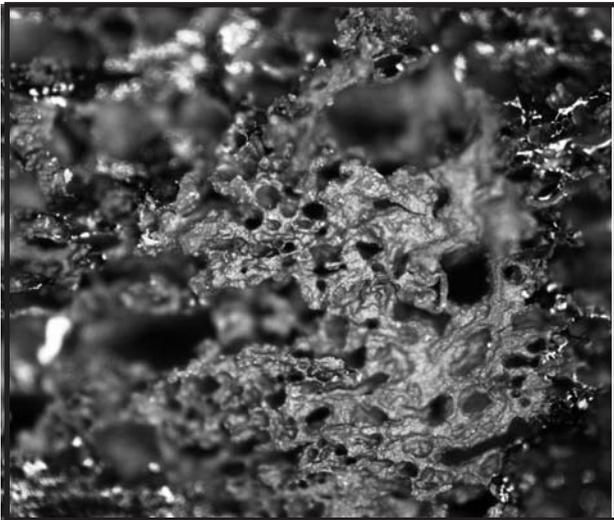


Figura 5.24. Fragmento vitrificado observado en microscopio óptico de luz reflejada.

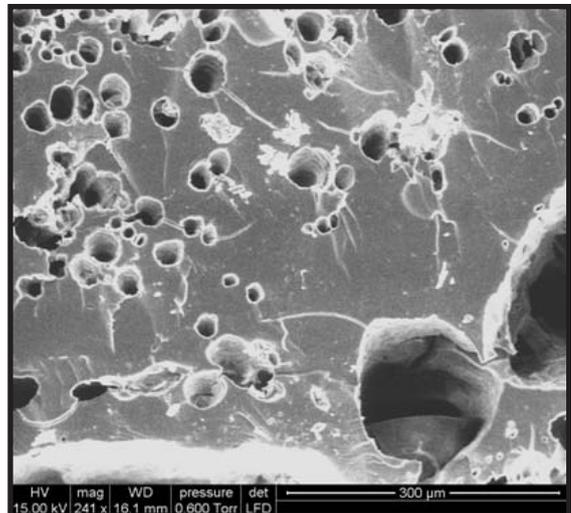


Figura 5.25. Fragmento vitrificado observado en microscopio ambiental (ESEM).



Figura 5.26. Sedimento introducido.

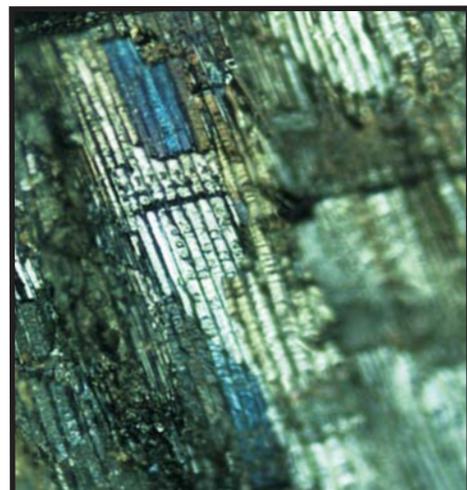


Figura 5.27. Fragmento con minerales incrustados.

5.4.4. Modificaciones macroscópicas

El material que estudiamos en este trabajo presenta una serie de modificaciones observables macroscópicamente. Éstas 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 de la madera, la extracción de la corteza, ramitas u otras partes inútiles y la selección del tronco idóneas para la obtención del producto deseado. La materia prima se transforma en 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, 1999b).

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 5.41.). 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 estudiada es lo suficientemente grande para conservar alguna morfología.

Fragmentos con morfología	Nº de fragmentos	Procedencia
Corte de hacha	4	Bosc dels Estanyons ES 110 Pla de l'Inglà ES 52
Mango	1	Pla de l'Inglà 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	Certeres ES 35

Tabla 5.41. Fragmentos con morfología observados en el registro antracológico.

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

Corte de hacha

La figura 5.33. nos muestra un segmento de rama de 65x30x30 mm. 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 5.34. nos muestra un segmento de rama de 48x25x22 mm. Es muy similar morfológicamente a la que observamos en la figura 5.28. La pieza presenta muchas raíces y sedimento introducidos 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 5.35. es un segmento de rama de 50x43x42 mm., 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 mm. de anchura es un plano transversal que continúa con otro plano oblicuo de 45° con respecto al eje longitudinal y tiene 44 mm. 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

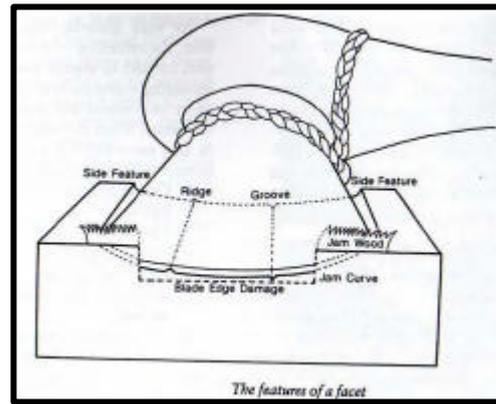


Figura 5.28. Marcas que deja una hoja de hacha al impactar sobre madera según Sands (1997: 12).

(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 ésta estaba húmeda o no, o si ha sufrido alteraciones por microorganismos (Figura 5.28.).

Teniendo en cuenta todos estos aspectos, podemos decir que, por ejemplo, en el fragmento de la Figura 5.33., 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 (Figura 5.33., 5.34. y 5.35.) 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, observamos 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 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 los aumentos del mismo son demasiado grandes.

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 que era causado por el golpe de hacha sobre la madera (Figura 5.29.). Este hundimiento era muy plano y brillante. Alrededor de este hundimiento pudimos ver cómo se levantaba la estructura (Figura 5.30.). Los fragmentos carbonizados fueron también mirados a través de la lupa, y pudimos advertir las características ya mencionadas, aunque de forma mucho más tenue. El brillo debido al golpe de hacha, también se pudo observar en uno de los carbones (Figura 5.29.).

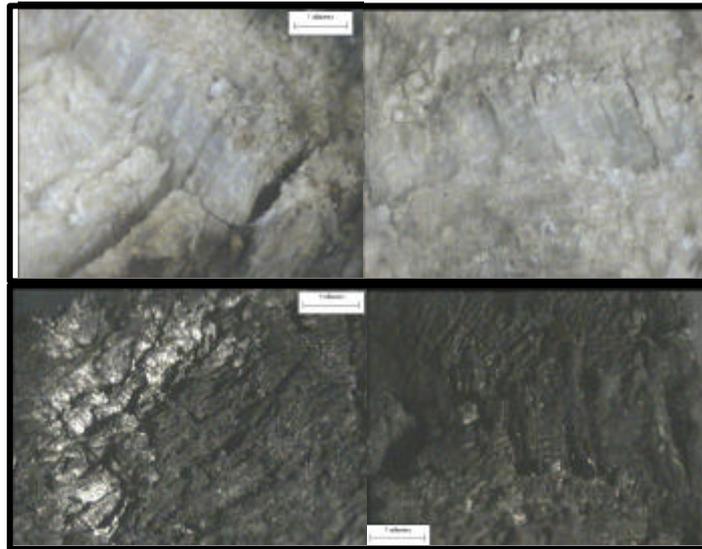


Figura 5.29. Hundimiento del hacha en madera y carbón. En el carbón se observa el brillo causado por el arrastre de la hoja del hacha.

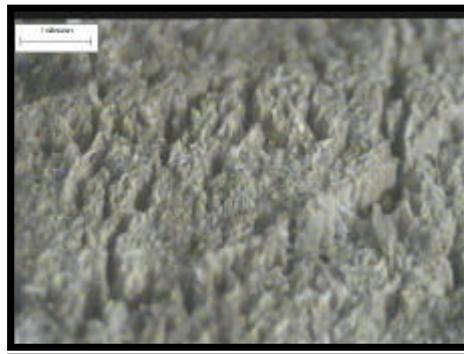


Figura 5.30. Levantamiento de la superficie de la estructura debido al arrastre de la hoja sobre la misma.

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 al arrastre de la misma. 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 (Figura 5.33., 5.34. y 5.35.).

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 (Figura 5.33. y 5.34.). En la figura 5.35. 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 donde se ha conservado toda la sección transversal, tienen entre 8 y 27 anillos. Sin embargo, en las carboneras de Cernerres hay ramitas con hasta 44 anillos de crecimiento. En cuanto al diámetro de estos fragmentos es de entre 1,5 y 3 cm., en todos los casos, excepto en el de la ES 52 donde se han conservado ramas enteras con un diámetro de entre 5 y hasta casi 10 cm.

Virutas

Hemos observado abundantes fragmentos de pequeño formato, de unos 5x5x0,25 mm. 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 E. Galdeano, el carbonero de Vitoria, es la fabricación de lanzas para crear agujeros como respiraderos en la pila (ver capítulo 6). Los restos de virutas que encontramos podrían estar relacionadas con esta actividad. Éstas fueron recuperados en la carbonera 35 de Cernerres (Figura 5.36.). El taxón al que corresponden estos fragmentos son de *Abies alba/Juniperus* sp. Suponemos que se tratan 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.

Estructuras

Posible valla

La figura 5.37. 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 Goleró. Se trata de un segmento de rama obtenido de forma longitudinal, de 45x15x7 mm. 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 estrecha en uno de los extremos, creado durante los procesos postsedimentarios. Mientras 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 56x45x14 mm. corresponde a la ES 31 de Pradell. 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 de la misma. 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 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 al 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 5.38.). 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 *P.* tipo *uncinata* de 318x50x35 mm. 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 258x18x12 mm., no es tan recta como la rama más grande, sino que

forma un arco muy abierto. Al igual que la otra rama, ésta 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, también pudo ocurrir que, una vez derrumbado el techo y depositarse 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 (Figura 5.38.).

Utensilios

Mango

En el nivel 5207 del horno de Pla de l'Inglà se recuperó un fragmento 55x13x8 mm. 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 3x2 mm. de diámetro, que en la parte superficial de la pieza presenta una entrada más ancha de 12x10 mm. 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 por una cuerda (Figura 5.39.).

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 32x16x10 mm (Figura 5.40.). 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 corresponden al plano radial de una rama y la cara del borde de la pieza corresponde al plano transversal (Figura 5.31.). La pieza, originariamente redonda, presenta esta morfología semicircular debido a la fragmentación producida durante los procesos postsedimentarios.

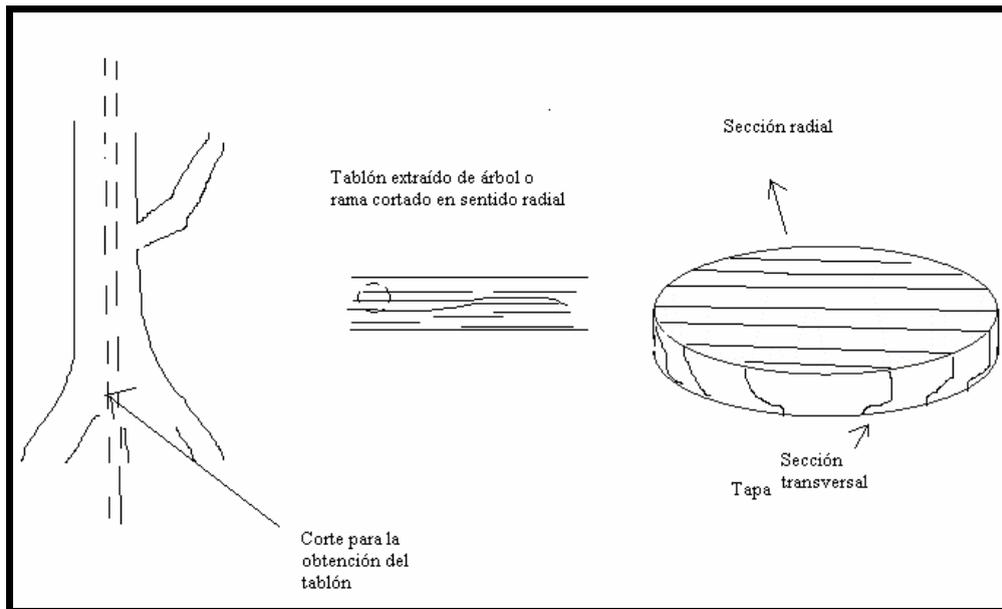


Figura 5.31. Esquema de la extracción de la tapa obtenida en la ES 30.

La segunda pieza de 60x22x20 mm. es un fragmento semicircular. Ésta corresponde a una porción radial de un segmento longitudinal de una rama (Figura 5.41.), 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 esta morfología redondeada, porque no coincide con la forma de los anillos de crecimiento. De hecho, el borde sigue una línea perpendicular a las mismas (Figura 5.32.).

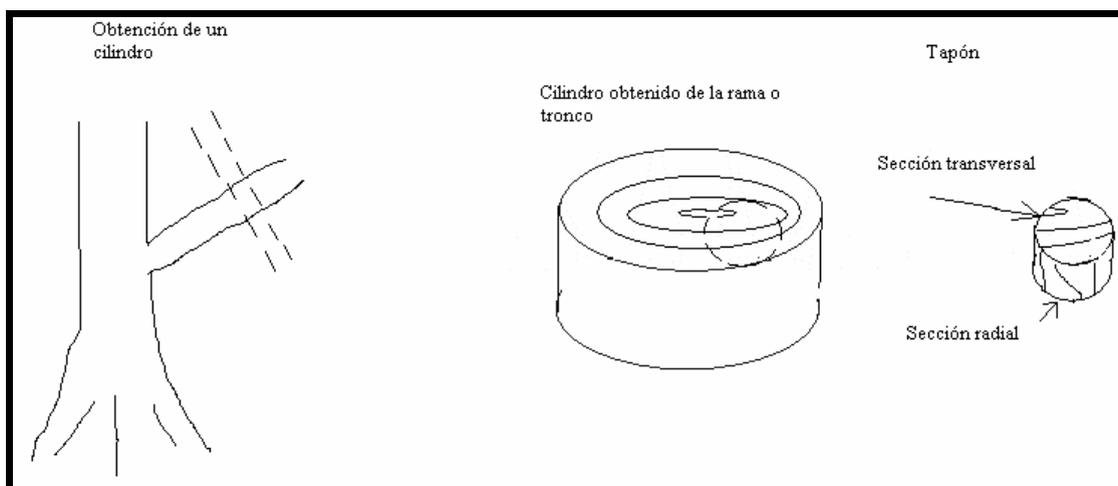
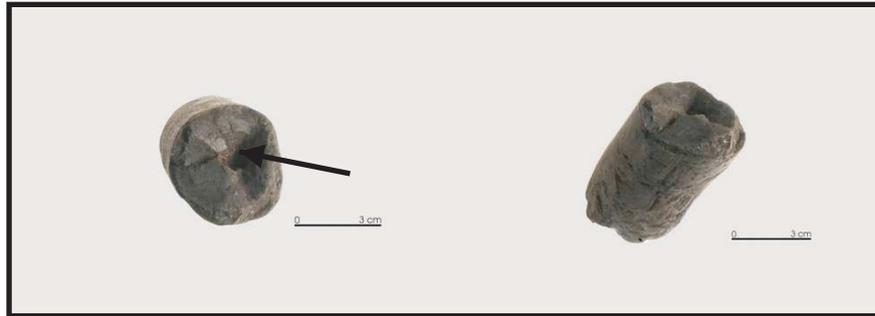


Figura 5.32. Esquema de la extracción de la tapa obtenida en la ES 31.

Ambas piezas fueron interpretadas como tapas de recipientes y ambas pertenecían a *Pinus* tipo *uncinata*. En el “Font dels Lleons” de Tarragona (Sada, 2004), se recuperaron fragmentos de época romana muy parecidos, sobre todo a la figura 5.40., que también fueron interpretados como tapas de recipientes (Figura 5.42.). Asimismo, en la 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 de *Olea europaea* y *Pistacia lentiscus* (Piqué, 1999b). 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.



Bosc dels Estanyons ES 110

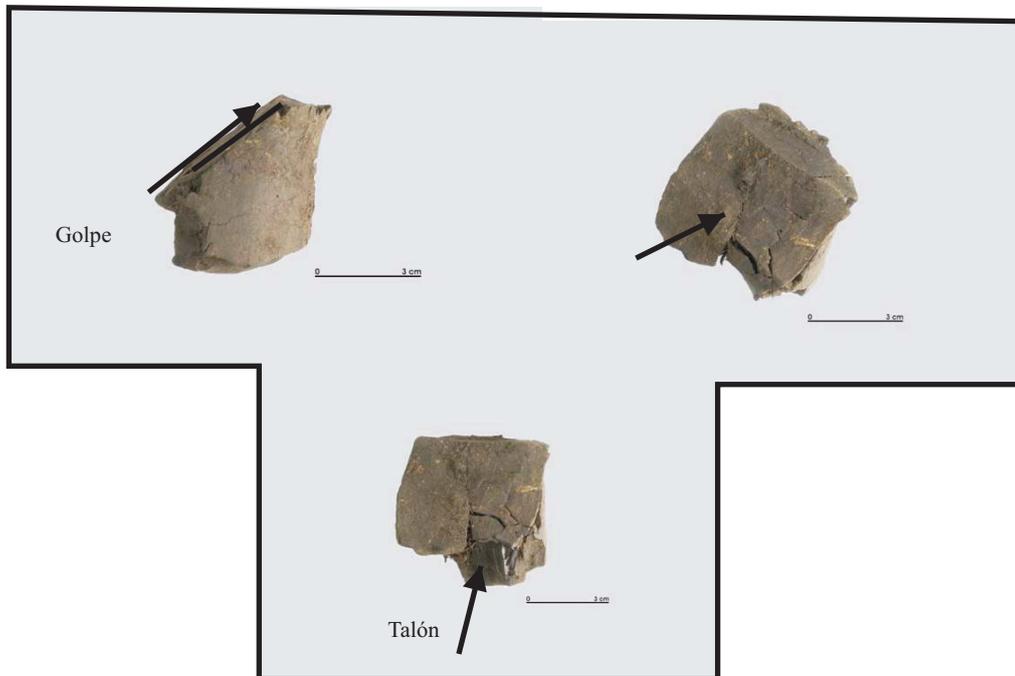
Figura 5.33. Corte de hacha (a).



Corte de hacha y hundimiento

Pla de l'Inglà 5207

Figura 5.34. Corte de hacha (b)



Bosc dels Estanyons ES 203

Figura 5.35. Corte de hacha (c)

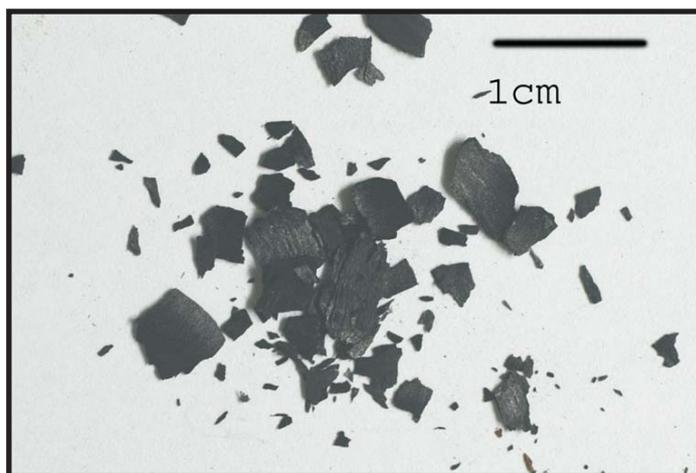
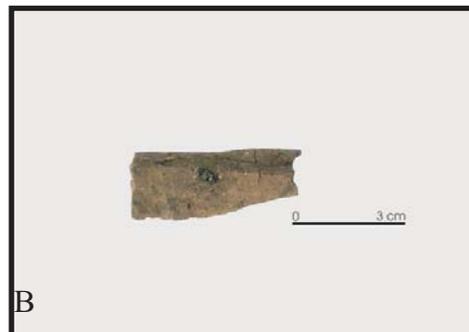


Figura 5.36. Virutas de madera carbonizada.



Goleró ES 02 UE 107



Pradell ES 31 UE 105

Figura 5.37. Fragmentos de estructura de cercado

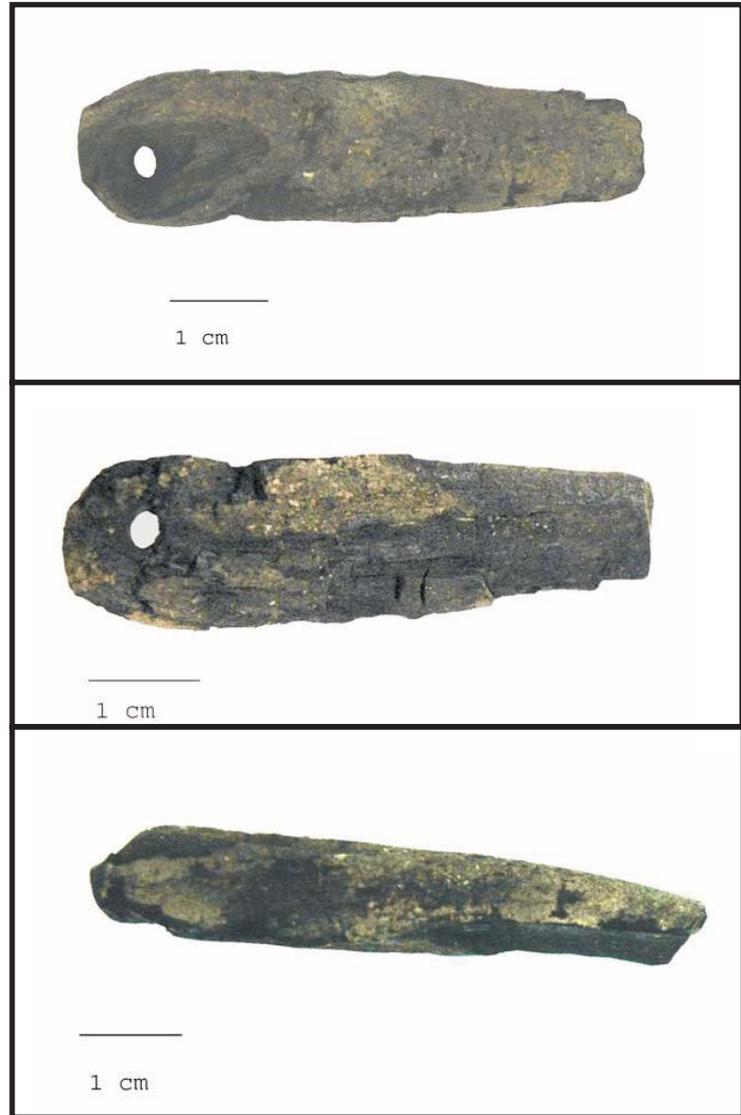


Figura 5.38. Fragmento de madera de estructura de cubierta.

Figura 5.39. Mango de utensilio carbonizado.

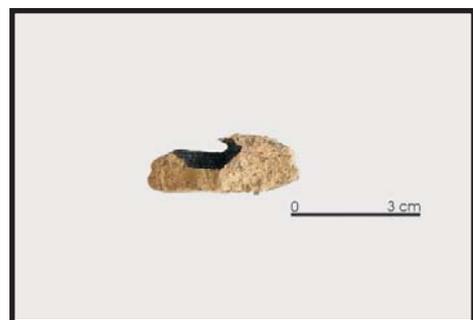
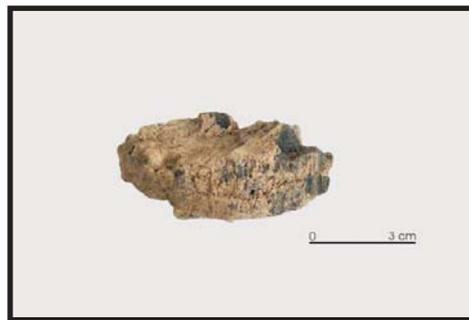
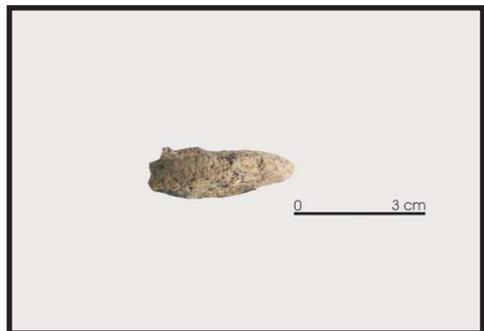
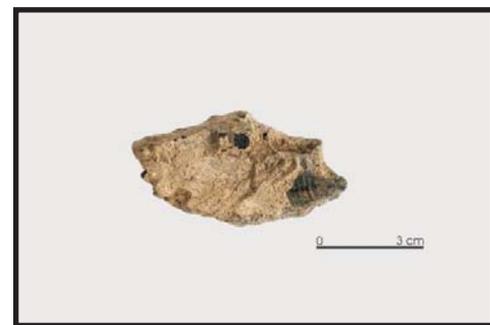
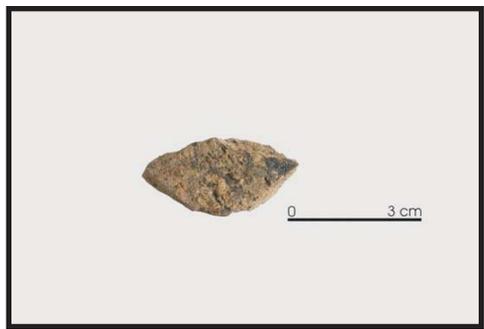
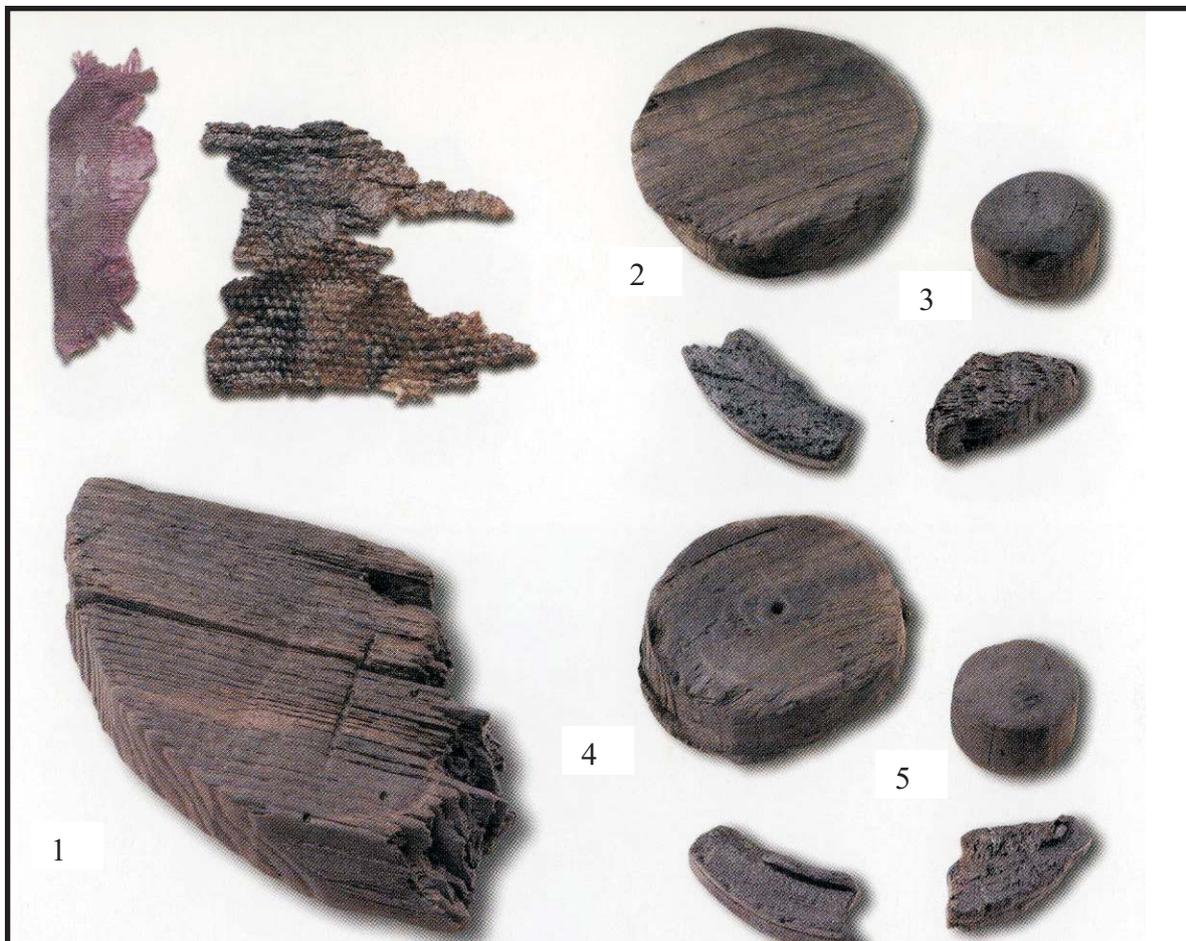


Figura 5.40. Tapa de recipiente. ES 30103

Figura 5.41. Tapas de recipiente. ES 31105



Sada, P., 2004: pag. 11; 1: Nivel de relleno de la “font dels lleons”. S. III-V dC. **1:** 11 x 7,7 x 2 cm. y 120 gramos. **2:** Diámetro 7 cm, grueso 2,2 cm y 70 gramos. **3:** Diámetro 3 cm., grueso 1,9 cm. y 12 gramos. **4:** 4,5 x 1,8 x 0,6 cm. y 7 gramos. **5:** 3,9 x 2,3 x 0,7 cm. y 5 gramos.

Lámina 5.42. Fragmentos carbonizados de tapas de recipientes.

5.5. Análisis antracológico de las carboneras actuales

Como ya hemos señalado en el capítulo 4, hemos tenido la ocasión de haber podido realizar una observación etnográfica de las carboneras debido a que en algunos lugares todavía se realiza esta actividad. Con esto, podremos comprender el proceso de elaboración de las carboneras, los utensilios utilizados y a los propios carboneros. Esto mismo nos ha permitido realizar el análisis antracológico del ciscarro recuperado en dos carboneras actuales, lo que nos posibilitará comprender mejor el registro arqueológico recuperado en este tipo de estructuras durante las campañas arqueológicas.

5.5.1. Análisis antracológico del ciscarro de Vitoria

Vitoria se encuentra en el valle de Lana en la Nafarroa Media occidental, a 72 km. de Pamplona y corresponde a la Merindad de Estella. Al norte y al este está limitado por la Sierra de Lóquiz, al sur con Acedo y al oeste con Zúñiga y el alavés valle de Arana. El valle está situado a 615 m. sobre el nivel del mar y está compuesto por cuatro pueblos más a parte de Vitoria. Se trata de Galbarra, Ulibarri, Narcué y Gastiain (Figura 5.43). Actualmente viven unos 206 habitantes en todo el valle.

Vitoria se encuentra entre dos dominios biogeográficos: el cantábrico y el mediterráneo. En cuanto a la vegetación, en las zonas umbrías de los puntos más altos del valle, sobre 700 m., crece de forma discontinua el haya. En la solana crecen la encina y el madroño, que son los árboles más representativos del valle, y en una zona intermedia podemos ver robles y quejigos. Las laderas meridionales del valle, son más sombrías, y por ellas se extiende un tupido carrascal.



Figura 5.43. Mapa de localización de Vitoria (Nafarroa)

De los 250 carbones estudiados hemos identificado 4 fragmentos de *Arbutus unedo*, 5 de *Fagus sylvatica* y 115 de *Quercus ilex*. Asimismo encontramos 41 fragmentos de cortezas y 85 fragmentos indeterminables (muchos de ellos posiblemente son cortezas) (Tabla 5.42.).

Taxón	Total	
	nº frag.	%
<i>Arbutus unedo</i>	4	1,6
<i>Fagus sylvatica</i>	5	2
<i>Quercus ilex</i>	115	46
Corteza	41	16,4
Indeterminable	85	34
Total	250	100

Tabla 5.42. Resultados del análisis antracológico del ciscarro de Vitoria

El 42,8% de los carbones presentan vitrificaciones puntuales. El 17,2% de estos carbones con vitrificaciones no han podido ser determinados, debido a que presentan además otro tipo de alteraciones, como la presencia de sedimento en su estructura. De hecho el 25,6% del total de los fragmentos estudiados tiene sedimento introducido y en un 19,6% ha resultado imposible la identificación.

El 35,6% de los carbones con vitrificación presenta esta alteración en todo el carbón en general. En el resto de las ocasiones, la alteración se encuentra en los radios multiseriados de *Quercus ilex* o cerca de fisuras. También se ha podido observar que la vitrificación es, en todos los fragmentos, mayor en la zona de la corteza que en el centro del leño.

Las fisuras se han identificado en el 6,8% de los fragmentos estudiados y en el 3,6%, estas fisuras se encuentran en los radios multiseriados. Sólo el 2% presentan alteraciones de micro-organismos aunque no han alterado significativamente el carbón hasta el punto de impedir su identificación.

Emilio Galdeano sube en marzo a la sierra de Lóquiz, a un trozo de bosque llamado “suerte” que le ha sido cedido por el ayuntamiento para limpiarlo. Cuando era más joven subía muy alto y se construía las carboneras en el monte, pero hoy en día no sube tan arriba y hace las carboneras en el pueblo, justo delante de su casa.

La leña que utiliza es la encina porque es la mejor para hacer carbón, pero entre la materia prima que corta, también recoge madroño y haya, aunque en menor proporción. El madroño y el haya los utiliza para encender la pila sobre todo. En el análisis se han observado ramitas pequeñas de haya, madroño y encina/coscojo, que se habrían utilizado para esta función.

De los 250 fragmentos analizados, 41 han sido identificados como corteza o tienen una parte de corteza. Asimismo, muchos de los fragmentos que no hemos podido identificar pertenecen seguramente cortezas. La corteza es la parte que se desprende primero durante la combustión de la madera. La razón de la gran cantidad de fragmentos de corteza en la plaza, es que no han sido recogidas junto con el carbón para utilizarla como combustible.

También hay que decir, que los fragmentos observados no presentan alteraciones tales como la tensión o anillos sinuosos que suelen aparecer en la madera ha sufrido estrés debido a condiciones climatológicas extremas o por el peso de la nieve sobre el árbol. Esto se debe a que el clima del hábitat del bosque explotado es templado y mediterráneo de media montaña. Por otra parte, la presencia de alteraciones por microorganismo en pocos fragmentos, nos indica una buena salud del bosque, debido a que limpian el bosque cada año.

La vitrificación se ha determinado en casi la mitad de los fragmentos, mientras que las fisuras se observaron en pocos fragmentos, seguramente porque la combustión se llevó a cabo de una manera lenta y progresiva y aunque las temperaturas que sufrieron los carbones fueron altas, la combustión no fue tan violenta y los gases no se evaporaron tan rápido como para romper la estructura.

La presencia de tierra en bastantes fragmentos se debe a que los carbones fueron pisoteados y recubiertos de tierra al limpiar la plaza para recoger los carbones de la cocción y para dejarla lista para una próxima cocción.

5.5.2. Análisis antracológico del ciscarro de Cogullos

Cogullos se encuentra en el valle de Valdebodres, en la merindad de Sotoscuevas en la provincia de Burgos. Se sitúa a 84 km. de la ciudad de Burgos y actualmente cuenta con 8 habitantes. Se encuentra a 651 m. de altitud (Figura 5.44.). La proximidad de la Cordillera Cantábrica hace posible que crezcan las dehesas de robles. También hay

pinos y boj. Pero la vegetación que crece en esta zona está compuesta principalmente por encinas y quejigos.



Figura 5.44. Localización de Cogullos (Burgos)

De uno de los restos dejados por una de las carboneras de Román, se recogieron dos muestras de sedimento. Una se extrajo de la parte exterior de la carbonera y otra de la parte que había correspondido a la chimenea.

En total se analizaron 250 fragmentos, 125 correspondientes a la parte exterior y 125 de la parte que correspondió a la chimenea. Se observaron diferencias entre las dos zonas de muestreo (Tabla 5.43.).

Taxón	Chimenea		Parte exterior		Total	
	nº frag.	%	nº frag.	%	nº frag.	%
<i>Cistus</i> sp.	-	-	1	0,8	1	0,4
<i>Quercus ilex</i>	89	71,2	75	60	164	65,6
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	20	16	2	1,6	22	8,8
<i>Quercus</i> sp.	2	1,6	-	-	2	0,8
<i>Salix</i> sp.	1	0,8	-	-	1	0,4
Cf. <i>Quercus</i> sp.	1	0,8	-	-	1	0,4
Corteza	9	7,2	37	29,6	46	18,4
Angiosperma indeterminable	1	0,8	1	0,8	2	0,8
Indeterminable	2	1,6	9	7,2	11	4,4
Total	125	100	125	100	250	100

Tabla 5.43. Resultados del análisis antracológico del ciscarro de Cogullos

De los carbones de la parte exterior de la carbonera, se han identificado 75 fragmentos correspondientes a *Quercus ilex*. 37 fragmentos corresponden a fragmentos de corteza. Por otro lado, se han identificado 2 ramitas muy pequeñas de *Quercus* sp. caducifolio y 1 ramita de *Cistus* sp. Por último, 10 fragmentos fueron imposibles de identificar.

De la parte central de la carbonera que corresponde a la chimenea, se han identificado 89 fragmentos de *Quercus ilex*. En esta ocasión se han identificado 20 fragmentos de *Quercus* sp. caducifolio, fragmentos mucho más grandes que los identificados en la muestra anterior. Se ha observado también un número mucho menor de cortezas en estos 125 fragmentos estudiados, un total de 9 fragmentos. Asimismo se ha identificado un fragmento de *Salix* sp. Por último, 2 fragmentos corresponden al género *Quercus* y 4 fragmentos, muchísimos menos que en el caso anterior, no han podido ser identificados.

En lo que se refiere a las alteraciones de los fragmentos estudiados de esta carbonera se han observado fisuras y encontramos sedimento en el interior de las células. Muchos fragmentos de encina de la parte exterior presentan fisuras que se pueden observar macroscopicamente. En la mayoría de los fragmentos indeterminables no se ha podido observar la anatomía debido a que el sedimento introducido en la estructura celular interna lo impide. En este caso, sólo el 10% del total de los fragmentos analizados presentan vitrificación, mientras que las fisuras aparecen en el 26,4%.

De los carbones de la parte que corresponde a la chimenea, los fragmentos son en general muchísimo más grandes que los de la muestra correspondiente del exterior de la misma y la variabilidad taxonómica es también mayor. Un fragmento alcanza los 10 cm. de longitud. Se trata de aquellas ramitas menores de 15 cm. de diámetro que, según el carbonero, fueron rechazados para su comercialización.

A pesar de que Román afirmaba que sólo utilizó la encina como combustible de la carbonera, se han identificado tres taxones más (el sauce, la estepa y el roble). Como ya veremos, a veces utiliza el roble, pero la presencia del sauce y la estepa se explican porque posiblemente fueron arrastrados a la pila accidentalmente o provienen de la hoguera que utilizó Román para prender fuego a la chimenea.

El carbonero Román explota un bosque común donde también podemos observar robles. Limpia el bosque y al hacerlo también recoge los tocones de robles y encinas

porque arden muy bien en la pila. La encina con la que hace carbón se utiliza para venderla a braseros y restaurantes. Román, antes quemaba roble para calentar las casas.

En este caso, las fisuras son más abundantes que la vitrificación, al contrario de lo que ocurre en el caso de las muestras de la carbonera de Vitoria. Es significativo que la vitrificación aparezca en un porcentaje tan bajo. Estas diferencias seguramente se deben a unas condiciones de combustión diferentes en las dos carboneras estudiadas.

Se ha observado que hay más corteza en la parte externa de la carbonera. Estos fragmentos serían aquellos que han sido rechazados para su venta. Por otro lado, en el centro de la carbonera la variabilidad taxonómica es mayor. Esto se debería a que especies como el sauce o ramitas pequeñas de encina y de otras especies se utilizaron para prender la carbonera, pero debido a su pequeño tamaño, no se recogieron para su comercialización.



6. Ejemplos etnográficos de la actividad de carboneo

6. Ejemplos etnográficos de la actividad de carboneo

Para poder observar la actividad de carboneo llevada a cabo en ambos lados de los Pirineos, hemos recogido datos de diferentes lados del norte y noreste de España y sudoeste de Francia, a diversas altitudes. La actividad de carboneo fue muy importante en toda España y también en Francia hasta prácticamente mediados del siglo XX, y hoy en día muchos habitantes de estas regiones recuerdan que algún familiar practicara esta actividad. Sin embargo, quedan muy pocos carboneros que sigan llevando a cabo este tipo de trabajo en la actualidad. Algunos carboneros fabrican pilas carboneras como demostración divulgativa de un oficio que está a punto de extinguirse y otros hacen carbón para restaurantes y braseros.

En cuanto a los carboneros de los Pirineos, hay escasa documentación que nos diga quienes eran y de donde venían. Esto se debe a que se trataba de personas marginales que raramente atrajeron la atención de los viajeros o administradores (Metailié, 1993). Normalmente, los carboneros eran pastores o agricultores de profesión, por lo que esta actividad era complementaria, para aumentar sus escasas ganancias. Aunque, muchas veces se prefería contratar a un carbonero especialista en la profesión, uno que hubiera aprendido el oficio en el seno de la estructura familiar. Estos carboneros trabajaban por jornadas para los maestros de las fraguas (Gutiérrez i Perearnau, 1996; Codina *et al.*, 2001).

Lo único que se menciona en los documentos acerca de la actividad carbonera es el tipo de madera utilizada y la tipología de las carboneras. Por ejemplo, en el libro de Constituciones del Gremio de Herreros de Valencia (folio 29), dice que los carboneros hacían carbón con pino y que otro tipo de maderas destinadas a la actividad metalúrgica eran el enebro, el olivo o el algarrobo (Amenós, 2004). En 1345, bajo el reino de Aragón, los textos describen dos tipos de carboneras. Por una parte se encuentran las estructuras cubiertas de madera o pilas y por otra las construcciones abiertas construidas en piedra para una producción más industrial (Izard, 1992b). Debido a esta escasa información que nos ofrecen los documentos, hemos creído necesaria la recolección de datos etnográficos sobre esta actividad carbonera.

La actividad carbonera que reflejan nuestras áreas de estudio estuvo relacionada directamente con la actividad de la fragua del entorno, como ya hemos dicho, aunque no se descarta que se hubiera fabricado carbón con otros objetivos más domésticos como la obtención de combustible. Sin embargo, la técnica de la cocción de carbón sigue siendo la misma ya desde época romana, por lo que la entrevista a antiguos carboneros y la investigación de esta actividad en documentación etnográfica nos permitirán conocer la misma de manera directa. De este modo, no sólo conoceremos la especie o especies utilizadas para la cocción, sino que comprenderemos el proceso completo de la actividad, desde la tala de árboles hasta el abandono de la plaza, pasando por los útiles utilizados por los carboneros, su situación socioeconómica, etc. La realización de este tipo de investigación sobre carboneras y no sobre otro tipo de estructuras como hornos o estructuras relacionadas con el pastoreo, se debe a que este trabajo tiene como material de estudio la madera carbonizada y las carboneras están relacionadas directamente con la madera y la gestión del bosque.

6.1. El carboneo en Bizkaia, Nafarroa, Burgos y Cantabria

6.1.1. El carboneo en Vitoria (valle de Lana, Nafarroa)

En Nafarroa fue especialmente importante el carboneo, sobre todo en los valles pirenaicos, en las sierras de Aralar, Urbasa y Andía así como en el valle de Lana. Esta actividad decayó debido a los adelantos tecnológicos, a la industrialización y al éxodo rural. En la actualidad, el carboneo sólo se realiza en el valle de Lana, en los cinco pueblos que lo componen, que son Galbarra, Narcué, Ulibarri y Vitoria. Vitoria es el pueblo que cuenta con el mayor número de carboneros siendo uno de ellos Emilio Galdeano, de 65 años. Hace 30 o 40 años, todo el pueblo llevaba a cabo esta actividad. Fue tan importante el carboneo en este valle, que incluso hay una jota navarra que cuenta que *Olentzero* (personaje mitológico vasco de profesión carbonero) proviene de este lugar.

Hoy en día, E. Aldeano, así como su primo que vive muy cerca de él, hacen carboneras en la plaza que se encuentra en frente de su casa, pero en su juventud, subían a los bosques de las sierras de Louis y Faldellín (el punto más alto se encuentra a 1.256 m. de altitud) que rodean el valle de Lana. Debido a la gran pendiente de la sierra, construían terrazas levantando muros de piedra seca en el margen de la pendiente y rellenaban el espacio con tierra para obtener una superficie plana.

Solían pasar los veranos en el monte. Según los carboneros, su mejor medicina para “asentar el temple” era carbón molido en un vaso de agua. Dormían en chabolas hechas de madera y cubiertas de tierra. Su comida habitual eran alubias, habas secas y tocino. El pan lo llevaban al monte pero no les duraba toda la estancia. Por eso comían los “*talos* de carbonero”. Éstos son una especie de tortas que se cocinaban en una sartén con el aceite del tocino. Se trataba de una masa de harina blanca con levadura que al cocinarla hacía dos tapas, para poner dentro las alubias, las habas y el tocino. Cada día se apartaba un trozo de masa para que fermentara y cocinarla al día siguiente. A veces también ponían a cocer patatas en una olla con piedras y agua.

El espacio de bosque en el que trabajaban y en el que todavía hoy obtienen la madera se llama *suerte*. Es el espacio cedido por el ayuntamiento para el carboneo. El ayuntamiento también suele ceder las *velas* para la obtención de combustible doméstico. Son trozos de bosque que hay que limpiar de arbustos, lianas, etc. Se consideran feos estéticamente y poco productivos. Hay que dejar en pie sólo los árboles que después se cortarán para hacer carbón. Se mantienen los mejores tallos de las encinas, robles, alcornoques, etc., que son árboles que rebrotan.

En la actualidad, Vitoria cuenta con unos 19 habitantes y la gente hace *txondorras* o carboneras para obtener beneficios económicos complementarios durante los meses de julio y agosto. Hace 30 o 40 años, sin embargo, los carboneros trabajaban desde mayo hasta septiembre y muchos vivían de ello. E. Galdeano nos cuenta que en esos tiempos 200 Kg. de carbón tenían un precio de 2 ptas., mientras que en la actualidad un kilo cuesta 80 ptas.

La especie utilizada para hacer carbón es la encina, por ser el mejor combustible y con mayor poder calorífico. El haya es una buena especie pero demasiado ligera y el roble “chisporrotea” demasiado. Además, el haya puede tener más utilidades como madera para fabricar muebles, sillas, etc. Los compradores de este carbón son en la actualidad particulares de restaurantes, braseros, etc. El pino no es una buena especie, debido a que los clientes no necesitan obtener grandes temperaturas en poco tiempo, sino que este calor les dure. Además, el olor del carbón de la encina es agradable. Dice E. Galdeano que su olor ácido le recuerda al olor del café.

La madera se recoge en invierno, hacia el mes de marzo, porque es entonces cuando la madera produce menos corteza y es transportada a la plaza de carboneo en camión.

Antes, se tenía que llevar la madera hasta el camino en *burros*, una herramienta para transportar leña con pie que permite apoyar el peso. E. Galdeano recuerda que cuando todavía no existía la motosierra, cortaban estos trocos con dinamita si no podían con el hacha, ya que los troncos deben ser gordos. También recuerda la época cuando no se les permitía cortar encinas. Por eso, solían extraer las *zakurra*'s, que son la parte de la base de un árbol. Éstas se extraían haciendo un hoyo alrededor de las mismas y arrancándolas posteriormente.

La leña recogida se apila en círculos alrededor de la plaza, y aquellos troncos gordos se “rajan” o parten por medio de una cuña. Pueden transcurrir entre 15 y 20 días apilando y cortando la madera y se deja secar. Es recomendable que la leña que se use para la carbonera no haya estado apilada más de un año. Estas pilas sirven además de combustible, como paraviento para la carbonera.

El mejor sitio para hacer una carbonera es la plaza donde se haya realizado otra porque es más reductora. Por eso se reutilizan las plazas hasta diez veces en una misma temporada. Antes de hacer la carbonera, se debe limpiar la plaza con una escoba, porque al abandonarla en el uso anterior queda el *ciscarro*, pequeños trozos de carbón que se rechazan. Es importante apartarlos, porque arderían rápido y sería imposible la cocción de la madera de la carbonera. Después se recoge tierra de la plaza con una pala y se coloca alrededor de ésta. Dicha tierra se utilizará para cubrir la carbonera. La mejor tierra para cubrir la carbonera es también la que ya haya sido quemada.

Las carboneras que construye E. Galdeano delante de su casa tienen unos 10 m. de diámetro y obtiene hasta 4.000 Kg. de carbón de cada una de ellas. Cuenta que las carboneras del monte eran mucho más grandes. Llegaban a obtener 40 toneladas de carbón de ellas. El suelo de su plaza es arcilloso y no es un buen suelo si los días son húmedos, pero en verano esto no es ningún problema. Dice que esto se puede solucionar poniendo gravilla encima de este suelo. Esta solución se ha podido observar en las carboneras de nuestro estudio. La arcilla es buena para que la carbonera se enfríe más rápido una vez la cocción haya terminado.

Una vez dispuestas las maderas para hacer la carbonera, se deja una chimenea en el centro y se construye una pirámide mediante la agrupación progresiva de maderas alrededor de esta chimenea. Las maderas con mayor diámetro se ponen en el centro y las más delgadas, de unos 20 cm. de diámetro, en el radio más exterior. La pila se cubre

con paja para que no entre la tierra con la que se cubrirá la carbonera. La mejor es la de cebada o trigo y no la de avena, porque ésta última resbala. Hay que tener en cuenta que la tierra que cubra la carbonera sea suelta y no vaya mezclada con la arcilla del suelo.

Cerca de la carbonera se hace un hogar pequeño, y la brasa que se crea se echa por la chimenea junto con hojarasca seca con la ayuda de una escalera hecha a mano. La chimenea se cubre con una tapa de hojalata. Cuenta E. Galdeano que él está delgado y no pasa nada, pero que conoció a otro carbonero que por el peso hizo un agujero en la carbonera, se cayó y allí se quedó. La combustión se va controlando mediante *banderillas* (agujeros que se van haciendo cada vez más debajo de la carbonera mediante unas lanzas puntiagudas ya preparadas). En la base, se colocan piedras cuyo intermedio cumplirá la función de tiro para la combustión.

Para que no se partan los carbones del exterior y hagan un agujero en la carbonera que después hay que tapar inmediatamente, E. Galdeano va mojando periódicamente el exterior de la carbonera con una manguera de agua. Estos agujeros son muy peligrosos. Su familia recuerda que casi se les quema la casa una vez por culpa de uno de ellos. También es peligrosa la ceniza llamada *rescaldo* que queda en la tierra y en la carbonera, pues si se toca se puede caer y quemar al carbonero. Ésta se produce más en los lugares húmedos. La temperatura de la carbonera puede llegar aproximadamente a los 500 °C. Pero los carboneros tienen a su patrón San Alejandro que les resguardará. Este santo debió ser obispo en Asia y cuentan que se vestía de carbonero para escapar de la persecución hacia los eclesiásticos. Cuentan que también San Ignacio de Loyola fue carbonero antes de fundar la Compañía de Jesús.

La cocción de la carbonera hay que controlarla no dejando que se acaben las brasas. Por eso hay que echar madera periódicamente. Al disminuir el volumen, hay que rellenar los huecos. Este acto de echar combustible se llama *betegarri* y se suele utilizar el *tizo* o madera que no se haya quemado por completo en una carbonera anterior y que había sido rechazado, o madera picada de pequeño tamaño. El mejor momento para el *betegarri* es durante la madrugada porque hace menos calor; de otra forma, arde demasiado. También hay que limpiar la tierra que cubre la carbonera durante el proceso y bajarla periódicamente para que se enfríe. Esta acción es denominada “cambio de traje”. La cocción puede durar una quincena de días, y éstos se aprovechan para construir otras carboneras en las cercanías de la primera. E. Galdeano apenas duerme durante la cocción, pero le parece el momento más descansado de la actividad

carbonera, porque sólo tiene que vigilar. Opina que es más cansado transportar y picar la leña.

Una vez el color del humo haya cambiado (el humo blanco indica que falta mucho para cocer, el azulado que casi está y el transparente señala que hay que apagar la carbonera), se retiran las piedras de la base. Se considera que ya está cocido el carbón. Por eso hay que retirar el carbón rápidamente con un rastrillo, removiéndolo para que no vuelvan a prender las brasas. Se va retirando y apartando a su vez la paja que quede. Esta actividad hay que realizarla durante la madrugada porque la temperatura es más fresca, como ya hemos dicho. Si no se retira todo, se vuelve a tapar aquello que no haya sido apartado para que no prenda.

Donde ha estado la chimenea y en la base de la carbonera, es donde más se rompe el carbón pues es donde se agita con la lanza durante el *betagarri*. No son trozos tan pequeños con el *ciscarro* y se denominan *menudos*. Estos trozos se utilizan para llenar los huecos entre los trozos grandes al llenar los sacos para la venta. Muchos compradores suelen rechazar el menudo, pero E. Galdeano recuerda que algún restaurante le pidió expresamente este carbón *menudo*. Hay que controlar la temperatura de estos sacos periódicamente, porque pueden volver a arder.

Emilio también recuerda haber hecho carbón de *cisco* procedente de las ramas más pequeñas, de unos 10 cm. de diámetro. Este tipo de carbón no se utilizaba para el comercio sino para uso doméstico.

6.1.2. El carboneo en el valle de Gordexola (Enkarterriak, Bizkaia)

Conocemos el carboneo en el valle de Gordexola (Enkarterriak, Bizkaia) gracias a Miguel Polancos Aratzaba, que fue carbonero durante los años cuarenta (Polancos Aratzaba, 1997). En este valle las carboneras estuvieron relacionadas con la herrería. Esta actividad fue tan importante que los habitantes cambiaron el nombre a su río, llamado Ibalcibar, por el de Herrerías. De hecho, hubo en el valle hasta 10 herrerías. Según el autor, una de las causas de la crisis de éstas en el siglo XIX fueron los enfrentamientos entre caseros y herreros, llamados por los primeros “devoradores de bosques”. Sin embargo, cuando éstos desaparecieron, la vigilancia de los bosques caducifolios de Gordeixola se descuidó y comenzaron a ser talados indiscriminadamente. Pero en los años cuarenta se incrementó la producción y consumo de carbón, llamado gasógeno, para poner en funcionamiento los vehículos a motor. La

producción del carbón desapareció en el valle hacia los años sesenta (Gutiérrez i Perearnau, 1996).

M. Polancos llama a la carbonera *hoya*. Las especies utilizadas podían ser el roble, castaño, haya, encina o fresno. La recogida de madera podía ser a *tirón*, lanzando ésta a la hoya si estaba cerca, a hombros con ayuda de un *burro* o con ayuda de tracción animal, normalmente bueyes.

La cabaña que describe también era de morfología triangular. La base era de piedra y el tejado de madera, sobre la cual se colocaba tierra y *cisco*, éste último para que se deslizara el agua por la cubierta. Su dieta era también de tocino frito para desayunar, cocido de habas o alubias con tocino cocido para comer y patatas cocidas con tocino frito para cenar, siempre acompañados de agua y pan. En otoño, la dieta aumentaba con las castañas y pimientos.

La *hoya* se cubría de helechos, hierba, musgo, hojarasca, césped, etc. y posteriormente con tierra, mejor si era *cisco* o tierra quemada donde ya se había hecho carbón. Se echaba brasa y leña con una pala por la chimenea y esta se agitaba con un palo de punta llamado *barnero*. Una vez prendida la hoya, la chimenea se tapaba con helechos y posteriormente con *cisco*. Había que tener cuidado con las *henchiduras* o hundimiento de la corteza que se forma cuando reduce el volumen de la madera al cocerse. La pérdida de volumen obligaba a compactar la hoya y esto se hacía golpeándola con una *mandarina* o pala de madera de cierto peso. Si el carbón se cocía demasiado se obtenía *carbonilla*, si se cocía poco *tizo*.

Una vez terminada la cocción se tenía que *resfriar* la *hoya*. Para esto, primero se quitaban los helechos no quemados con un rastrillo de púas cortas. Luego con un *rodillo* que era un instrumento de madera en forma de media luna, parecida al rastrillo pero sin púas, se removía la tierra quemada para cerrar los agujeros de ventilación apagando los pequeños focos de fuego que pudiera haber todavía en el interior. La *hoya* se dejaba en reposo y después se extraía el carbón con un *picacho* o instrumento con mango de madera y dos finas púas de hierro en forma de U. El carbón se extendía con el *cardillo*, parecido al rastrillo pero con púas más largas. Este proceso se repetía varias veces tapando la hoya en el intermedio con helechos para que no volviera a prender el carbón.

Una vez extraído el carbón se guardaba en sacos. El carbón más pequeño se cribaba con un tamiz para que no se mezclasen otras cosas. Estos sacos eran normalmente

transportados en carros tirados por bueyes aunque a veces habría que hacerlo cargando burros o mulas.

6.1.3. El carboneo en Cogullos (Burgos)

Hemos entrevistado también a Román, que nos ha hablado sobre el carboneo en Cogullos (Burgos). En el poblado de Cogullos, donde actualmente viven 4 vecinos durante todo el año, Román, de 60 años, sigue elaborando carboneras cuya producción se destina a braserías de restaurantes. Una vez al año, desde hace 8 años, en San Bernabé (el 11 de junio) se celebra una fiesta en Quintanilla de Rebollar, un pueblo cercano a Cogullos, en la que Román hace carboneras como una actividad etnográfica que se ha perdido y se ha decidido recuperar.

Las carboneras elaboradas por Román no son de gran tamaño (de 2 m. de alto y 3 m. de diámetro aproximadamente), porque según él ya está mayor y trabaja solo, y si son grandes tiene que subirse a una escalera para alimentar el fuego. Estas carboneras se cuecen durante 18 días y tardan en apagarse, una vez carbonizada la leña, alrededor de una semana. La pila hay que desmontarla poco a poco cubriéndola con el cisco de una carbonera anterior.

La chimenea de las carboneras de Román suelen ser de forma cuadrada. La madera utilizada es únicamente de encina, obtenida en un bosque común cercano durante la limpieza del mismo. La madera se transporta mediante un tractor que lleva un carro. Según él, utiliza esta especie, y no el roble, porque su carbón, a pesar de tener gran poder calorífico, no pesa tanto como el de la encina. El roble se utiliza para calentar hogares domésticos. La mayoría de las ramas de encina suelen ser de unos 15 cm. de diámetro y 50 cm. de largo. Al limpiar el bosque se recogen hasta la base de los troncos que, según Román, hacen un buen carbón. La pila se cubre con ramitas de unos 5 cm. de diámetro y de unos 20 cm. de largo para conseguir un ambiente reductor. Estas maderas se cubren con césped de los alrededores y éste se cubre a su vez con el carbón pequeño llamado cisco que se abandonó en la última cocción. La carbonera se prende con las ascuas de una hoguera encendida en los alrededores. Este tipo de carboneras permite obtener unos 2.000 kilogramos de carbón.

Ramón fue agricultor de profesión; al carboneo se dedicaba para obtener unas ganancias extra. Según Román, la actividad carbonera no fue nunca una profesión en la región.

6.1.4. El carboneo en los montes de Retuerta (Burgos)

En cuanto a los carboneros en los montes de Retuerta (Burgos), éstos explotaban el monte comunal llamado El Majadal que abasteció de carbón vegetal a la villa de Madrid desde mediados del siglo XVII hasta principios del siglo XVIII (Soto, 1995). Para las fraguas se hacía carbón de brezo al igual que en Galicia, pero sobre todo se cocía carbón de encina.

En los noventa, unas 5 o 6 familias practicaban todavía el carboneo y de cada carbonera obtenían unas 6 o 7 toneladas de carbón. Explotaban el monte bajo. Comenzaban la tala de árboles en invierno, de enero a marzo, y esta actividad se complementaba con su trabajo agroganadero. La cocción se llevaba a cabo desde mediados de abril a mediados de mayo. El sistema era el mismo utilizado en otras provincias. Precisamente este método fue recogido en el manual de explotación forestal editado en Francia en el año 1764 y llamado *De l'exploitation des bois*. Las pilas eran cubiertas de cereal al igual que lo hacía E. Galdeano en sus carboneras navarras. Sin embargo, en la base de la pila, los de Retuerta colocaban ramas de encina. Ésta se cubriría con tierra de otras cocciones.

6.1.5. El carboneo en Villaverde de Trucíos (Cantabria)

Durante el Antiguo Régimen, los carboneros de Villaverde de Trucíos (Cantabria), trabajaban en cuadrillas de unas 10 personas contratados por el ferrón que les pagaba el importe de las cargas que elaboraran (Ceballos, 2002). Los carboneros tenían que especificar en el contrato el tipo de materia prima que utilizarían y el carbón más solicitado era el de encina, haya y roble.

Los árboles se talaban de enero a marzo, cuando la savia no sube por el tronco. Hasta mayo o junio se dejaba secar toda la leña cortada en trozos de entre 80 cm. y 1 m. de longitud. La carbonización se llevaba a cabo de junio o julio hasta septiembre, que son los meses de menores precipitaciones y temperaturas más elevadas.

Las carboneras se realizaban en cualquier lugar del monte y las plazas podían tener entre 2 y 10 m. de diámetro. Tenían que situarse cerca de un camino, cerca de la materia prima necesaria y cerca de un arroyo. La madera se transportaba en *burro* hasta la plaza. Ésta se acondicionaba colocando helechos para que la madera no entrara en contacto directo con el suelo. En el centro se colocaba la *cruz*, dos ramas fuertes puestas en cruz incrustadas en un madero abierto y unido con una cuerda. En esta cruz se apoyaría un tronco de roble llamado *alcalde* de unos 2 o 3 m. de altura que una vez construida la

pila se quitaría y quedaría la chimenea. Terminada la hoya, ésta se cubría con helechos secos o con hierba. Los rabos de los helechos se colocaban en contacto con la pila para que no formaran bolsas de aire. Luego se tapaba con tierra húmeda.

A prender la carbonera, es decir, arrojar ascuas de una hoguera y madera de pequeño formato por la chimenea, se le llamaba “hacer la henchidura”. Mientras la madera se iba cociendo los huecos que surgieran por la disminución del volumen, se apretaban con un mazo. Una vez cocido se extraía el carbón y era rechazada la madera que no se había quemado del todo: el *cisco*.

Durante la cocción, había que vigilar las pilas constantemente y por eso construirían cabañas de carbonero. Éstas eran completamente de madera y se basaban en dos troncos enteros entrelazados que formaban una pirámide. Las cabañas solían tener 1,5 m. de altura. Éstas, al igual que las carboneras, se cubrían primero de helechos y luego de tierra.

El hacer la hoya era trabajo exclusivo de los hombres pero el transporte de las cargas, desde el monte a las herrerías, era de los niños y mujeres. Los llevaban en carros tirados por bueyes.

6.2. El carboneo en Catalunya

6.2.1. El carboneo en el Montseny (Vallès Oriental)

Gutierrez i Perearnau (1996) recoge información etnográfica acerca de la actividad de carboneo ya desaparecida en el Montseny. En este paisaje dominan los hayedos monoespecíficos, así que las carboneras eran de encina y haya. Además eran las especies más cotizadas por ser las de mayor poder calorífico. Los carboneros explotaban el bosque de un particular que aprovechaba este negocio para limpiar su bosque. Desde el 24 de julio de 1918, sin embargo, los dueños tuvieron que pedir permiso a la autoridad para efectuar las talas debido al Decreto de la Defensa de la Riqueza Forestal Particular. Por eso se realizaban las talas a ras de suelo, aprovechando la máxima cantidad de leña posible. Decían que los árboles talados de esta forma rebrotaban antes y más derechos.

La plaza se limpiaba antes de la construcción de la carbonera apartando las piedras de la superficie y compactando la tierra. Era mejor utilizar una plaza que ya hubiera sido usada anteriormente. Ésta estaba llena de tierra cocida y trozos muy pequeños de carbón que denominaban *fagell*. A continuación, canalizaban el camino, llamado *corredor*, que

llevaría del lugar de recogida de la leña hasta el lugar de la cocción eliminando arbustos o árboles que dificultaran el camino. La leña se transportaba con el *vegell*, llamado también el *burro*, y se disponía en círculos concéntricos alrededor del cual se construiría la carbonera.

Las carboneras del Montseny no eran simétricas como las del valle de Lana. En una carbonera se distinguían la parte delantera y la trasera. La delantera era la que tenía la vertiente más corta y era desde donde se accede a la chimenea. La parte trasera era más grande y tenía mayor pendiente. En esta parte trasera, la intensidad del fuego sería mayor y por lo tanto los troncos colocados debían ser más gruesos. La carbonera se cubría de *embrums*, que eran ramas secas de árboles que se habían talado y habían sido prensados antes de colocarlos. Posteriormente, éstas eran cubiertas de tierra. Estas carboneras solían ser más pequeñas que las del valle de Lana, de unos 4 a 6 m. de diámetro. Debido a que eran más pequeñas, un carbonero podía vigilar unas 7 carboneras a la vez. Para prender el fuego, se arrojaban pequeños troncos por la chimenea denominados *bitllots*. La escalera utilizada en el Montseny era un tronco en el que se talaban escalas en todo el largo. Eran diferentes a las del valle de Lana, que se parecían más a las escaleras actuales. Los *bitllots* debían ser poco gruesos y se iban arrojando por la chimenea durante dos días aproximadamente para obtener la *eixamorada* o el punto óptimo de humedad para hacer carbón. En el Montseny, la lanza puntiaguda para *hacer fuegos* a la carbonera se denomina *donafums*. En la parte trasera de la carbonera era mejor hacer el menor número de agujeros posible para evitar que ardiera demasiado rápido. Al igual que en el valle de Lana, aquí también se colocaban piedras en frente de los agujeros de la base para que el viento no afectara a la cocción. Además, el resto de agujeros debían formar un gran ángulo respecto al suelo por la misma razón.

Una vez apagado el fuego se dejaba que el carbón se enfriase durante un par de días y se extraía poco a poco para que no volviera a arder, generalmente de noche. Los trozos de madera parcialmente carbonizados se llamaban *fumall*, pues producían mucho humo cuando volvían a arder.

Si llovía cuando el carbón era extraído perdía su poder calorífico y se rompía y era menos apreciado. La *ullada* o carbón menudo eran fragmentos producidos durante la *bitllada*. El carbón blanco era aquel que se había cocido demasiado y el carbón rojo aquel que no había cocido del todo. Las *castanyes* eran las brasas pequeñas de poca

calidad que quedaban y eran rechazadas. El carbón *pintat* era aquel que venía de troncos de árboles viejos y que daba lugar a una brasa informe. Su carbón además se astillaba y era poco apreciado.

Una vez recogido el carbón en sacos, éstos podían correr el peligro de arder. Esto generalmente solía deberse al carbón de la leña *balida*. Solía provenir de leña podrida, de árboles viejos o de árboles que hubieran sufrido alguna herida que costaba mucho que se apagaran.

Una vez extraído y cargado el carbón, las mulas lo llevaban hasta un camino mejor, donde les esperaba un carro y de allí se llevaba a la estación del tren. Con el uso del camión se ahorró el paso del carro al tren y de esta forma el carbón no se “mareaba”, lo que producía una pérdida de calidad.

Allí donde hubiera encinas y madroños se hacía carbón de la base del tronco denominado carbón de *branca i rabassa*. El objetivo de esta actividad era limpiar el sotobosque y se llevaba a cabo antes de la campaña de carboneo para que este espacio fuera más transitable y fácil de trabajar. Este tipo de leña se podía cocer en pila alta (que ya conocemos) o en la pila tortosina. Ésta última tenía una superficie trapezoidal alargada y el lomo redondeado. Los laterales eran derechos por lo que suponía problemas para enterrar la pila, aspecto que se solucionaba colocando paredes de piedra seca en estos laterales. No tenía chimenea, sino tres agujeros llamados *espirales* en la parte trasera de la carbonera. Se trataba de tres canales que entraban hasta el interior de la pila y a cada lado de estos túneles se colocaban piedras y encima una roca plana. Esto permitía que los agujeros no se llenasen de tierra y tuvieran un mayor tiro. A los lados de la carbonera también se hacían agujeros pero a éstos no se les colocaban piedras. Con estos espirales y agujeros se controlaba la corriente, así que no hacía falta chimenea y por lo tanto tampoco hacía falta echar *bitlla*. Tenían 4 o 5 m. de largo por 3 de anchura y 1 o 2 m. de altura. La carbonera se encendía por un agujero que había a ras del suelo. Se podía utilizar la pila tortosina para cocer el carbón de madera de árboles, pero la gente prefería la pila alta.

La madera de madroño y encina se utilizaba sobre todo para trabajos de herrería, no eran adecuados para uso doméstico porque el carbón chisporroteaba. También era bueno el carbón de pino. A veces, los herreros hacían este carbón en un agujero cavado. Se prendía fuego a la leña y una vez prendido se cubría con tierra. Después de extraer el

carbón, éste se mojaba para que saliera un carbón más flojo que tenía poca energía calorífica.

Hoy en día, al igual que en el valle de Lana, el carboneo que se lleva a cabo es de poca envergadura y la producción se destina a particulares, para restaurantes o braseros.

6.2.2. El carboneo en Sant Cebrià de Lledó (Els Metges)

En lo que se debe a los carboneros en Sant Cebrià de Lledó (Els Metges) de Gavarres (Play Serveis La Bisbal, 1990), Josep Balaguer era carbonero en el macizo de Baulida y grabó un video para hacer una demostración de la construcción de pilas carboneras.

A principios del siglo XX, los jóvenes venían desde la Cerdanya para limpiar los bosques de este macizo y hacer carbón. La razón era su pobreza y eran contratados temporalmente en verano. El carbón se hacía con encina y sobre todo con roble, pero también con la maleza.

J. Balaguer hacía carboneras en la vertiente de la montaña o en la parte de arriba de canales. Sus carboneras no eran simétricas: la parte delantera solía ir en la parte más baja de la pendiente y tenía una inclinación suave, mientras que la parte trasera era más recta. Hacía carbón con brezo y madroño descortezados previamente. Las pilas las cubría con ramas de brezo al igual que los carboneros del monte de Retuerta y los de Orense.

Sus cabañas no eran enteramente de madera: construía una cabaña semienterrada en el suelo, que se apoyaba en una pared construida con piedra seca. Una viga central se sustentaba en esta pared y el otro extremo en el suelo. Luego se disponían postes apoyados en esta viga que formaban una V invertida. La estructura se cubría con ramas de brezo y tierra. Este tipo de cabañas se hacían también en el Montseny.

De cada carbonera se obtenían entre 900 y 1.000 Kg. de carbón. Se rechazaba aquel carbón que estuviera cubierto de tierra porque no se habría cocido bien, pero también las ramitas de brezo que cubrían la carbonera. También se retiraban las raíces que se habían colocado en la base de la carbonera para que la madera no estuviese en contacto directo con el suelo para una próxima carbonera.

Las carboneras las hacían dos personas, pero el transporte del carbón se hacía con ayuda de mucha gente.

6.2.3. El carboneo en Beuda (Alta Garrotxa)

Sobre los carboneros de Beuda (Alta Garrotxa) hemos podido entrevistar a Marcelino. Además, esta actividad ha sido documentada en un video de demostración realizado para VIBRIA (1992) a petición del *Consorci de l'Alta Garrotxa*, en el que Marcelino y otros 7 carboneros de la región, construyen una carbonera. Actualmente, este video se proyecta continuamente en el museo comarcal de Olot.

Beuda se encuentra al pie de la Sierra de la Mare de Déu del Món a 900 m. de altitud, que es a donde subía Marcelino a hacer las carboneras. Actualmente, en el pueblo de Beuda, compuesto por una iglesia, el ayuntamiento y un restaurante, habitan 9 personas y 6 de ellas corresponden a la familia de Marcelino, uno de los últimos carboneros de la región. Marcelino es originario de Llorona y hoy en día es el dueño del restaurante de Beuda junto con su mujer Montserrat. Tiene 70 años y fue carbonero desde los 14 a los 33 años. Su mujer subió algunas veces al monte donde se hacían las carboneras para llevarse el carbón ya cocido, pero nunca le gustó esta actividad. Marcelino aprendió el oficio con el que más tarde sería su cuñado. Tuvo que trabajar de carbonero porque no había otra opción. Era época de guerra y su madre se había quedado viuda cuando él tenía 4 años y además con dos hermanas menores que él. Nos cuenta que esta actividad fue muy importante a principios del siglo XX en toda la provincia de Girona y terminó de ejercerse cuando llegó el gas butano, más limpio y fácil de conseguir que el carbón.

Trabajaban en las tierras que correspondían a José Maria Falgas i Ciurana, que llegó a hacer más de 1000 carboneras en sus tierras. Éste les contrataba para limpiar el bosque y tenía un procurador, el guardamontes, llamado Salvador Rovira. El guardamontes, que siempre llevaba una banda cruzada identificadora, les marcaba con una cruz qué árboles tenían que talar a la hora de limpiar el bosque, y es el que llevaba las cuentas de qué plazas se utilizaban, cuantas carboneras se hacían en cada una de ellas y cuantas veces se utilizaba cada plaza. También pesaba los kilos de carbón que se cocían y era el que vendía el carbón. Los trabajadores sólo talaban los árboles y hacían las carboneras, no sabían a quién se le vendía el carbón. Cobraban determinado dinero por cada carga, que correspondía a dos *sarrias*, de 65 Kg. cada una. El carbón iba destinado mayoritariamente a ciudades como Girona y sobre todo Barcelona.

Al monte subían entre 6 y 10 trabajadores en total. Todos cortaban la leña, pero sólo dos, Marcelino y su cuñado, se quedaban en el monte haciendo carbón. Las carboneras

se hacían entre mayo y septiembre, y durante el resto del año se cortaba la leña. Esta leña tenía que ser cuanto más seca mejor. Pasados unos 2 ó 3 meses, esta madera se troceaba con sierra y hacha, separando los trocos de las ramas. Solían tener unos 20 cm. de diámetro como mínimo y 1 m. de longitud.

Podían llegar a estar en el monte haciendo carbón durante un mes y medio sin bajar al pueblo. Mientras se encontraban en el monte, dormían en barracas construidas por ellos mismos. En un extremo de la cabaña que tenía chimenea hacían el fuego y, en el otro extremo, dormían encima de paja. Dice Marcelino que dormir, no se dormía bien, pero que no se pasaba frío. Se levantaban por lo menos una vez cada noche para alimentar la pila. La comida era escasa. Se alimentaban de garbanzos, patatas, judías, etc. Bajaban 2 o 3 veces por semana al pueblo a por la comida, aunque a veces el que traía la mula con las *sarrias* para llevarse el carbón les subía la comida.

Marcelino nos cuenta que el carbón que hacían era casi exclusivamente de encina, aunque alguna vez hicieron también de roble, pero su madera no es buena. También utilizaron el alcornoque, que es todavía peor. Dice que muy al principio, en mayo, solían quitar la corteza de la encina que servía para teñir. Para las herrerías de los pueblos hacían carbón de pino aunque esta demanda cesó con la llegada del carbón mineral. Estos bosques, y sobre todo los pinares, quedaron muy afectados debido a la actividad intensa de las fraguas y herrerías.

La madera se transportaba hasta la plaza en sacos con paja que se llevaban a la espalda y se recorrían unos 400 m. del sitio de recogida de llena hasta la plaza. Luego, una vez construida la pila, ésta se cubría con ramitas de encina y luego con tierra. La carbonera se cubría con la tierra que había sido de otra pila. En la demostración que hizo en el pueblo de Beuda para el vídeo, Marcelino recogió tierra de las antiguas carboneras de la sierra. La morfología de sus carboneras era redonda y las construían tanto en pendiente como en el llano. Las pilas solían tener entre 7 y 8 m. de diámetro. Los carboneros construían una especie de caminos limpiando la vegetación entre carbonera y carbonera. En la base de la carbonera, colocaban piedras (en otros casos hemos observado la utilización de troncos o helechos en la base). La carbonera se prendía en la madrugada cuando no había viento con la *bitllada* (pequeñas maderas secas y ascuas de una hoguera). Una vez prendido, la pila se cubría con una tapa de metal. La cocción se controlaba con los *donafums* o tiros que se iban haciendo cada vez más abajo a medida que la madera se quemaba. Se obtenía mejor carbón cuanto más lenta era la cocción y

más alta la temperatura. Aunque la velocidad de cocción depende también del tipo de suelo. Hacían unas 6 carboneras en cada plaza al mismo tiempo. Encendían primero dos, al cabo de 2 o 3 días otros dos y así consecutivamente, y así todos se apagaban a la vez. De cada carbonera podían obtener entre 4.000 y 1.000 Kg., pero Marcelino cuenta que una vez llegó a sacar unas 140 cargas de una carbonera que coció con su cuñado y que estuvo cociendo durante un mes.

En cuanto a las condiciones de trabajo, en esta región llueve y nieva bastante, pero esto no detiene el fuego de una carbonera. Sin embargo, el fuerte viento de la tramontana llega a ser el mayor enemigo del carbonero, porque lleva la combustión en la misma dirección que el viento.

6.2.4. El carboneo en Ateneu (valle de Llémena)

En Ateneu (valle de Llémena), Lluís Ribas de Sant Gregori y Anicet Pedrosa de Bescanó realizaron una demostración para un trabajo etnográfico (Roig, 1994).

En primer lugar limpiaban el bosque de arbustos durante unos dos meses. En primavera se quitaba la corteza de las encinas y en septiembre se talaban. El carbón lo hacían en invierno. Las cabañas que construían eran como las que hacía J. Balaguer de las Gavarres ya descritas en el apartado 7.2.2. de este mismo capítulo.

Hacían carbón de tocones de árboles cuya calidad no era buena y se destinaba para estufas y braserías pero también para herrerías. Con las ramas de pino se hacía carbón menudo. Pero para hacer carbón de buena calidad utilizaban sobre todo la encina, aunque también podían hacerlo de roble y olmo.

Estos carboneros explican que el carbón para herreros se hacía de manera diferente. Se hacían hoyos, al igual que en el macizo de Sierra Seca de Orense, como veremos a continuación. El carbón, a partir de ramas y tocones, era de mala calidad. Una vez cocido, se le echaba agua al final, lo que hacía que mediante un proceso químico que sufría el carbón, éste tuviera más fuerza para las herrerías.

El carbón se transportaba con burros que se cargaban demasiado, según cuentan los carboneros, y muchas veces morían de agotamiento.

6.2.5. El carboneo en el Montsec (Pallars Jussà)

En el Montsec (Solà, 2003), la actividad carbonera nunca ha sido una actividad económica básica sino una fuente de ingresos complementaria. Podría tratarse de

carboneros de oficio que hacían carbón en sus propiedades o en una partida comprada a otro propietario. También se podía hacer carbón para un negociante o comprador de bosques que luego vendía carbón a industrias. Los carboneros siempre eran personas de origen muy humilde, poco valoradas económicamente y socialmente, que no tenían otro remedio que realizar este trabajo duro, penoso y mal pagado. Muchos carboneros eran agricultores de la zona pero otros venían de otros pueblos como por ejemplo de la Checa (Guadalajara).

Se decidía hacer carbón cuando los árboles tenían el tamaño suficiente o cuando hacía falta dinero debido a malas cosechas. La madera utilizada era la encina que se obtenía en solana. Algunas veces se utilizaba el roble aunque esta especie se encuentre en umbría en el Montsec, por lo que no era tan apreciado. El pino se destinaba a herrerías y para hacer carbón de *canotillo*. Los troncos utilizados tenían unos 15-20 cm. de diámetro y unos 4-5 palmos de largura.

Las carboneras siempre se hacían en el mismo sitio. El tipo de carbonera que se construía era el de *boquet*, que además fue la más utilizada en Catalunya. Se trataba de una carbonera redonda, de entre 5 y 10 m. de diámetro y de entre 4-5 m. de altura. También se hacían, aunque menos, carboneras de *manxa de ferrer*, más bajas y alargadas.

Una vez montada la pila, antes de cubrirla con tierra se colocaba una gran cantidad de ramas de boj. Encima de la tierra se colocaba la escalera que estaba formada por ramas dispuestas en horizontal. Una vez acabada la cocción, se recogía el carbón que sirviera para venta. Los *tises* eran aquella madera no quemada del todo que se rechazaba para comerciar.

Las barracas eran muy similares morfológicamente a las carboneras de *boquet*. Unos troncos verticales cumplían la función de pilares sujetando la construcción que variaba de tamaño según la gente que la ocupara y ésta era cubierta por ramas de encina y boj. La barraca tenía una puerta lateral y un agujero que haría de chimenea en la parte más alta. La alimentación básica de los carboneros eran las legumbres, el pan y las *farinetes*.

6.3. El carboneo en Galicia

6.3.1. El carboneo en el macizo de Sierra Seca (Orense)

El macizo de Sierra Seca se encuentra en el sureste de la provincia gallega de Orense y tiene una altitud de entre 600 y 800 m. Antes de la llegada del ferrocarril, los

agricultores y ganaderos llevaban a cabo la actividad carbonera para complementar sus ingresos en este macizo (Cerrato, 2002). Una parte de la producción se destinaba al consumo doméstico y otra a las herrerías, sobre todo el carbón de brezo. Los herreros pedían el brezo que había crecido en solana pero para las actividades domésticas podía ser también de umbría. En esta región realizaban las pilas carboneras tradicionales con el roble. Sin embargo, era más común la elaboración de hoyos para la cocción del brezo, aunque las ganancias fueran menores. No se trataba de pilas sino de hoyos (*eidos*) de 1 m. de diámetro y 40 cm. de profundidad como mínimo. La única condición para poder hacer un *eido* era que el lugar tuviera abundante brezo en el entorno y que la tierra fuera suelta para poder extraer los terrones con facilidad. Alrededor del hoyo se colocaba un muro de ramas de brezo que harían de paraviento. En estos hoyos se colocaba el combustible en forma de pirámide y, una vez había prendido, se colocaba la tierra encima con la hierba en contacto con el fuego para conseguir un ambiente reductor. La cocción duraba entre 5 y 6 horas y no era preciso vigilar el hoyo constantemente. Esta cocción se podía realizar durante todo el año y no sólo en invierno, como con las pilas.

6.4. El carboneo en Extremadura

6.4.1. El carboneo en Zahínos y Valdívía (Badajoz)

En muchos pueblos de Extremadura se sigue llevando a cabo, todavía hoy en día, la elaboración de carbón en carboneras (Sánchez Sanz, 1982; Serrano Blanco, 1987). De hecho, esta actividad se mantiene en aquellas zonas con mayores extensiones de encina y alcornoque. En Zahínos, muchas familias siguen trasladando sus viviendas al pie de las pilas carboneras durante nueve meses al año. Con las nuevas tecnologías muchos carboneros hacen carbón en hornos metálicos, pero de esta forma pierde más peso que el hecho en pilas carboneras tradicionales. Si la proporción entre la madera utilizada y el carbón obtenido es 4/1 en las pilas, en este tipo de hornos es 6/1. La construcción de carboneras la llevan a cabo los hombres pero en la vigilancia de la cocción y el transporte del carbón participa toda la familia.

En Valdivia, sin embargo, actualmente no se hace carbón. Sólo un antiguo carbonero sigue haciendo una pequeña carbonera de 2 m. de altura para tener carbón para el invierno.

En Extremadura, generalmente, los propietarios de las fincas arrendaban el carboneo a un contratista que era el encargado de buscar obreros y a veces hasta de vender el

carbón, entregando al dueño un porcentaje del producto. De este modo, las cuadrillas subían al monte con toda su familia y construían su cabaña donde iban a vivir esos meses que durara el trabajo. Las cabañas de estos carboneros eran de morfología circular y estaban construidas con estructura de madera de encina que se cubría con ramas y paja. En el centro iría el hogar y a los lados del mismo se hacían las camas. Estos carboneros se alimentaban de arroz, bacalao y pan. Las carboneras se solían hacer en primavera, en abril, mayo y junio. La producción se destinaba fundamentalmente a las herrerías y cuando ya se utilizaba el carbón mineral, ambos tipos de carbón se mezclaban.

6.5. El carboneo en Languedoc y el departamento de Var (Sureste de Francia)

6.5.1. El carboneo en el bosque de Puechabon (Languedoc)

El carboneo en el bosque de Puechabon (Languedoc, Francia) es una actividad extinguida, pero en el año 1992, Emmanuel y Vincent Andres, dos hermanos e hijos de un carbonero, realizaron una reconstrucción experimental de la forma en la que se construían las pilas en la región (Fabre, 1996).

El proceso comenzó a finales de marzo con la tala de árboles que duró hasta inicios de abril. La carbonera se construyó a finales de abril. Al igual que en los casos anteriores, la carbonera se construiría en una plaza donde ya se había realizado esta actividad. La peor tierra para construir una carbonera era la pedregosa. En el Languedoc, además, el centro de las carboneras se solía situar exactamente en el mismo lugar que la vez anterior, marcado por una piedra de morfología tetraédrica con tres superficies triangulares llamada *calvario*, con un gran significado simbólico paleocristiano. La plaza debía ser limpiada de todo tipo de restos vegetales para evitar posibles riesgos de incendio antes de construir la pila, ya que las carboneras de esta región nunca disponían de muro de contención. No obstante, alrededor de la plaza construían una barrera vegetal de ramas con una altura de unos 2 m como paraviento, con un radio de 10 m., pues los peores enemigos eran el viento del norte y el viento del mar.

Al mismo tiempo que se construía la barrera vegetal y otros trabajos previos a la cocción, se levantaba una cabaña de piedra seca de 2 m. de altura justo al lado de la plaza. Si ya había una, se reconstruía. El techo era de ramas de encina y boj. La cabaña sólo tendría una entrada que se colocaría en el sur, orientada a la carbonera y

posibilitaría así la vigilancia continua de la cocción. La carbonera tendría un radio aproximado de 3 o 4 m.

La especie utilizada mayoritariamente era la encina, especie que domina en la región, aunque también utilizaron leña de otras especies que pudieran obtener del entorno. Para ellos, el carbón de la encina es duro y el de mejor calidad. Por el contrario, el de roble es blando y de peor calidad que el de la encina. Además, es mejor el carbón de árboles que hayan estado en solana que los que hayan crecido en umbría.

El diámetro de la madera utilizada era mayor a 5-10 cm. y se cortaba en trozos de 90 cm. de longitud con el hacha haciendo un ángulo de 60° para su colocación posterior en la pila. Su base no debería tocar el suelo. Eran utilizados los árboles de unos 15 años, ya que se transportaban con mayor facilidad. Los carboneros además reservaron un tronco liso de unos 3 m. para la elaboración de la chimenea. Mientras que esta madera verde era destinada a la cocción, la madera muerta sería utilizada para el fuego cuyas brasas se utilizarían para prender la pila junto con maderas torrefactadas de otras cocciones y el carbón pequeño rechazado en anteriores cocciones. El enebro sería utilizado junto con las pequeñas ramas de encina para cubrir después la pila. El enebro, sin embargo, no estuvo siempre disponible por estar destinado a la destilería, por lo que en su lugar, aunque a los carboneros no les gustara, se utilizó la madera de boj. Las ramas dedicadas a cubrir la pila eran agrupadas y secadas al sol unos días antes de la cocción. El enebro ayuda a la fase final de la pirolisis porque produce resina. Por esta misma razón, los carboneros de Languedoc colocaban *Pistacia terebinthus*, en la zona exterior de la pila, porque es una de las pocas angiospermas que disponen de canales resiníferos.

Para la elaboración de la pila, primero se construye la chimenea con maderas dispuestas formando una morfología cuadrada de 80 cm. de altura. El tronco reservado, de unos 3 m., se coloca en este cuadrado y se retira una vez construida la pila. A continuación, el resto de la madera se sitúa en forma concéntrica alrededor de esta chimenea. Una vez haya prendido la leña, la chimenea se cubre con una chapa de hierro. A medida que se cuece el carbón podrían crearse pequeños agujeros debido a la disminución de volumen de la pila, por lo que había que ir rellenando estos huecos. Dicho proceso se denominaba “sofocar la cocción”. Al terminar la cocción, la retirada se realizaba en dos días.

6.5.2. El carboneo en el departamento de Var

El carboneo realizado en el departamento de Var durante la III República ha sido objeto de un estudio etnográfico e histórico (Acovitsioti-Haumeau, 2003). Los carboneros procedían sobre todo de Italia (sobre todo Piémont y Liguria) y España, pero también trabajaban como carboneros los autóctonos agricultores que estacionalmente se dedicaban a esta actividad. La imagen del carbonero está rodeada de folklore y canciones, sobre todo de aquel que pasa las noches en el bosque. Se le considera un personaje solitario, vivo y un poco sospechoso. De hecho, en lengua francesa, ser un hombre de *bois* significa ser una persona en la que no se puede creer.

Para hacer carbón se utilizaba sobre todo encina y roble de entre 8 y 10 años. Las talas se llevaban a cabo con hachas y solían cortarse ramas de entre 1 y 1,5 m. Ésta se transporta con el burro, denominado *tirasse* en la región. Las plazas donde se levantaban las pilas se denominaban *luègo*, un lugar que no debía ser ni arenoso ni rocoso. Si se construía en pendiente se levantaba un muro de piedra. Debido a que el viento es el mayor enemigo del carboneo, se construía una *baragne* justo enfrente de la zona afectada por el viento dominante. Las carboneras tenían entre 12 y 15 m. de diámetro. Su altura era de 3 pisos, de unos 3 m. de altura. Tienen la cruz en la base de la chimenea, elemento que también se había observado en Languedoc (Fabre, 1996). La pila se cubría con hojas muertas y secas y después con tierra fina y arcillosa. Se prende el fuego con la chimenea y varios orificios abiertos, pero una vez se haya conseguido el *grand feu*, todos los orificios debían cubrirse. En este momento la carbonera “cantaba”. La presencia de un río cercano era importante por los posibles incendios que pudieran causarse, pero también para el momento de la extracción del carbón. En general, las herramientas del carbonero solían ser de pino, porque permitían construir herramientas largas y lisas. El buen carbón era aquel de color metálico que sonaba como tal cuando se chocaba con otro. Los trozos que no se hubieran quemado del todo se denominan *fumerons*. Estas plazas fueron utilizadas en periodos de entre 15 y 20 años, y luego los carboneros se trasladan a otra, principalmente para dejar descansar el bosque sobre-explotado.

Pero en la región de Var además de pilas para hacer carbón, también utilizaron la técnica del horno metálico entre 1930 y 1960. Mientras que la técnica tradicional exigía una vigilancia constante, la segunda requería una colocación más fácil de la leña y menor atención. Los riesgos de incendio eran menores, aunque sólo se podían realizar

cocciones de 1 o 2 días debido a la limitación de espacio. El valor energético del carbón de horno resultaba menor que el de la pila, porque el carbón se hacía de forma más rápida y provenía de diferentes especies y no únicamente de la encina como en las pilas. Por eso, este tipo de carbón se utilizó entre 1940 y 1950 como carbón de gasógeno para los coches, mientras que el de la encina se destinaba principalmente al consumo doméstico. También se habían hecho este tipo de hornos en la España de la Guerra Civil.

La cabaña del carbonero en esta región se suele situar en zonas de abrigo y zonas calizas y es habitual que se construyan semienterradas. El hogar suele situarse en la entrada. Según las personas que albergue, puede tener una o más estancias. A un lado de ésta solía haber un banco, donde se quitaba la corteza de la encina.

La actividad carbonera no se desarrolló mucho en esta región porque la industria no requería el uso del carbón. Aún así, durante el Antiguo Régimen, los bosques sufrieron una importante deforestación y los bosques de pino se desarrollaron en detrimento de las encinas. El carboneo afectó sobre todo a las vertientes y fondos de valle. La actividad de carboneo desapareció entre 1930 y 1940 con el último carbonero apodado Jean le Noir.

A continuación mostramos las fotografías realizadas durante las entrevistas. En primer lugar, las fotos que corresponden a los carboneros de Vitoria nos muestran el proceso de elaboración completo de una carbonera de grandes dimensiones. Se trata de una demostración realizada por antiguos carboneros de profesión (Figuras 7.1 a 7.12). En el caso de las fotos correspondientes a la plaza carbonera de Cogullos, se realizan demostraciones de la construcción de una carbonera de menores dimensiones que en Vitoria, por parte de un agricultor de profesión con objeto turístico y patrimonial, para no olvidar este oficio casi perdido (Figuras 7.13. a 7.17). El carbonero de Beuda nos muestra otro tipo de elementos que forman parte de esta actividad como, la cabaña y las diferentes herramientas utilizadas para la cocción de la madera (Figuras 7.18 a 7.24). Por último, también mostramos las fotografías de carboneros de Extremadura que en la actualidad todavía fabrican carbón. Por un lado, construyen carboneras tradicionales de encina pero también hacen carbón de menor calidad en cajas metálicas. En este caso, no

se trata de una demostración sino de una profesión que todavía se lleva a cabo en esta región extremeña (Figura 7.25. a 7.32.).

CARBONEROS DE VILORIA



Figura 6.1. Transportando leña con el burro



Figura 6.2. Montando la chimenea

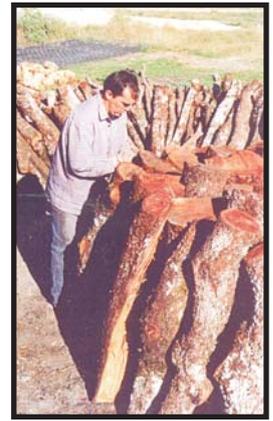


Figura 6.3. Detalle de la chimenea



Figura 6.4. Pila montada



Figura 6.5. Pila cubierta de tierra



Figura 6.6. Pila cubierta con restos de otra carbonera y paja

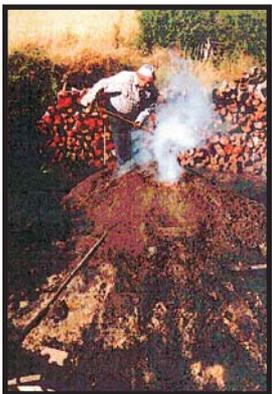


Figura 6.7. Prendiendo la chimenea

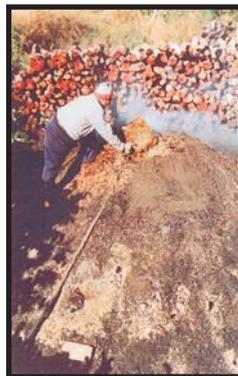


Figura 6.8. Tapando la chimenea



Figura 6.9. Extrayendo carbón



Figura 6.10. Gran humareda que surge al deshacer la pila



Figura 6.11. Sacos de carbón



Figura 6.12. Plaza carbonera

CARBONERO DE COGULLOS



Figura 6.13. Plaza carbonera y cisco acumulado



Figura 6.14. Carreta para transportar leña



Figura 6.15. Detalle del carbonero Román sentado encima de la leña



Figura 6.16. Césped utilizado para cubrir la carbonera



Figura 6.17. Sacos de carbón, cisco y útiles del carbonero en la plaza carbonera

CARBONERO DE BEUDA



Figura 6.18. Cabaña de carbonero



Figura 6.19. Balanza para pesar las sarrias



Figura 6.20. Detalle del burro



Figura 6.21. Cesto para echar tierra a la carbonera



Figura 6.22. Rastrillo para retirar el carbón una vez está cocido



Figura 6.23. Pala para cargar la chimenea



Figura 6.24. Azada para retirar el carbón

CARBONEROS DE EXTREMADURA



Figura 6.25. Trozos de leña acumulados



Figura 6.26. Plaza carbonera, algunas carboneras en marcha, otras apagadas y otras por construir.



Figura 6.27. Carboneros en la cabaña



Figura 6.28. Retirando carbón



Figura 6.29. Carbón extraído de la carbonera



Figura 6.30. Cargando carbón en los sacos



Figura 6.31. Caja metálica donde se cuece leña de menor calidad y se obtiene carbón de menor calidad.

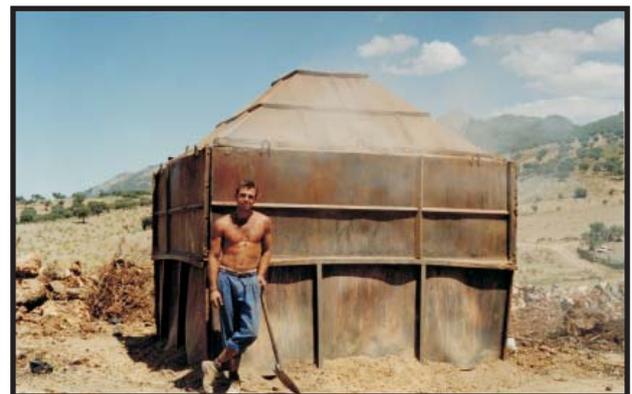


Figura 6.32. Caja metálica en proceso de cocción



7. Discusión

7. Discusión

7.1. Variabilidad taxonómica en el conjunto antracológico

Los resultados antracológicos de las estructuras de todas las cronologías y diferente funcionalidad nos indican unos resultados muy similares. Como ya hemos dicho, en su mayoría nos muestran la imagen de un pinar de pino negro similar a la actual, cuya característica es la monoespecificidad. Sin embargo, a pesar de la poca variabilidad del registro, hemos podido distinguir varias formaciones vegetales. Además, otro tipo de análisis como el dendrológico nos ha permitido obtener abundante información sobre todo acerca del uso de la madera.

Los elementos que condicionan la variabilidad de un conjunto antracológico son diversos. En este caso, consideramos que se debe por un lado a las propias formaciones vegetales de alta montaña, cuya particularidad es precisamente la mencionada monoespecificidad. Por otro lado, puede depender de la funcionalidad de las estructuras, tales como carboneras, donde recuperamos importantes cantidades de concentraciones de carbones, debido a una actividad artesanal intensa. También puede deberse a que los carbones provengan de elementos de construcción de las estructuras de pastoreo.

En el capítulo de metodología hemos demostrado que, en el tipo de estructuras que hemos estudiado, la variabilidad no está relacionada con número mínimo de fragmentos a observar por cada unidad estratigráfica que hemos establecido. Otros autores han obtenido resultados similares, en cuanto a variabilidad se refiere, en diferentes yacimientos de los Pirineos y los Alpes del Sur (Davasse *et al.*, 1997; Durand, 2004) (Figura 7.2.).

A través de un estudio comparativo de varios yacimientos de alta montaña, incluidos los nuestros, y de la comparación entre los resultados obtenidos en carboneras y otro tipo de estructuras, podemos demostrar que la variabilidad en estas regiones no está tan relacionada con el tipo de actividad sino con la altitud y la ubicación geográfica en la que se encuentran dichas estructuras.

Los yacimientos escogidos provienen del valle de Drac Noir (Chapeaux Roux, Cabane de la Barre y Clot Lamiande), del valle de Freissinières (Cabane du Faravel y Fangeas)

y del valle del Drac Blanc en Champoléon (Vallon de la Vallete II, Cheval de Bois y Jas de Provençaux), todos ellos estructuras de pastoreo situadas entre 1.970 y 2.357 m. de altitud en el Parque Nacional de los Ecrins en de los Alpes del Sur (Francia) (Durand, 2003 y 2004; Durand y Py, 2004).

Asimismo, hemos seleccionado yacimientos situados en los Pirineos orientales. Por un lado, hemos estudiado las estructuras de pastoreo situadas en Enveig (Cerdanya). Se trata de los yacimientos de Maura (2.220 m.), Pradilla (2.335 m.) y Orri d'en Corbill (1.930 m.) (Davasse et al., 1997).

Por otro lado, hemos observado los resultados de las carboneras localizadas en el Alto Ariège, cerca de Enveig. Se encuentran en esta región las carboneras del valle de Garbet (1.600 m.) (Dubois, 1994), las del bosque de la Batouse en el valle de Llentilla (980 y 1035 m.) (Izard, 1995), las del valle de Aston (Guixel y Pinet de Fontargente y las carboneras C1, C3 y C4 de Auzat), de Atiels (C1 a C5) y de la Forêt Royal de Lercoul (C1/2, C1/5, C2/3, C1/4 y C3/5) (Dubois, 1988-90). También hemos comparado carboneras del bosque de Virós, situado en el valle de Aneu en los Pirineos centrales catalanes (Pèlach, 2004). Hemos seleccionado asimismo los datos obtenidos en las carboneras situadas en el piso colino de Languedoc (Fabre, 1996). (Figura 7.1.).



1. Alto Ariège (Valle de Garbet; Valle de Llentilla; Vale de Aston; Atiels; Lercoul); 2. Cerdanya (Enveig); 3. Andorra (Valle del Madriu); 4. Sierra del Cadí y Valle de Aneu; 5. Champsaur (Orcières); 6. Languedoc.
Figura 7.1. Localización de los yacimientos comparados

Hemos tenido en cuenta para ellos aquellos taxones que forman por sí mismo formaciones vegetales determinadas (pinos de alta montaña, pinos de piso colino,

Larix/Picea, *Betula* sp., *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Quercus* sp. caducifolio y *Quercus ilex/coccifera*) y hemos agrupado por otro lado los taxones dependiendo de si se trataba de especies de litoral, especies mesófilas o especies de sotobosque de pinar.

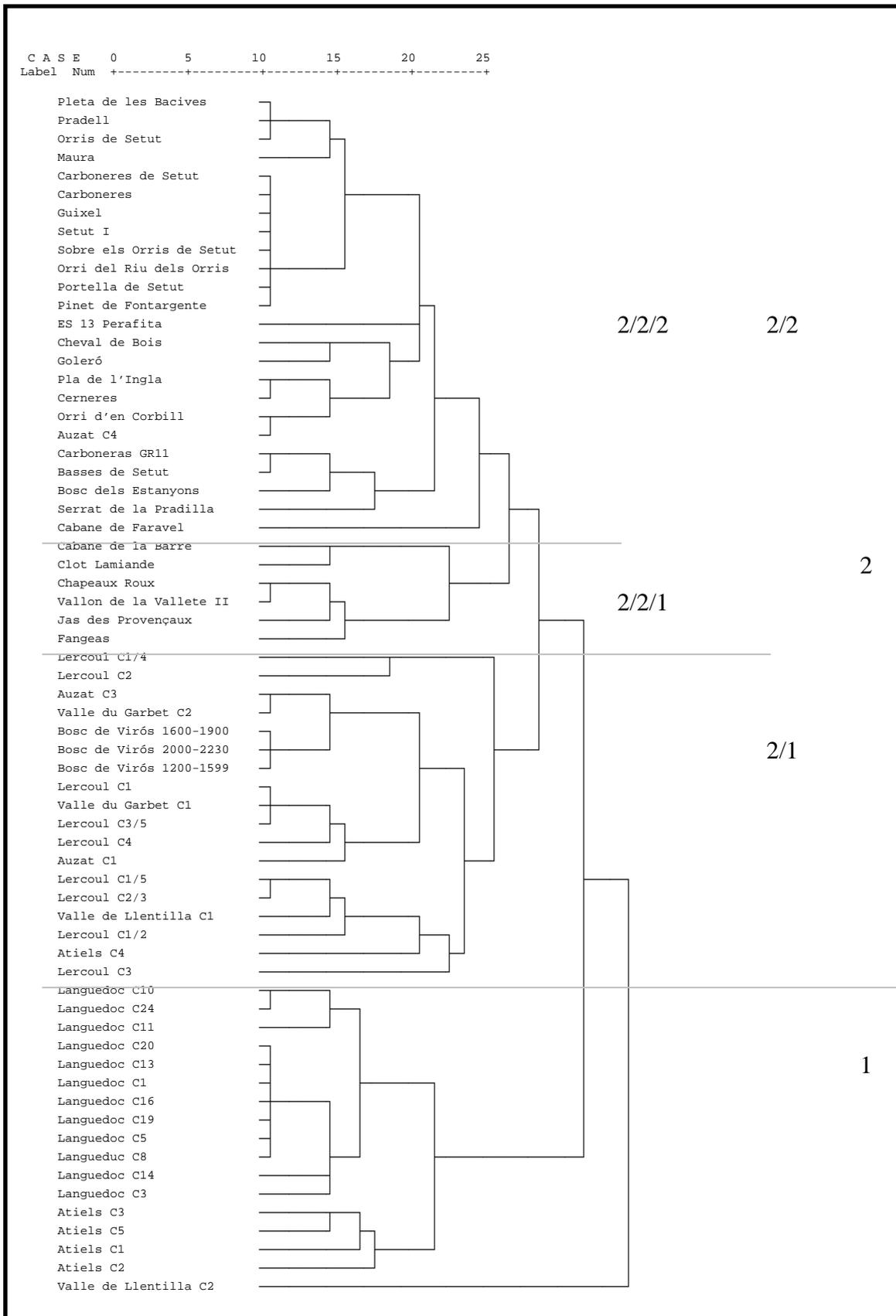


Figura 7.2. Similitud entre diversos yacimientos de alta montaña de los Pirineos y Alpes del Sur. Gráfico mediante el método de conglomerado jerárquico, estableciendo una vinculación por intergrupos y una concordancia simple binaria

En el dendrograma (Figura 7.2.) podemos observar dos grupos de yacimientos o estructuras (1 y 2). El grupo 1 está formado por las carboneras de Languedoc y una carbonera del valle de la Llentilla. El resto de estructuras y yacimientos forman parte del grupo 2. Esto se debe a que las carboneras del grupo 1 se encuentran en el piso colino o parte inferior del montano, por lo que la variabilidad taxonómica del análisis antracológico ha resultado mayor. De hecho los resultados mostraban la gran variabilidad de un bosque de encinar. La encina es el taxón dominante en las identificaciones y el resto corresponden al nivel arbustivo de esta formación vegetal.

En cuanto al grupo 2, se encuentran todas las estructuras que se ubican en el piso subalpino, tanto de los Pirineos como de los Alpes del Sur. Dentro del mismo, se pueden observar dos subgrupos (2/1 y 2/2): En el subgrupo 2/1, se encuentran todas las carboneras excepto las que corresponden a nuestro estudio. Dentro de este subgrupo podemos observar las carboneras del valle de Vicdessos y del bosque de Virós. Todas ellas se encuentran en el piso montano de los Pirineos del este, por lo que la representación taxonómica es parecida.

En el subgrupo 2/2, encontramos igualmente dos subdivisiones (2/2/1 y 2/2/2): Por un lado se encuentran los yacimientos y estructuras de pastoreo de los Alpes del Sur (2/2/1) y por otro, las estructuras correspondientes a nuestro estudio y las estructuras de pastoreo de la Cerdanya (2/2/2). Todos ellos se encuentran en el piso subalpino, pero mientras unos se encuentran en los Alpes, los otros se ubican en los Pirineos.

La composición de los conjuntos antracológicos está influida por las variables de la altitud y la latitud (Molist *et al.*, 2003). La variabilidad es mayor en aquellas estructuras que se encuentran a menor altitud y donde los bosques forman formaciones vegetales más complejas. A medida que ascendemos en altitud, dicha variabilidad descende. Nuestro bosque, un pinar de pino negro formado básicamente por esta única especie y acompañada a veces por el abedul, y con una vegetación arbustiva escasa formada por enebros y ericáceas, nos muestra la misma variabilidad que en la actualidad ya desde cronologías correspondientes al Neolítico.

Cuanto menor sea la variabilidad que ofrezca ese medio, mayor importancia tendrán las propiedades físico-químicas de la madera, que se convertirán en el principal criterio de

selección. Se optará por recoger aquella madera que se encuentre en un estado lo menos alterado posible para la fabricación de estructuras y carbón, tal como nos indica el material estudiado, que no presenta alteraciones por microorganismos. El material estudiado nos muestra en su gran mayoría la utilización de madera verde y sana, que no se almacena, sino que se tala y utiliza en el momento, al menos en las carboneras. Esto los sabemos, porque las alteraciones por microorganismos son mínimas en todo el registro estudiado y porque en las carboneras se ha evidenciado ramas lisas y sin nudos que fueron cortadas con hacha en el momento de construir la pila.

En conclusión, podemos decir que, la característica principal de los registros de yacimientos de alta montaña es la escasa variabilidad. Las formaciones forestales están compuestas principalmente por coníferas. Pero como ya veremos a continuación, las formaciones vegetales de alta montaña se distinguen sobre todo por la formación arbustiva que acompaña a dichas coníferas, en nuestro caso, al pino. El sotobosque varía dependiendo de la altitud y de la orientación del bosque.

7.2. 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 7.3.). 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 Goleró, probablemente provenga 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 serbales, 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 11000 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 de la 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 por enebros y boj. El boj, identificado en los yacimientos del Cadí, puede 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 m. 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, ésta 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 tardoromana 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'Inglà datada en el siglo II a.C., pero su presencia estaría relacionada más bien con actividades antrópicas, como ya veremos.

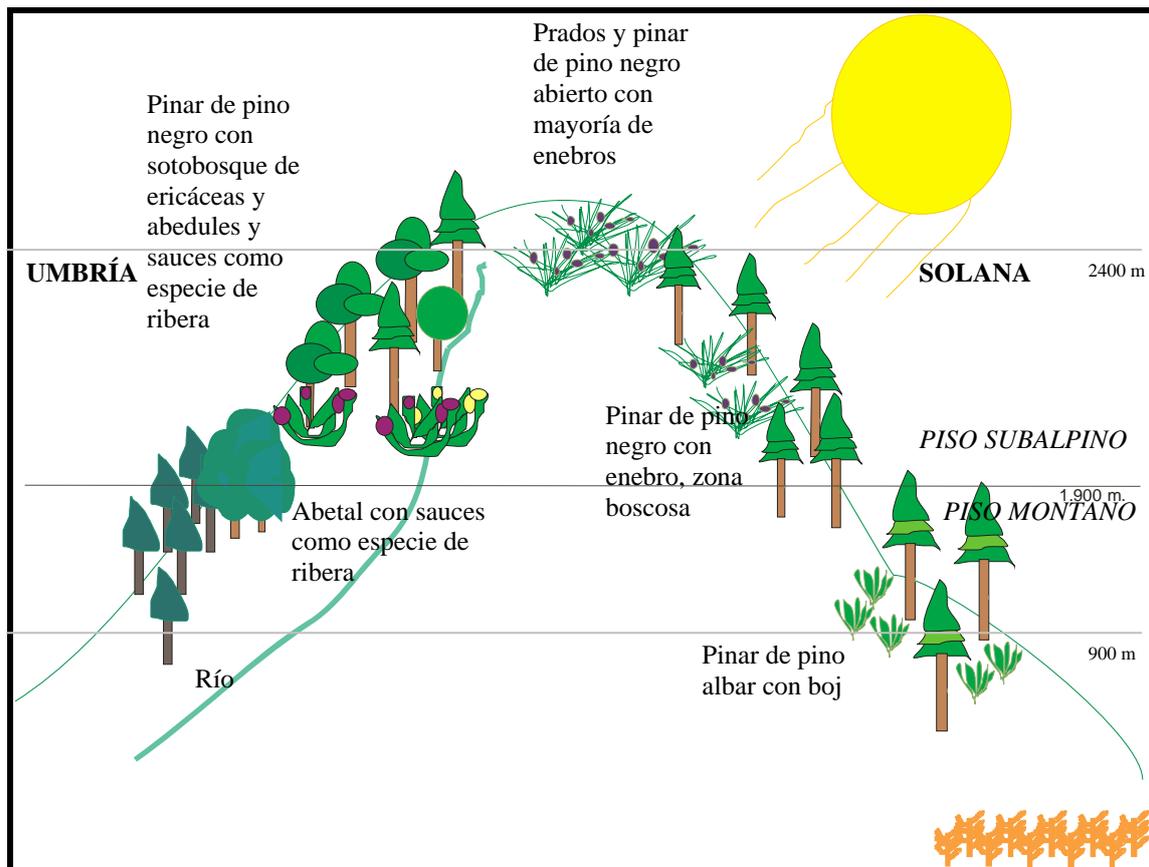


Figura 7.3. Esquema de la vegetación de los Pirineos orientales en los pisos de montano y subalpino obtenida a través de los resultados antracológicos

7.3. 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 donde el sistema agropastoril se convertirá en la base del mismo. 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 transhumantes 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 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: Goleró y Pradell. En el valle del Madriu se han localizado hornos pero seguramente no estén relacionados con el mineral de hierro sino con actividades como la reparación de herramientas (ES 52) o la explotación de otro tipo de minerales como el cuarzo, abundante en el entorno (Palet, com. pers.). La actividad de la fragua es igualmente importante en ambos valles sin embargo. Cernerres y Carboneres de la Sierra del Cadí son yacimientos en los que únicamente se han documentado carboneras, al igual que en el 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 el Pla de l'Inglà 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. Los tres se sitúan en las cercanías de turberas, donde evidentemente no se puede construir una carbonera ni un horno (Figura 7.4. y Figura 7.5.).

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. Se tienen 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 carbonero, 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, estén disponibles 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.

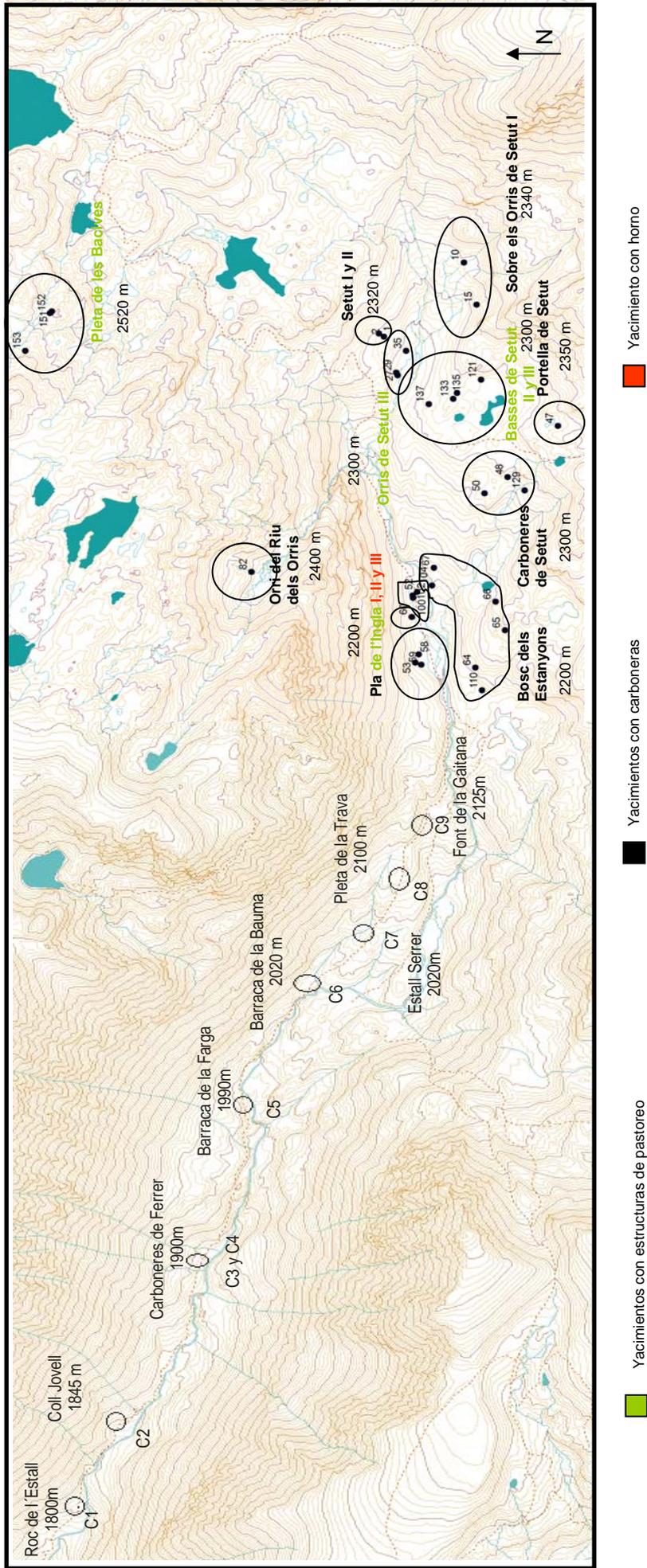


Figura 7.4. Mapa de ubicación de las estructuras en el valle del Madriu (Mapa proporcionado por: H. Orengo)

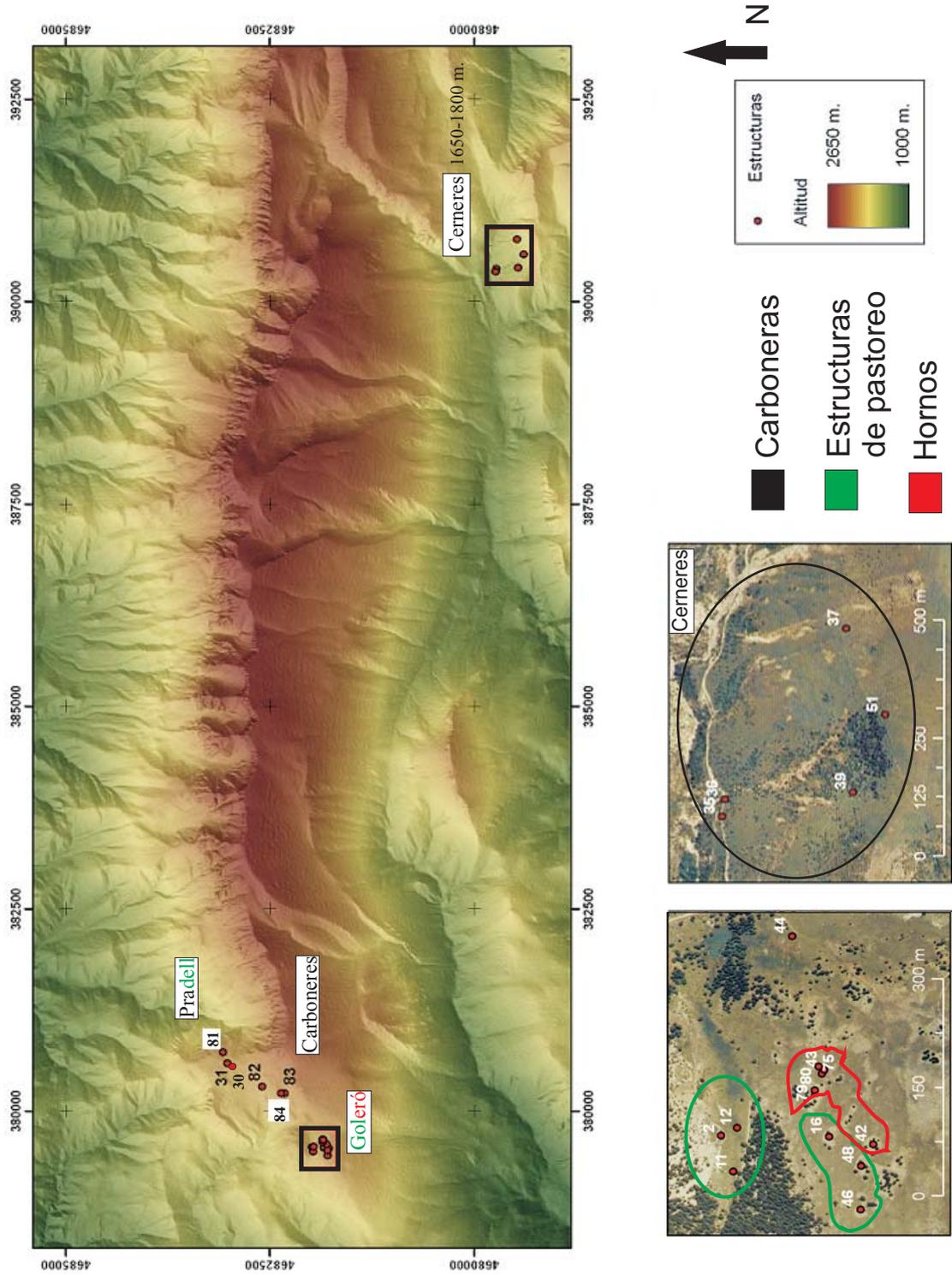


Figura 7.5. Mapa de ubicación de las estructuras en la Sierra del Cadí (Mapa proporcionado por: H. Orengo)

7.3.1. 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 evidencias en el V 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 la Edad del Bronce-Edad del Hierro, si bien éste es escaso. Concretamente se trata de estructuras circulares del yacimiento de 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, 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).

7.3.2. Época Romana

La mayor información acerca de la explotación del bosque que disponemos es 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 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, com. pers.).

Al contrario de lo que escriben los autores clásicos, como Plinio el Viejo o Estrabón, los Pirineos no sólo son un lugar de paso, sino un territorio donde se desarrollan, al menos en la Sierra del Cadí, importantes actividades artesanales relacionadas con el mineral de hierro (Gascón, 2006). Éstas se complementan con otras actividades como el pastoreo. El yacimiento de 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.*, e.p.). 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 Goleró, en los que se realizó un primer tratamiento del hierro y, por otro lado, se encuentra el horno de Pla de l'Inгла, posiblemente relacionado con actividades de herrería. En todos ellos se explota el pino como combustible principal. La aparición en estos hornos de otro tipo de taxones como el abeto y boj que no corresponden al piso subalpino, posiblemente está relacionada con la presencia algún tipo de utensilio. En el valle del Madriu, los datos polínicos indican además evidencias 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'Inгла se utilizó madera alterada, seguramente ramas caídas de gran calibre, como combustible, pero en los hornos de Goleró es posible que se hubiera utilizado carbón. Se trata de una actividad artesanal bastante intensa en la 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 y medievales 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 en muchos casos. Se ha documentado la presencia de carboneras antiguas, tanto arqueológicamente como en las fuentes literarias antiguas (Dubois, 1988-90; Pèlach, 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 en ambos valles. 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.

7.3.3. Edad Media

En cuanto a la Edad Media, en este trabajo no disponemos de ninguna estructura de estas cronologías¹. 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, 2006d). 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

¹ Sin embargo, durante la campaña del 2007 se han localizado estructuras datadas en el s. 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 Madriu (Orengo y Palet, com. pers.).

documentado tanto por datos polínicos como por la información de los documentos de la época (Ejarque, com. pers.; Gascón, 2006). Igualmente, los indicadores polínicos de la actividad pastoril aumentan en el valle del Madriu (Miras *et al.*, 2007).

7.3.4. 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 ahora (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 el siglo 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 aquellos lugares más húmedos. En el piso montano, encontramos los pinares del 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 Gordeixola (Bizkaia) (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 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 misma, 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 Cernerres 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 se disponga 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 se dispone en el entorno, se utiliza junto con el pino. En la carbonera situada a 1.500 m. 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 de Estall Serrer, que se encuentra en las cercanías del trayecto del GR11 actual, y seguramente también el de Bosc dels Estanyons. A partir de su arrendamiento en 1812, la fragua recibió derecho a explotar los bosque 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 (pastoriles y carboneo) causan una disminución en el número de abetos a favor de la expansión del haya (Galop, 1998; Davasse, 2000; Rendu, 2003c). En el piso subalpino de los Alpes del Sur también se observa una competencia entre píceas y pino cembro. Al igual que el haya y el abedul, la píceas 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 (Ejarque, 2006; Miras *et al.*, 2007). A pesar de que en Andorra debió existir una normativa a la hora de explotar el bosque, ésta 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, donde 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 (Vall Ferrera), también se observa un descenso altitudinal de las carboneras en estas cronologías (Pèlach, 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 m. 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 observan una reforestación del medio en estos mismos siglos, aunque la arqueología observa un aumento de los yacimientos 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, 2003c).

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 avanza la cronología. Las tres alineaciones que forman las carboneras en vertiente de Cernerres 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 del nivel del valle del Madriu.

Las características morfológicas de las carboneras bajo medievales y modernas documentadas, tanto del valle del Madriu como de la Sierra del Cadí, son muy similares a la 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, la ES 83 y 84 de Carboneres.

La mayoría de los trabajadores de la fragua venían del Ariège tanto para trabajar en la misma 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 otro lado, están los que realizan la actividad complementaria junto con la agricultura-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 base de 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. El carbonero de Vitoria utiliza la misma técnica de la piedrilla que en nuestra área de estudio.

Según los carboneros actuales, el mejor sitio para construir una pila es donde se haya situado una anterior, por lo que las plazas suelen reutilizarse habitualmente. Un ejemplo podría 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 m. 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 como nos dice el carbonero de Beuda.

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 habrían sido rechazadas. Se han recuperado también algunos fragmentos correspondientes a arbustos, que no ofrecen madera de gran calibre, por lo que también

serían desechados. 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 utilizados 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 estaría asociado a las duras condiciones climáticas que sufren estas especies en alta montaña, pero también con 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 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 las fraguas que 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'Inglà. En la Sierra del Cadí corresponden a estas cronologías varias estructuras localizadas en los yacimientos de Pradell y 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 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 de Madriu. En la Sierra del Cadí corresponden posiblemente a estas cronologías los cercados modernos localizados en los yacimientos de 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 un problema importante) y la ganadería entra en crisis debido a que la ganadería ovina pierde importancia a favor de la bovina y a que las actividades industriales cobran mucha mayor relevancia frente a las agro-ganaderas que con el tiempo son más costosas. La razón principal 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.

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

Las ocupaciones de alta montaña son estivales en todos los casos. Por eso, en muchos casos, los cercados se construyen íntegramente en madera en época pre y protohistórica,

(por ejemplo ES 46 de 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 se basa 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 esperan que aguante hasta la próxima subida (Rendu, 2003b).

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, 2003b).

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, 1999b; Sada, 2004). Asimismo se recuperaron otros fragmentos de carbón, de sauce, boj y abeto, que podían haber correspondido a utensilios. Se trata de fragmentos que no conservan ningún tipo de morfología artificial pero que podían haber sido transportados por los propios carboneros o pastores y se quemaron.

También se han descubierto virutas de abeto en una de las carboneras. Etnográficamente sabemos que el carbonero suele fabricar una especie de lanza puntiaguda llamado *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 transporten algunos útiles mientras que otros

se fabrican 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).



8. Conclusiones

8. Conclusiones

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 B. Davasse como parte de un proyecto más extenso dirigido por Ch. Rendu (Davasse *et al.*, 1997; Davasse, 2000). Basándose en este tipo de estudios se iniciaron proyectos similares en los Alpes del Sur, en el que A. 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 un tipo de 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 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, ésta es especialmente importante a partir de la baja Edad Media (s. 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, 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, éstas nos ofrecen una información directa a cerca de la explotación de los bosques. Por ello, hemos intentado comprender no sólo el funcionamiento de las estructuras, sino a los propios carboneros que construían 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 han 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. Éstos construyen las carboneras cerca de la materia prima y recursos necesarios para su fabricación, es decir, el bosque, un camino y de 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. Hemos observado de este modo, pinares de pino negro de solana con enebro y de umbría con ericáceas, pinares de pino negro acompañados de ericáceas, abedules, sauces y algún serbal, en los lugares más húmedos en el piso subalpino, y en el montano, abetales y 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 y esto 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. Éste último, apareció además en un horno que suponemos debió funcionar para la reparación de herramientas. Los resultados nos han permitido observar que los taxones utilizados para actividades que requieren una gran cantidad de materia prima, son los que se disponen en el entorno inmediato, en este caso el pino. También se realizaría la fabricación de objetos en los tiempos libres 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 la alta montaña nunca ha sido un área marginal. De hecho, en épocas, como la romana, en las que priorizan las actividades agrícolas, la ocupación de 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.

Perspectivas de futuro

Todos los datos presentados en este trabajo forman parte de la primera fase del proyecto donde, de momento, se han realizado únicamente prospecciones y sondeos, excepto en el caso del horno romano del Goleró, que se ha excavado en su totalidad. En las próximas campañas se pretenden realizar más prospecciones y sondeos, pero se comenzará sobre todo con las excavaciones en extensión de las estructuras consideradas más interesantes. Por eso, con el análisis antracológico de las campañas venideras, los datos aumentarán considerablemente y podremos confirmar los resultados obtenidos hasta ahora. Asimismo, debido a la posibilidad que nos ofrecen las estructuras altimontanas, creemos necesaria la realización de estudios dendrológicos. Este tipo de análisis nos permitirá obtener una mayor información tanto del uso de la madera como del clima del entorno de los yacimientos estudiados. También se pretende profundizar en las alteraciones que se producen en las carboneras. Esto nos ayudará a comprender

procesos como la vitrificación, que se produce durante la combustión. Este tipo de alteración ha sido relacionada con las carboneras y, de momento, se desconocen las causas de su aparición en los carbones. Pensamos que la gran cantidad de carboneras que nos ofrecen tanto el valle del Madriu como la Sierra del Cadí nos pueden ayudar a resolver esta problemática.



9. Interprétation et conclusion (en française)

9. Interprétation et conclusions

9.1. Variabilité taxonomique dans l'ensemble anthracologique

Les résultats anthracologiques des structures de toutes les chronologies et différentes fonctionnalités nous indiquent des résultats très semblables. Comme nous l'avons déjà dit, pour la plupart, ils nous donnent l'image d'une pinède de pin à crochets semblable à l'image actuelle, dont la caractéristique est la monospécificité. Cependant, malgré la faible variabilité du matériel enregistré, nous avons pu distinguer plusieurs formations végétales. En plus, un autre type d'analyse comme la dendrologie nous a permis d'obtenir une information abondante surtout sur l'utilisation du bois.

Les éléments qui conditionnent la variabilité d'un ensemble anthracologique sont divers. Dans ce cas, nous considérons que c'est dû d'un côté aux propres formations végétales de haute montagne, dont la particularité est précisément la monospécificité mentionnée. D'autre part, cela peut dépendre de la fonctionnalité des structures, telles que des charbonnières, où nous avons récupéré d'importantes quantités de concentrations de charbons, en raison d'une activité artisanale intense. Cela peut aussi être dû à ce que les charbons proviennent d'éléments de construction des structures de pâturage.

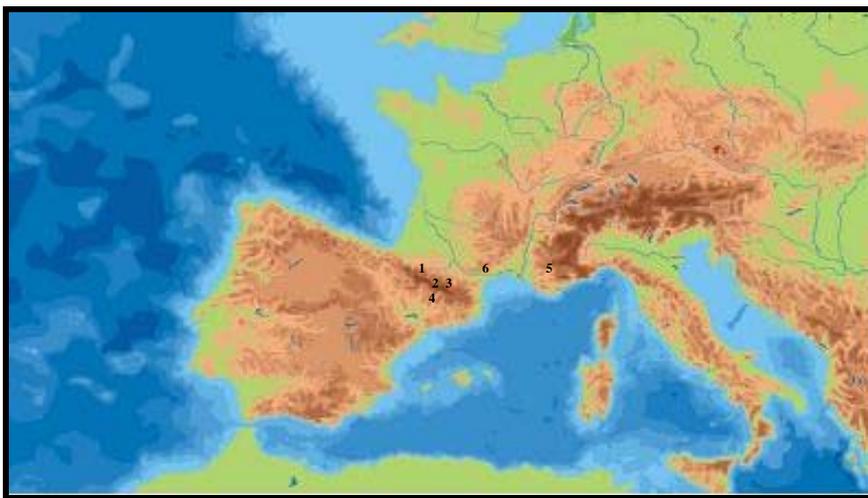
Dans le chapitre de méthodologie, nous avons démontré que, dans le type de structures que nous avons étudiées, la variabilité n'est pas liée au nombre minimum de fragments à observer pour chaque unité stratigraphique que nous avons établie. D'autres auteurs ont obtenu des résultats similaires, en ce qui concerne la variabilité, dans différents gisements des Pyrénées et des Alpes du Sud (Davasse *et al.*, 1997 ; Durand, 2004) (Figure 7.2).

Grâce à une étude comparative de plusieurs gisements de haute montagne, y compris les nôtres, et à la comparaison entre les résultats obtenus dans des charbonnières et un autre type de structures, nous pouvons démontrer que la variabilité dans ces régions ne dépend pas tant du type d'activité que de l'altitude et de l'emplacement géographique dans lequel se trouvent ces structures.

Les gisements choisis proviennent de la vallée de Drac Noir (Chapeaux Roux, Cabane de la Barre et Clot Lamiande), de la vallée de Freissinières (Cabane du Faravel et Fangas) et de la vallée du Drac Blanc à Champoléon (Vallon de la Vallette II, Cheval de Bois et Jas de Provençaux), eux tous étant des structures de pâturages situées entre 1970 et 2357 m d'altitude dans le Parc National des Écrins dans les Alpes du Sud (France) (Durand, 2003 et 2004 ; Durand et Py, 2004).

De même, nous avons sélectionné des gisements situés dans les Pyrénées orientales. D'une part, nous avons étudié les structures de pâturage situées à Enveig (Cerdagne). Il s'agit des gisements de Maura (2220 m), Pradilla (2335 m) et Orri d'en Corbill (1930 m) (Davasse *et al.*, 1997).

D'autre part, nous avons observé les résultats des charbonnières situées en Haute Ariège, près d'Enveig. Dans cette région se trouvent les charbonnières de la vallée de Garbet (1600 m) (Dubois, 1994), celles du bois de la Batouse dans la vallée de Lletilla (980 et 1035 m) (Izard, 1995), celles de la vallée d'Aston (Guixel et Pinet de Fontargente et les charbonnières C1, C3 et C4 d'Auzat), d'Atiels (C1 à C5) et de la Forêt Royale de Lercoul (C1/2, C1/5, C2/3, C1/4 et C3/5) (Dubois, 1988-90). Nous avons aussi comparé des charbonnières du bois de Virós, situé dans la vallée d'Aneu dans les Pyrénées centrales catalanes (Pèlachs, 2004). Nous avons également sélectionné les données obtenues dans les charbonnières situées à l'étage collinéen de Languedoc (Fabre, 1996). (Figure 9.1.).



1. Haute Ariège (Vallée de Garbet; Vallée de Lletilla ; Vallée d'Aston ; Atiels ; Lercoul) ; 2. Cerdagne (Enveig) ; 3. Andorre (Vallée du Madriu) ; 4. Sierra de Cadi et Vallée d'Aneu ; 5. Champsaur (Orcières) ; 6. languedoc.

Figure 9.1. Localisation des gisements comparés

Pour ceux-ci, nous avons tenu compte des taxons qui forment des formations végétales déterminées (pins de haute montagne, pins de l'étage collinéen, *Larix/Picea*, *Betula sp.*, *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Quercus* à feuilles caduques et *Quercus ilex/coccifera*) et nous avons regroupé d'autre part les taxons selon qu'il s'agissait d'espèces de littoral, d'espèces mésophiles ou d'espèces de sous-bois de pinède.

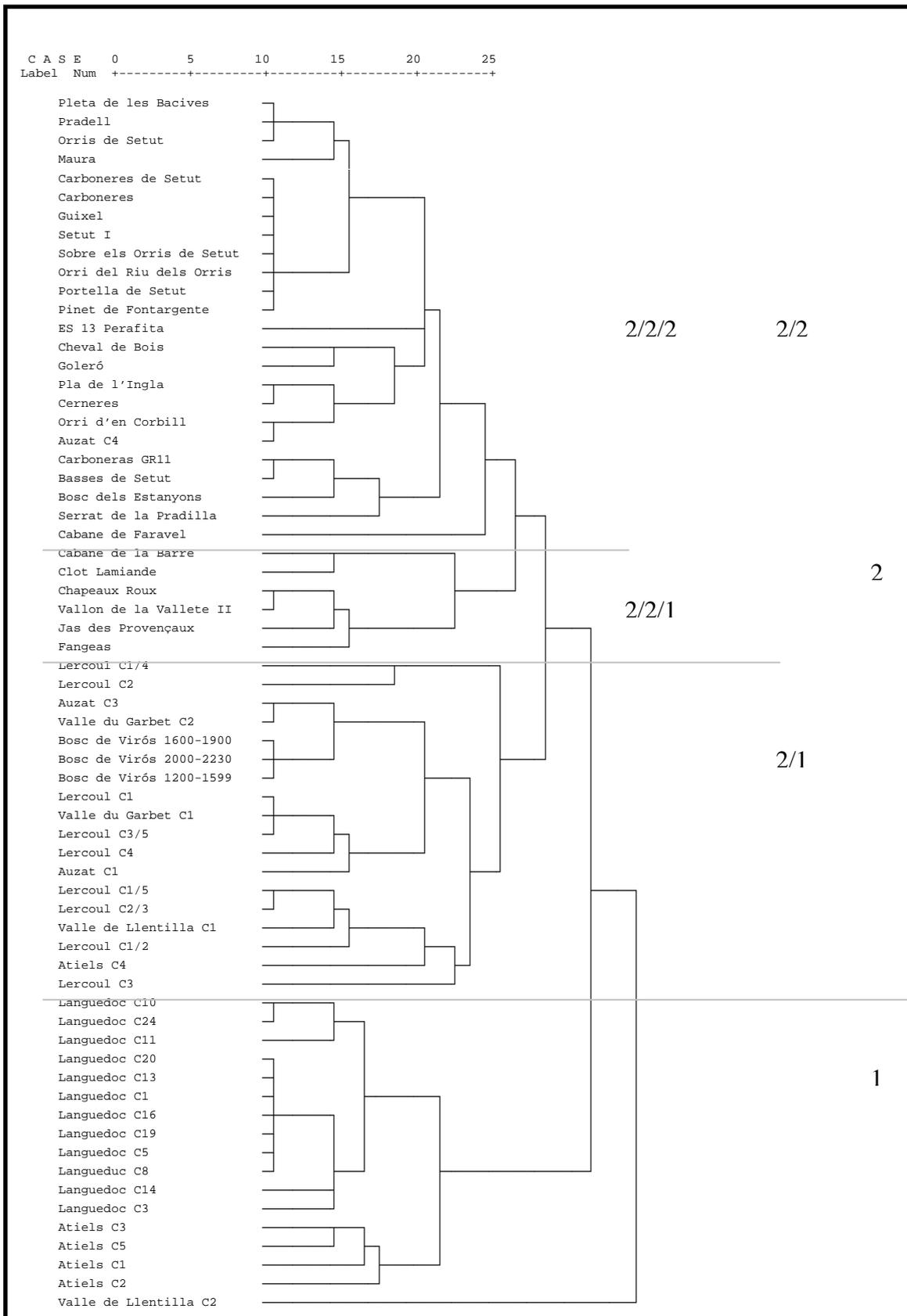


Figure 9.2. Ressemblance entre différents gisements de haute montagne des Pyrénées et des Alpes du Sud. Graphique par la méthode de conglomérat structuré, établissant un lien par intergroupes et une concordance binaire simple.

Sur le dendrogramme (Figure 9.2.), nous pouvons observer deux groupes de gisements ou structures (1 et 2). Le groupe 1 est formé par les charbonnières du Languedoc et une charbonnière de la vallée de la Llentilla. Le reste des structures et des gisements fait partie du groupe 2. Cela est dû à ce que les charbonnières du groupe 1 se trouvent à l'étage collinéen ou en bas de l'étage montagnard, ce qui explique que la variabilité taxonomique de l'analyse anthracologique soit plus importante. En effet, les résultats montraient la grande variabilité d'un bois de chênaie. La chênaie est le taxon dominant dans les identifications et le reste correspond au niveau arbustif de cette formation végétale.

Quant au groupe 2, on y trouve toutes les structures qui se situent à l'étage subalpin, tant des Pyrénées que des Alpes du Sud. Deux sous-groupes peuvent y être observés (2/1 et 2/2) : Dans le sous-groupe 2/1, se trouvent toutes les charbonnières sauf celles qui correspondent à notre étude. Dans ce sous-groupe, nous pouvons observer les charbonnières de la vallée de Vicdessos et du bois de Virós. Elles se trouvent toutes à l'étage montagnard des Pyrénées de l'Est, c'est pourquoi la représentation taxonomique est semblable.

Dans le sous-groupe 2/2, nous trouvons également deux sous divisions (2/2/1 et 2/2/2) : D'un côté se trouvent les gisements et structures de pâturage des Alpes du Sud (2/2/1) et d'un autre côté, les structures correspondantes à notre étude et les structures de pâturage de la Cerdagne (2/2/2). Eux tous se trouvent à l'étage subalpin, mais tandis que les uns se trouvent dans les Alpes, les autres se situent dans les Pyrénées.

La composition des ensembles anthracologiques est influencée par les variables de l'altitude et de la latitude (Molist *et al.*, 2003). La variabilité est supérieure pour les structures qui se trouvent à une altitude inférieure et où les forêts constituent des formations végétales plus complexes. Plus nous montons en altitude, plus la variabilité diminue. Notre forêt, une pinède de pin à crochets formée essentiellement par cette seule espèce et accompagnée parfois par le bouleau, et avec une végétation arbustive peu dense formée par des genévriers et des éricacées, nous montre la même variabilité que de nos jours, depuis des chronologies qui correspondent à l'époque néolithique.

Moins la variabilité qu'offre l'environnement sera importante, plus l'importance des propriétés physico-chimiques du bois sera grande, car celles-ci deviendront le principal

critère de sélection. Nous choisirons de prendre le bois le moins abîmé possible pour la fabrication de structures et le charbon, tel que nous l'indique le matériel étudié, qui n'est apparemment pas altéré par des microorganismes. Le matériel étudié nous montre dans sa grande majorité l'utilisation de bois vert et sain, qui n'est pas stocké, mais qui est taillé et utilisé immédiatement, au moins dans les charbonnières. Nous le savons du fait que les altérations par des microorganismes sont minimales sur tout le matériel étudié et parce que dans les charbonnières, sont apparues d'autres branches lisses et sans nœuds qui avaient été coupées à la hache au moment de construire la meule.

En conclusion, nous pouvons dire que la faible variabilité est la caractéristique principale du matériel enregistré de gisements de haute montagne. Les forêts sont composées essentiellement de conifères. Mais comme nous le verrons ci-après, les formations végétales de haute montagne se distinguent surtout par la formation arbustive qui accompagne ces conifères, dans le cas présent, le pin. Le sous-bois varie en fonction de l'altitude et de l'orientation du bois.

9.2. Caractérisation des formations végétales documentées aux étages montagnard et subalpin dans la Sierra de Cadi et dans la vallée du Madriu

L'ensemble des résultats nous montre une végétation caractéristique de l'étage subalpin dominée par des bois de pin de type à crochets qui est accompagné par d'autres espèces arborescentes et arbustives à tendance boréoalpine (Figure 9.3.). À cet étage, nous pouvons trouver deux types de pinède différenciés principalement par la strate arbustive. D'un côté, dans les endroits ensoleillés, la strate arbustive est généralement formée par le buis, la busserole, le genévrier commun et le genévrier nain. Cependant, c'est la strate herbacée qui domine face à la strate arborescente ou arbustive, c'est pourquoi les pâturages sont généralement plus abondants que dans les endroits ombragés. D'un autre côté, dans les endroits ombragés, la strate arbustive d'une pinède normalement plus dense est généralement l'airelle et le rhododendron et parfois, à des altitudes plus basses (à la limite supérieure de l'étage montagnard), nous pourrions éventuellement trouver quelque sapin faisant partie de cette composition. Cependant, le sapin identifié au gisement de Goleró, provenant probablement d'altitudes plus basses, parce que dans les environs de ce gisement nous n'avons pas trouvé cette espèce. De plus, le Goleró se trouve dans une prairie subalpine située dans un endroit ensoleillé et le sapin, comme nous l'avons déjà dit, est généralement dans un endroit ombragé.

Près de ruisseaux et de rivières, nous pouvons trouver des espèces comme le bouleau ou le saule, toutes deux demandant plus d'eau. Nous pouvons également trouver des individus de sorbiers, bien que de manière ponctuelle. D'après les données polliniques, le bouleau s'étend près du pin il y a 11000 BP remplaçant les prairies d'altitude en raison de l'amélioration climatique du préboréal (Miras *et al.*, 2007). Cette espèce accompagne généralement une pinède subalpine dans des endroits proches de sources d'eau. Ce taxon a été localisé à Bosc dels Estanyons et dans les charbonnières du GR 11 qui se trouvent près de la rivière Madriu, de même que dans le Goleró, près duquel nous pouvons trouver la source de la Gallorsa. Son développement est favorisé dans des zones qui ont souffert un impact anthropique parce qu'il peut remplir la fonction d'espèce secondaire. Sa recherche de lumière fait qu'il puisse se comporter comme une espèce colonisatrice d'espaces ouverts et qu'il pousse rapidement sur des sols pauvres, avant que les fourrés ne ferment la végétation (Blanco *et al.*, 1998). Sa présence à Bosc del Estanyons et le long du GR 11, où l'activité charbonnière a été plus intense, pourrait donc s'expliquer de cette façon.

À l'étage montagnard, en dessous de 1900 mètres d'altitude, le pin sylvestre commence à dominer face au pin à crochets . Dans un endroit ombragé, cette pinède se trouve accompagnée de sapins et dans un endroit ensoleillé, de genévriers et de buis. Le buis, identifié dans les gisements de Cadi, peut monter jusqu'à l'étage subalpin, bien qu'il soit caractéristique de l'étage montagnard tout comme le sapin.

Sur le matériel anthracologique a été identifiée une présence majoritaire du sapin à l'étage montagnard, concrètement à 1500 mètres d'altitude et près d'Entremesaigües, dans le fond de la vallée de Perafita. Cela nous révèle que pendant le XIX^e siècle la végétation était similaire celle existant actuellement, où nous pouvons observer aussi une sapinière. Actuellement, il y a très peu de sapins dans la vallée du Madriu et dans les Pyrénées orientales en général. Ils poussent en haut des versants orientés au nord, à l'ouest et à l'est de l'étage montagnard, entre 1300 et 1750 m d'altitude (Davasse, 2000). Dans la vallée du Madriu, entre 94000 et 9100 BP, c'est-à-dire pendant la transition de la période climatologique Boréale à la période Atlantique, les conditions climatiques deviennent plus humides. Ces conditions sont favorables au sapin, qui monte jusqu'à l'étage subalpin (Miras *et al.*, 2007). Cependant, en raison d'une dégradation climatique qui fait place à une chute de températures et à des hivers plus froids, cette espèce descend en altitude et disparaît presque à partir du V^e siècle après J.C. (Pla et Catalan,

2005). Il s'agit en plus d'une espèce qui est habituellement facilement affectée par des activités humaines. Les activités, surtout charbonnières, de l'époque tardo-romaine à l'étage montagnard des Pyrénées Centrales Catalanes donnèrent lieu à une importante déforestation du sapin en faveur d'autres espèces comme le hêtre ou le pin (Pèlachs *et al.*, 2006). Dans la vallée du Madriu, ont été identifiés des sapins sur la ES 52 de Pla de l'Inglà datée au II^e siècle avant J.C., mais sa présence aurait à voir plutôt avec des activités anthropiques, comme nous le verrons.

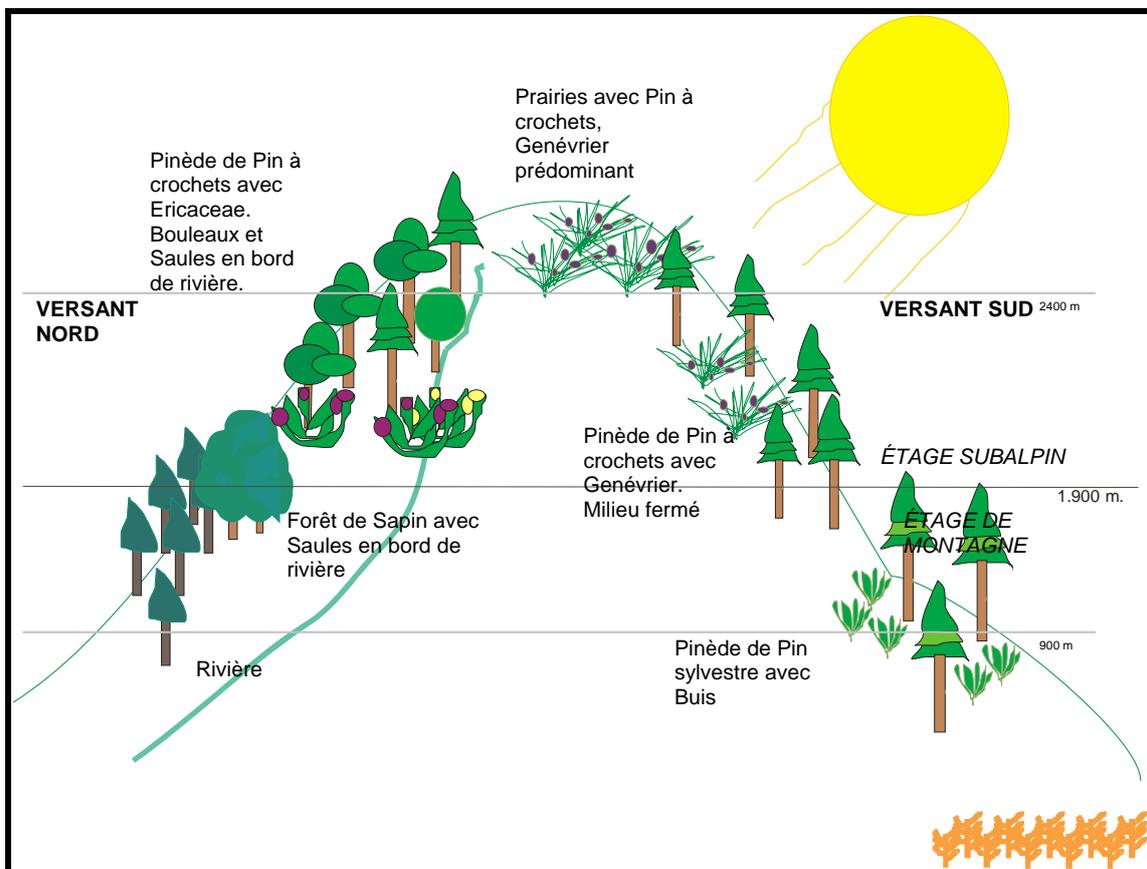


Figure 7.3. Schéma de la végétation des Pyrénées orientales, aux étages montagnard et subalpin, obtenu à partir des résultats anthracologiques.

9.3. Exploitation du milieu forestier du Néolithique ancien à l'époque contemporaine dans les vallées du Madriu (Andorre) et de la Vansa (Sierra de Cadi) à partir du matériel anthracologique

Les conditions climatiques et orographiques de haute montagne sont particulièrement dures. On peut l'observer sur les charbons analysés, qui pour la plupart présentent des symptômes de stress dans leur anatomie, en raison des vents forts et des chutes de neige de haute montagne et à l'emplacement des zones boisées sur de fortes pentes. Malgré ces rudes conditions de haute montagne, cet espace est occupé depuis le Néolithique Antique. Cela est dû au fait que l'état subalpin offre des pâturages de bonne qualité. Il est probable que les premières communautés soient montées à ces altitudes en raison d'une amélioration climatique et d'un développement dans le système socioéconomique où le système agro-pastoral en deviendrait la base. Cependant, la bonne qualité des pâturages d'altitude ne passera pas inaperçue par ces sociétés. Plus tard, ladite qualité donnera lieu à une présence massive d'éleveurs de bestiaux et à des activités transhumantes à partir du XI^e siècle.

De même, l'espace de haute montagne offre une abondante matière primaire pour les activités minéro-métallurgiques (différents types de minéraux et de bois pour l'élaboration de charbon pour le traitement et l'obtention desdits minéraux), ce qui donnera lieu à un développement de ces activités au moins depuis l'époque romaine.

Chaque vallée présente une particularité qui est le produit de la géographie (type de sol, climat, etc.) et des conditions socioéconomiques du lieu. La Sierra de Cadi, par exemple, offre un sol mieux approprié pour le développement d'activités minéro-métallurgiques, car il est composé de silice et d'argiles et présente des minéraux de fer comme les limonites, alors que le sol de granit de la vallée du Madriu offre plus de possibilités comme pâturage. C'est ainsi que dans les gisements Goleró et Pradell de la Sierra de Cadi ont été identifiées des structures en rapport avec les activités minéro-métallurgiques. Dans la vallée du Madriu ont été localisés des fours mais qui n'avaient sûrement pas de relation avec le minerai de fer, mais plutôt avec des activités comme la réparation d'outils (ES 52) ou l'exploitation d'un autre type de minéraux comme le quartz, abondant dans les environs (Palet, com. pers.) Pourtant, l'activité de la forge est également importante dans les deux vallées. Cernerres et Carboneres de la Sierra de Cadi sont des gisements dans lesquels seules ont été documentées des charbonnières, tout comme dans le Bosc dels Estanyons de la vallée du Madriu, toutes de l'époque moderne.

Le pâturage est lui aussi une activité très importante dans les deux zones d'étude. Dans les zones plates, dans la plupart des gisements ont été documentées des structures uniquement liées à cette activité sauf sur le Pla de l'Inglà et le Goleró. Pleta de les Bacives, Orris de Setut et Basses de Setut sont de gisements dans lesquels ne s'exerce que l'activité pastorale. Les trois sont situés à proximité de tourbières, où de toute évidence on ne peut construire ni une charbonnière, ni un four (Figure 9.4 et Figure 9.5).

De la période néolithique à l'époque moderne, la stratégie d'exploitation s'intensifie. Pendant le Néolithique les activités d'élevage ne causent pas un impact aussi important qu'elles le feront à des époques historiques (Miras *et al.*, 2007). À l'époque romaine, on remarque les activités artisanales en rapport avec la minéro-métallurgie et à l'époque moderne s'installe l'activité industrielle de la forge. Il existe également des traces d'incendies anthropiques pour l'obtention de pâturages pendant tout le cadre chronologique. Nous avons documenté une baisse dans la limite supérieure du bois, surtout en raison de la charbonnière, et nous savons que les normes établies pour l'élagage de forêts, n'étaient normalement pas respectées, au moins en Andorre (Codina *et al.*, 2001). Même comme cela, l'utilisation continue et spécialisée du paysage requiert une organisation et une socialisation du milieu qui permettra que la matière primaire nécessaire, dans ce cas les arbres, soient disponibles sur une longue période de temps (Blanchemanche et Chabal, 1995). De cette façon, il sera possible d'exploiter la même zone pendant deux ou trois siècles sans interruption. De fait, nous savons que l'activité de charbonnage de la Sierra de Cadi s'arrêta par manque de minerai et non à cause de l'épuisement des forêts (Gascón, 2007). Actuellement, après un abandon de ces activités en altitude, nous trouvons un paysage avec des forêts entièrement régénérées qui ont recouvert bon nombre des structures que nous avons étudiées.

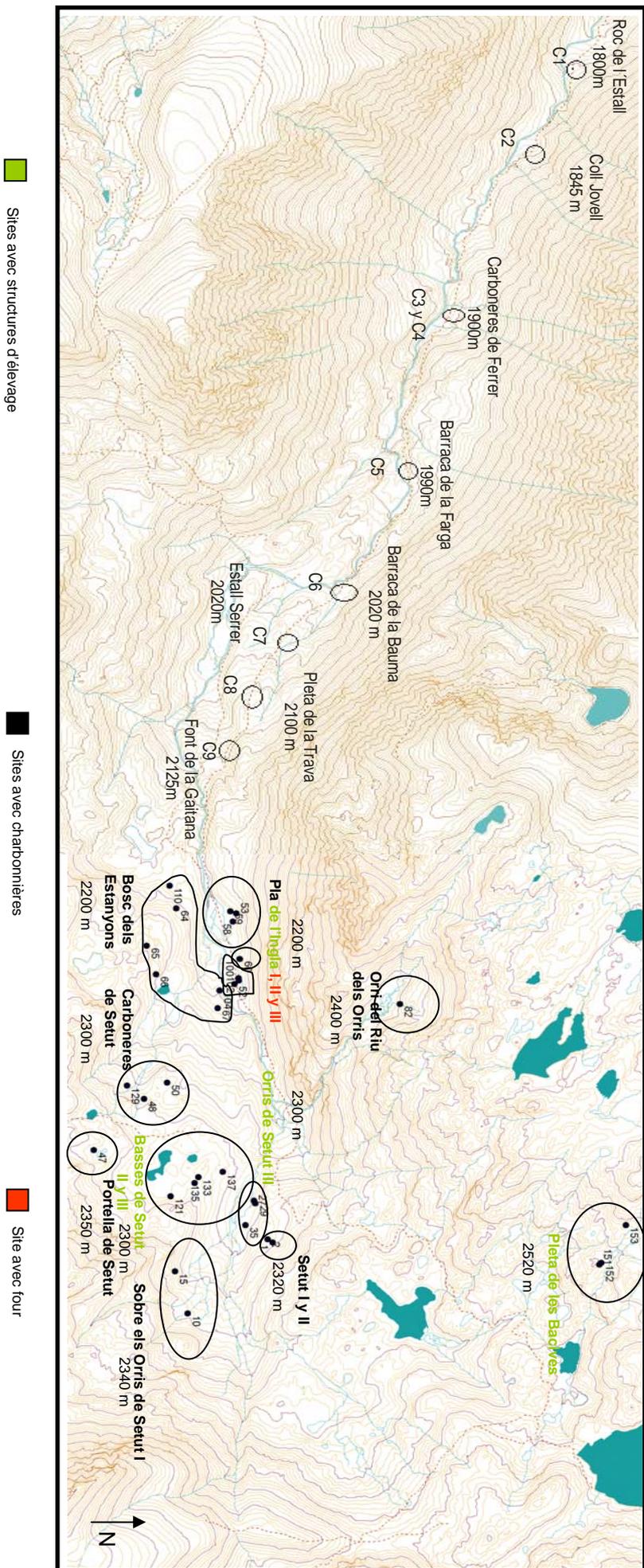


Figure 9.4. Carte de situation des structures dans la vallée de Madrid (Carte : H. Orenge)

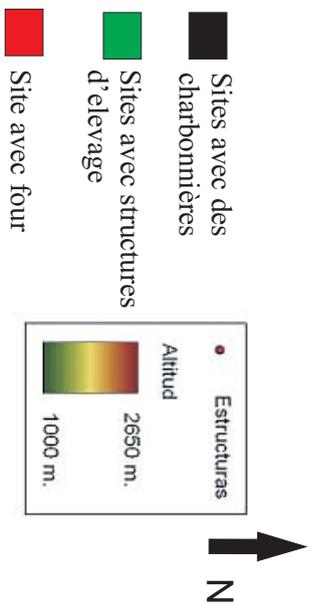
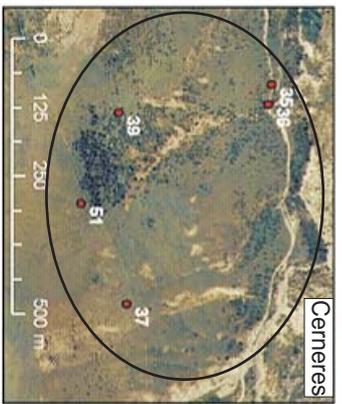
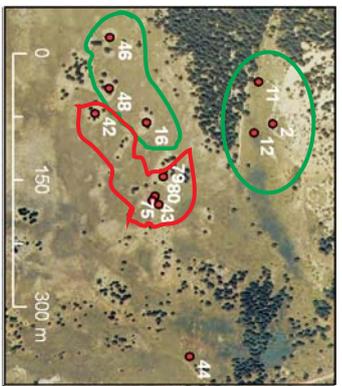
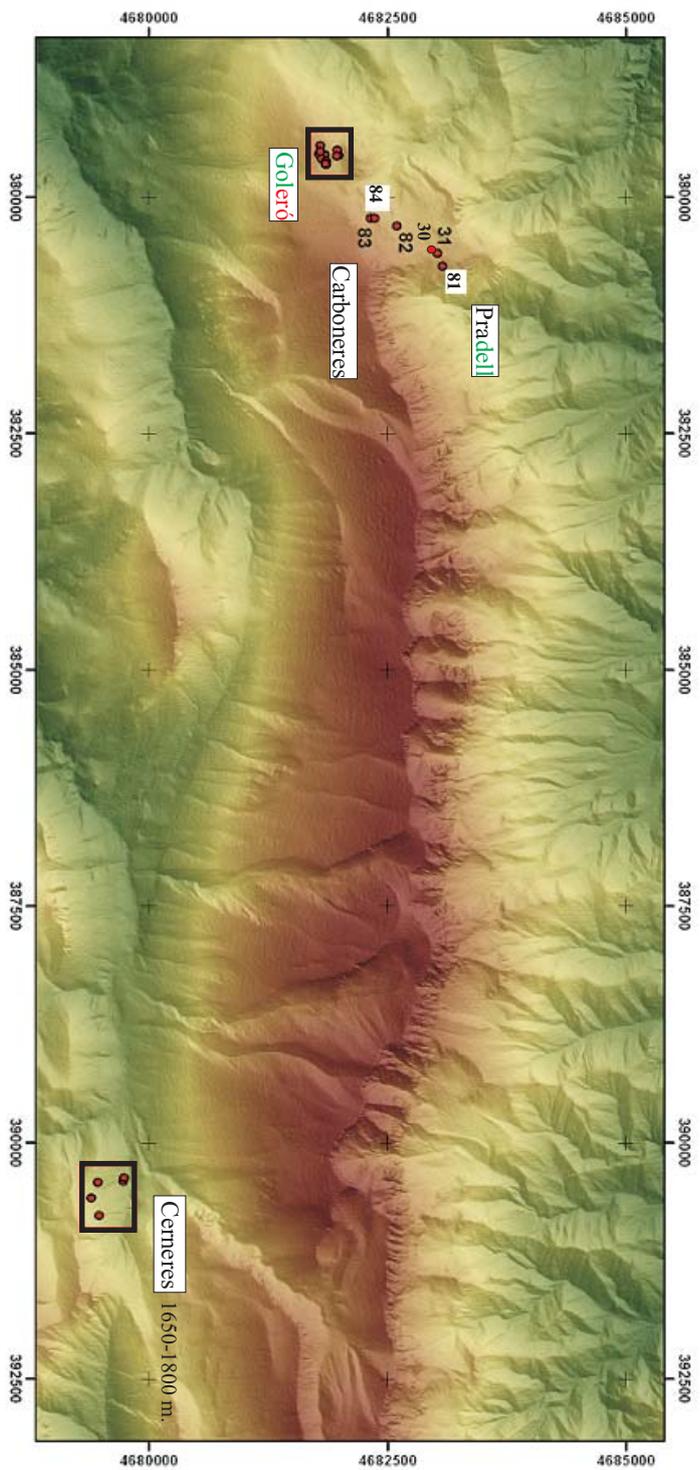


Figure 9.5. Carte de situation des structures dans la Sierra del cadí (Carte : H. Orengo)

9.3.1. Époque Néolithique - Âge de Bronze

Dans les Pyrénées orientales, la présence anthropique est documentée pour la première fois au Néolithique Ancien. Les données polliniques indiquent les premières évidences au V^e millénaire avant J.C. dans la vallée du Madriu (Miras *et al.*, 2007) Le matériel anthracologique étudié occupe un vaste cadre chronologique et le niveau le plus ancien que nous avons trouvé pour le moment correspond précisément au Néolithique ancien et se trouve au gisement de Pleta de les Bacives (Escaldes-Engordany, Andorra). Nous possédons aussi du matériel pour l'Âge de Bronze -Âge de Fer, même s'il y en a très peu. Il s'agit concrètement de structures circulaires du gisement de Goleró, qui faisaient probablement fonction de clôture.

Pendant ces périodes-là, les bergers montent à ces altitudes à la recherche de prairies estivales et, pendant ce temps, construisent des structures durables pour passer les nuits ou garder le bétail. Les bergers provoquent des incendies pour obtenir des pâturages, cependant les forêts ne s'en ressentent pas comme ce sera le cas surtout à partir de l'époque historique (Miras *et al.*, 2007).

Les résultats anthracologiques nous montrent l'utilisation majoritaire du pin conjointement à une utilisation moindre d'espèces arbustives comme le genévrier et les éricacées pour les activités pastorales à cette période. Le bois de pin pourrait avoir été utilisé comme matière première pour la construction comme nous le verrons, et le genévrier et les éricacées pour l'alimentation du bétail, la consommation humaine ou l'allumage de feux. Le fourrage animal à l'aide de feuilles et de brindilles de différentes espèces est documenté dès le Néolithique. Le fourrage est utilisé comme complément alimentaire ou pour les propriétés thérapeutiques de certaines espèces (Laederich et Thiébault, 2004 ; Thiébault, 2005). Nous ne croyons pas qu'il ait existé un élagage systématique de branches pour cette utilisation, mais plutôt une utilisation ponctuelle de ramilles d'arbres et d'arbustes des alentours pendant la stabulation des animaux.

L'exploitation du milieu ne doit pas être très intense parce que l'impact humain causé pendant ces périodes-là ne compromet pas la régénération du paysage forestier (Riera et Esteban, 1994).

9.3.2. Période romaine

La plus grande information dont nous disposons concernant l'exploitation de la forêt est à partir de l'époque romaine et est liée surtout à des activités minéro-métallurgiques qui sont réalisées dans la Sierra de Cadi, concrètement dans les gisements de Goleró et Pradell. Dans l'analyse pollinique de la tourbière de Pradell, on observe la présence de fragments de charbon assez grands, ce qui pourrait avoir un rapport avec les activités mentionnées (Ejarque, com. pers.).

Contrairement à ce qu'écrivent les auteurs classiques, comme Plinien le Vieux ou Strabon, les Pyrénées ne sont pas seulement un lieu de passage, mais un territoire où se développent, au moins dans la Sierra de Cadi, d'importantes activités artisanales concernant le minerai de fer (Gascón, 2006). Celles-ci sont complétées par d'autres activités comme le pâturage. Le gisement de Goleró, était probablement spécialisé et faisait partie d'une production très vaste de fer, bien que locale, parce que les minerais de cette zone ne produisent pas de minéralisation suffisante pour être exploités à grande échelle (Crespo *et al.*, e.p.). En raison d'un certain développement, surtout de l'activité minéro-métallurgique, mais aussi de l'activité d'élevage, les circuits de communications comme la *Strata Ceretana* s'améliorent à cette période-là. Même si l'impact causé par ces activités n'est pas aussi important que celui que causera l'activité industrielle de la forge pendant le bas Moyen-âge.

Dans nos secteurs d'étude, nous avons analysé le matériel anthracologique de deux types de fours romains. D'un côté, nous avons les fours du gisement de Goleró, dans lesquels fut réalisé le premier traitement du fer et, d'un autre, se trouve le four de Pla de l'Inglà, ayant probablement un rapport avec des activités de forgeage. On y exploite de pin en tant que principal combustible. L'identification d'un autre type de taxons comme le sapin et le buis qui ne correspondent pas à l'étage subalpin, a probablement un rapport avec la présence d'un type d'outil. Dans la vallée du Madriu, les données polliniques indiquent en plus des preuves d'activités minières et une présence importante d'activités d'élevage (Miras *et al.*, 2007). Jusqu'alors, les seules structures d'élevage localisées se situent dans le gisement de Basses de Setut, où nous avons étudié le niveau d'occupation d'un petit enclos et où seul le pin a été identifié, probablement utilisé comme combustible ou comme élément de construction.

On sait que dans le four de Pla de l'In gla fut utilisé du bois abîmé, sûrement des branches tombées de gros calibre, comme combustible, mais dans les fours de Goleró, il est possible qu'il ait été utilisé du charbon. Il s'agit d'une activité artisanale assez intense dans la région et qui suppose d'atteindre une température 600° C minimum, ce pourquoi le combustible nécessaire pour ladite activité est abondant. Pour le moment, nous n'avons pas localisé de charbonnières romaines et médiévales dans les zones d'étude, mais nous n'écartons pas l'idée d'en découvrir lors des prochaines campagnes de fouilles.

L'absence des charbonnières de ces périodes a probablement un rapport avec le fait qu'il s'agit de structures très difficiles à localiser archéologiquement, puisque dans de nombreux cas elles n'ont aucun type de structure perpétuelle. La présence de charbonnières anciennes a été documentée, tant archéologiquement que dans les sources littéraires anciennes (Dubois, 1988-90 ; Pèlachs, 2004). Des auteurs classiques comme Théophraste (III^e siècle av. J.C.) ou Plinien le Vieux (I^{er} s. av. J.C.) parlent déjà dans leurs oeuvres d'une utilisation habituelle de charbonnières pendant ces périodes-là. De plus, le charbon offre plusieurs avantages par rapport au bois en tant que combustible. Ces atouts sont la plus grande légèreté du charbon qui facilite son transport dans une région dont l'orographie est très compliquée, le fait qu'il n'ait pas la moindre humidité, qu'il ne dégage pas d'odeur, ni de fumée ni de poussière quand il brûle et qu'en plus il produise le double d'énergie calorifique (Fabre, 1996). Ces avantages étaient déjà connus à l'époque romaine et l'utilisation du charbon en tant que combustible était certainement habituelle à cette époque-là.

Par conséquent, nous pouvons dire qu'à l'époque des Romains, les activités, surtout métallurgiques, augmentent clairement dans les deux vallées. Les ressources métallurgiques et forestières seront utilisées de manière plus intense à partir du bas Moyen-âge, comme nous le verrons. Cependant, l'importance, surtout de la Sierra de Cadi, pour le développement d'activités minéro-métallurgiques pendant l'époque classique, nous indique un prélude des intenses activités ultérieures.

9.3.3. Moyen-Âge

En ce qui concerne le Moyen-âge, nous ne disposons dans ce travail d'aucune structure de cette époque-là¹. La campagne archéologique de 2006 a permis de localiser les restes de destruction d'un four du VIII^e siècle en relation avec le travail du minerai de fer dans une zone boisée du gisement de Pradell (Palet, 2006d). Les données polliniques de la tourbière du même nom indiquent une présence importante de ce type d'activités. L'augmentation des activités pastorales dans la Sierra de Cadi est documentée tant par des données polliniques que par l'information des documents de l'époque (Ejarque, com. pers. ; Gascón, 2006). De même, les indicateurs polliniques de l'activité pastorale augmentent dans la vallée du Madriu (Miras *et al.*, 2007).

9.3.4. Bas Moyen-Âge – Époque Moderne

Au XIV^e siècle, les sociétés exploitent les bois de forêts de montagne pour la construction de maisons, ainsi que pour l'obtention de combustible. De plus, à cette même période, le bétail se développe considérablement et cesse d'être local et d'utilisation domestique comme il l'avait été jusqu'alors (Codina, 2004). Le brûlage de forêts pour l'obtention de pâturages entraîne une importante diminution de la masse forestière (Miras *et al.*, 2007). La construction de bateaux pour l'Armée Invincible a aussi touché les communautés forestières de haute montagne pyrénéennes, d'où on obtenait la matière primaire (González González de Linares, 1999).

Cependant, la forêt subit un impact notable surtout en raison de l'activité charbonnière. La plupart des structures documentées archéologiquement à partir du XIV^e siècle, correspondent à des charbonnières, elles toutes en rapport avec les forges qui fonctionnèrent entre le XIV^e et le XVII^e siècles dans la Sierra de Cadi et entre le XVI^e et XIX^e siècles dans la vallée du Madriu. Ce type de structures nous offre des données directes et très importantes sur l'exploitation de la forêt.

Charbonnage

Le type de forêt qu'offre l'étage subalpin est surtout la forêt de pin à crochets où nous pouvons parfois trouver le bouleau, surtout dans les lieux les plus humides. À l'étage

¹ Pourtant, pendant la campagne de l'année 2007, ont été localisées des structures datant des X^e et XI^e siècles dans les gisements de Planells de Perafita I, Orris de la Torbera de Perafita I et Riu dels Orris, dans les vallées de Perafita et du Madriu (Orengo et Palet, com. pers.).

montagnard, nous trouvons les pinèdes de pin sylvestre et les sapinières. Ce sont donc les forêts qu'exploitent les charbonnières de notre étude.

Le sapin et le pin sont les espèces les plus sollicitées pour les activités liées à la forge, parce qu'ils fournissent une bonne flamme, ils brûlent rapidement et dégagent beaucoup de chaleur. Cependant, dans les forges du XIV^e siècle de Baumes (Languedoc) (Fabre, 1996) a été documentée l'utilisation du chêne vert et dans les forges basques de Gordeixola (Biscaye) (Polancos Aratzabala, 1997) furent utilisés le chêne rouvre et le hêtre. Cela est dû à ce que l'on a recours aux matières premières disponibles dans les environs.

De sorte que les charbonnières utilisent les forêts qui se trouvent aux alentours des forges. Les forges des Pyrénées orientales se situent à l'étage subalpin en raison des ressources minières, et utilisent pleinement les ressources qu'offre la forêt, dont les espèces possèdent une qualité physico-chimique très appropriée pour l'activité des forges.

Les charbonniers interviewés affirment que le meilleur bois pour obtenir du charbon est celui du chêne vert. En effet, cette espèce fournit un charbon avec un grand pouvoir calorifique. Cependant, il faut tenir compte du fait que le chêne vert brûle lentement. De plus, c'est une espèce qui se trouve à l'étage collinéen. Par conséquent, ce bois est bon pour la combustion de braseros et de foyers à usage domestique, car c'est avec cela que sont liées les charbonnières mentionnées et pas pour les forges, qui ont besoin de hautes températures en un temps minime. Les charbonnières des Pyrénées ont un rapport avec la métallurgie. Nous avons déjà dit que l'exploitation de ces forêts est due à ce qu'elles se trouvent à proximité des forges, mais il existe en plus une certaine sélection des taxons arborescents qui sont localisés dans ces forêts. Le pin, le sapin et le bouleau fournissent un combustible très approprié pour alimenter le feu des forges.

Les espèces utilisées dans les charbonnières étudiées sont, par conséquent, le sapin, le pin et le bouleau et la présence du reste des taxons dans le matériel enregistré n'a rien à voir avec le combustible des charbonnières et ils ont probablement eu une autre fonctionnalité. Dans l'analyse des restes des deux charbonnières actuelles, même si les charbonniers affirmaient n'avoir utilisé qu'un seul taxon comme combustible, sont apparus des taxons correspondants à d'autres espèces, arbustives pour la plupart. Celles-

ci pourraient provenir de la couverture de la meule, du foyer qui est utilisé pour allumer celle-ci, des ramilles qui sont entraînées accidentellement avec le bois, ou peut-être que ce sont des objets brûlés accidentellement sur la meule. Dans l'une des charbonnières de Cernerres ont été récupérés des restes de copeaux, provenant probablement du processus d'affilage d'un bout de bois en sapin pour servir de *donafums* (tirages).

Dans les charbonnières analysées, le bouleau est utilisé du moment qu'il y en a aux alentours des emplacements. Dans notre zone d'étude, cette espèce n'est pas majoritaire. C'est pourquoi elle est utilisée conjointement au pin et par conséquent, dans les charbonnières, les deux espèces se mélangent. Il se passe la même chose avec l'utilisation du sapin qui, s'il y en a aux alentours, est utilisé conjointement au pin. Dans la charbonnière située à 1500 m d'altitude est menée à bien l'utilisation spécifique de cette espèce parce qu'une sapinière pousse dans les environs. Ces données contredisent Dubois (1988-90) qui affirme que dans les charbonnières on ne mélangeait pas différentes espèces. Bien que les résultats anthracologiques nous indiquent qu'il existe toujours une espèce prioritaire.

Dans la vallée du Madriu, le bouleau joue le rôle d'espèce pionnière et pousse à Bosc dels Estanyons et le long de la rivière Madriu, comme nous l'avons déjà dit. Cet environnement humide est favorable pour une espèce qui se répand en raison de la déforestation que subissent les forêts de pin à crochets à cause de l'intense activité charbonnière. Les charbonnières de cette vallée eurent un rapport avec la forge d'Andorre et les Caldes (1732-1830) (Mas Canalís, 1995 ; Codina *et al.*, 2001). Cette forge exploitait la forêt d'Estall Serrer, qui se trouve à proximité du parcours de l'actuel GR11, et sûrement aussi celle de Bosc dels Estanyons. À partir de sa location en 1812, la forge reçut le droit d'exploiter les forêts de Perafita (Orengo, 2007).

La présence du bouleau nous informe donc d'une déforestation de la pinède de la part de l'activité de la forge d'Andorre ou de Les Caldes. La colonisation des forêts affectées par des activités anthropiques de la part d'espèces pionnières, est documentée aussi dans d'autres régions de haute montagne. En Ariège, nous avons observé que les activités anthropiques (pastorales et charbonnières) provoquent une diminution du nombre de sapins en faveur de l'expansion du hêtre (Galop, 1998 ; Davasse, 2000 ; Rendu, 2003c). À l'étage subalpin des Alpes du Sud aussi on observe une concurrence entre épicéa et pin cembro. Tout comme le hêtre et le bouleau, l'épicéa se comporte comme une espèce

pionnière et s'étend là où la forêt a souffert une déforestation due, dans ce cas, à des activités de pâturage (Durand, 2004).

La déforestation des pinèdes due à l'activité charbonnière, n'est pas observée uniquement par la présence du bouleau. Dans la vallée du Madriu, plus les charbonnières sont modernes, moins leur situation est élevée en altitude. Les analyses polliniques laissent entrevoir aussi une forte déforestation de la vallée pendant ces périodes-là (Ejarque, 2006 ; Miras *et al.*, 2007). Même si en Andorre il devait exister une réglementation concernant l'exploitation de la forêt, celle-ci n'a pas été respectée dans le cas du charbonnage. Il était nécessaire d'obtenir 50 tonnes de charbon pour obtenir mensuellement 8 tonnes de fer. Nous ne pouvons pas connaître avec certitude le calibre de tout le bois utilisé dans les charbonnières. Cela est dû à la fragmentation du charbon qui se produit surtout pendant les processus de post déposition. Cependant, nous avons observé que beaucoup d'entre eux ont une moyenne de 15 ans. L'exploitation d'individus d'une moyenne de 15 ans nous renseigne sur une activité très intensive, où la forêt n'a pas le temps de régénérer son peuplement et de présenter des individus de grand calibre.

Dans d'autres zones des Pyrénées, comme par exemple dans la forêt de Virós (Vall Ferrera), on observe aussi une descente en altitude des charbonnières pendant ces périodes-là (Pèlachs, 2004). En Haute Ariège, les études palynologiques ont observé une déforestation due à des activités métallurgiques pendant les XIV^e et XV^e siècles (Galop, 1998). Sur le versant nord des Pyrénées de l'Ariège (Aston et Vicdessos), des Pyrénées orientales (Osseja) et dans les Pyrénées catalanes (Vallferrera) entre 1400 et 1800 m d'altitude, actuellement il n'y a pratiquement pas de pin sylvestre. Cela est dû à l'exploitation intense et prolongée de cette espèce pour la fabrication de charbon (Davasse, 1991). En Cerdagne, par contre, les données polliniques observent une reforestation du milieu aux mêmes siècles, bien que l'archéologie observe une augmentation des gisements et la présence de structures persistantes. Cela est dû à ce que dans cette zone n'est exercée que l'activité pastorale, mais pas la charbonnière (Rendu, 2003c).

Dans la Sierra de Cadi, nous ne disposons pas encore d'un nombre de charbonnières suffisant pour observer s'il s'est produit une descente en altitude à mesure qu'avancait la chronologie. Les trois alignements que forment les charbonnières sur le versant de

Certeres et qui arrivent jusqu'à la ligne de carène et la grande puissance charbonneuse des charbonnières de Carboneres démontrent, cependant, une activité très intense dans la vallée. Dans cette région, l'activité de la forge s'est arrêtée au XVII^e siècle en raison de l'épuisement du minerai (Gascón, 2007). Il est probable que la forêt n'ait pas souffert d'impact du niveau de la vallée du Madriu.

Les caractéristiques morphologiques des charbonnières du bas Moyen-Âge et modernes documentées, tant de la vallée du Madriu que de la Sierra de Cadi, sont très semblables à celles des charbonnières de l'Ariège des Pyrénées orientales (Codina *et al.*, 2001). Les meules se construisent la plupart du temps sur des versants, où l'on faisait des terrasses pour aplanir le territoire et des murs de soutènement en pierre sèche. Ces structures ont été documentées, par exemple, sur la ES 47 de Portella de Setut et sur la ES 67 de Bosc dels Estanyons. Des charbonnières sont également construites sur des plans plats. Les charbonnières situées en pente sont plus elliptiques et plus petites que celles se trouvant sur du plat, alors que celles situées dans des endroits plats n'étaient pas plus grandes, mais rondes et sans mur de soutènement. Deux charbonnières situées sur du plat sont, par exemple, l'ES 83 et 84 de Carboneres.

La plupart des travailleurs de la forge venaient de l'Ariège aussi bien pour y travailler que pour réaliser la cuisson du charbon (Codina *et al.*, 2001 ; Gascón, 2007). Il existe deux types de charbonniers dans les Pyrénées : d'un côté se trouvent les spécialistes qui sont ceux qui viennent de l'autre côté de la chaîne pyrénéenne, et de l'autre, ceux qui réalisent l'activité complémentaire en même temps que l'agriculture.

Grâce aux sources ethnographiques, nous avons pu réussir à comprendre le fonctionnement des charbonnières ainsi que leurs techniques de construction. Une fois que le lieu d'emplacement était choisi, il fallait aménager le terrain et on y parvenait en aplanissant le terrain et en créant une base en petite pierre à la base de la meule pour obtenir une combustion adéquate. On évitait ainsi le déséquilibre de combustion du bois et la propagation inégale du feu pendant la cuisson. Le charbonnier de Viloría utilise la même technique de la petite pierre que dans notre zone d'étude.

Selon les charbonniers actuels, le meilleur endroit pour construire une meule est là où se trouvait la précédente, et c'est pour cela que les endroits sont généralement réutilisés. Un exemple pourrait être les deux phases d'utilisation documentées sur l'ES 82 d'Orris

de Setut. Il n'a pas été localisé de charbonnières avec plus d'une phase d'utilisation, mais dans beaucoup d'entre elles, la puissance charbonneuse était d'un demi mètre environ, ce qui démontrerait une utilisation intensive du lieu. L'absence de ce niveau argileux et graveleux qui serait le sol préparé dont nous avons parlé antérieurement, est due à ce qu'il ne se passe pas longtemps entre une utilisation et une autre. Le plus probable est que le même emplacement était utilisé plusieurs fois pendant la même campagne et chaque été on revenait au même endroit. Le sol charbonneux offrait un endroit idéal pour la cuisson directement au-dessus de celui-ci.

En raison des dangers qu'entraîne le fait d'avoir une charbonnière en fonctionnement, les charbonniers construisent généralement des cabanes à 100 mètres des meules environ. C'est là qu'ils passeront les nuits pour surveiller la cuisson. Le vent est le plus grand ennemi auquel doit s'affronter le charbonnier. La pluie, quant à elle, ne détient pas la cuisson selon les dires du charbonnier de Beuda.

Les charbons que nous avons récupérés dans ces structures sont ceux qui n'ont pas pu être commercialisés et utilisés à la forge. Une quantité importante de matériaux recueillis dans les charbonnières n'étaient pas entièrement carbonisés, raison pour laquelle ils ont été écartés. Ont également été récupérés quelques fragments correspondant à des arbustes, qui n'offrent pas de bois de grand calibre, raison pour laquelle ils auront aussi été écartés. Ces espèces arbustives, telles que les éricacées ou le genévrier, pourraient avoir été utilisées avec les petites branches d'autres arbres pour couvrir la meule à charbon ou pour allumer du feu dans la cheminée. On sait par les charbonniers actuels, que les branches d'arbustes étaient utilisées pour ces deux fonctions.

Comme nous l'avons déjà commenté, la présence anthropique augmente considérablement à partir du XIV^e siècle dans les deux vallées. C'est la raison pour laquelle les activités développées dans ces espaces entrent en concurrence pour l'utilisation du terrain. L'activité charbonnière entre en concurrence directe avec l'activité pastorale et pour éviter de possibles conflits qui apparaîtront en de nombreuses occasions, chaque type d'activité est situé dans un milieu déterminé. Les structures pastorales se situent toutes dans des vallées ensoleillées parce que c'est évidemment là que l'on peut trouver les meilleurs pâturages. Les charbonnières se construisent majoritairement dans des endroits ombragés et en pente. Les charbons récupérés dans les charbonnières nous montrent des altérations liées au stress, fait qui serait associé aux

dures conditions climatiques que subissent ces espèces en haute montagne, mais aussi à leur emplacement sur des pentes importantes. Par conséquent, les arbres utilisés pour la combustion se situaient dans des lieux en pente. De plus, ont été identifiés de nombreux fragments qui présentaient un aspect roulé, en raison des processus postdépositionnels, puisque le plupart des charbonnières se trouvaient en pente. Cette différenciation liée à l'emplacement des structures peut également être observée sur d'autres territoires des Pyrénées comme, par exemple, en Ariège (Dubois, 1988-90 ; Davasse et Galop, 1990).

Pendant le bas Moyen-âge et l'époque moderne, la métallurgie connaît son plus grand essor, grâce aux forges qui fonctionnent à plein rendement, alors que l'élevage de bétail connaît des hauts et des bas. Par conséquent, bien que l'élevage n'entraîne pas un effet anthropique aussi important sur le milieu, la forge entraîne une baisse nette de la limite forestière surtout dans la vallée du Madriu.

Pâturage

Aux XIV^e et XV^e siècles ont été documentées des structures pastorales dans les gisements d'Orris de Setut III et de Pla de l'Inglà. Dans la Sierra de Cadi, plusieurs structures localisées dans les gisements de Pradell et Goleró correspondent à ces chronologies. Il s'agit d'un élevage qui subvient aux besoins d'une population locale (Codina, 2004) et qui pendant son séjour estival en altitude, exploite l'environnement immédiat pour la construction de structures durables, la fabrication de feux, le fourrage, etc. C'est en majorité le pin qui est utilisé, car c'est le bois le plus abondant des alentours, mais les gens exploitent aussi d'autres ressources arbustives disponibles aux alentours comme les éricacées et le genévrier.

Au XVII^e siècle, l'activité pastorale en altitude diminue, du fait que la demande de bétail en stabulation augmente. Cependant, au XVIII^e siècle, l'élevage de bétail retrouve une importance commerciale du fait qu'une production spécialisée est nécessaire, parce que l'agriculture est en crise. Cette crise est un phénomène qui se produit dans toute l'Europe en général (Codina, 2004). Dans ce cadre chronologique ont été datées les structures documentées dans les gisements de Basses de Setut et Orris de Setut de la vallée du Madriu. Dans la Sierra de Cadi, les enclos modernes localisés dans les gisements de Goleró et Pradell correspondent probablement à ces chronologies. Les résultats anthracologiques nous indiquent les mêmes résultats que pour les XIV^e et XV^e siècles.

Dans des recherches à venir et avec l'analyse de plus de structures et de charbons, on observera probablement une différence entre ces siècles.

Au XIX^e siècle se produit un bouleversement dans le cadre socioéconomique qui donne lieu à une diminution subite des activités tant dans la Sierra de Cadi que dans la vallée du Madriu. L'activité charbonnière tout comme la pastorale baisse au début du XIX^e siècle dans la vallée du Madriu (dans la Sierra de Cadi, elle cesse au XVII^e siècle, à cause de l'épuisement du minerai de fer), ce qui se reflète clairement sur la baisse du nombre de structures de ces chronologies. En plus, c'est à ce moment-là que l'activité de la forge cesse définitivement avec l'apparition des hauts fourneaux (le problème de la déforestation et de l'épuisement des mines devient lui aussi un problème important) et l'élevage de bétail entre en crise parce que l'élevage ovin perd de l'importance en faveur du bovin et parce que les activités industrielles prennent beaucoup plus d'importance face aux activités d'élevage qui, avec le temps, sont plus coûteuses. La principale raison de la présence anthropique, l'exploitation minière et le pâturage, ne fournissent plus un apport économique rentable, et c'est pourquoi les activités cessent et les forêts se régènèrent.

9.3.5. Travail du bois : construction et manufacture d'ustensiles

Les occupations de haute montagne sont estivales dans tous les cas. C'est pour cela que, dans de nombreux cas, les enclos se construisent entièrement en bois à l'époque pré et protohistorique, (par exemple ES 46 de Goleró). La construction en matériau périssable et en terre est un mode généralisé de construction de ce type de structures (Molist *et al.*, 2003). Sont aussi documentées des structures de l'époque préhistorique (Pleta de les Bacives) dans lesquelles la technique de construction est fondée sur une base en pierre sèche avec l'utilisation aussi de roches naturelles et de bois. Ce type de construction est plus habituel surtout à partir de l'Antiquité, du fait que la fréquentation des prairies et des forêts est plus habituelle et qu'on espère qu'elle tienne jusqu'à la prochaine montée (Rendu, 2003b).

En ce qui concerne les cabanes, dès le Néolithique, on utilise la pierre sèche comme base pour la construction et le bois pour finir de couvrir la cabane ou atteindre la hauteur nécessaire. Dans cette étude ont été récupérés des éléments de construction en bois et bois carbonisée de structures (ES 31 de Pradell et ES 153 de Pleta de les

Bacives) et l'utilisation du bois pour la construction a déjà été documentée dans d'autres zones des Pyrénées (Rendu, 2003b).

En plus de structures, la bonne conservation des charbons nous a permis de connaître le genre d'ustensiles que fabriquaient ces sociétés pendant leur séjour en haute montagne. Cette bonne conservation est due au fait que la haute montagne n'est pas habitée actuellement. Les restes archéologiques ne subissent pas de fragmentation rapide due à la manque des activités comme l'agriculture ou la construction de bâtiments.

D'un côté, nous avons récupéré un manche d'ustensile indéterminé de l'époque romaine. D'un autre côté, nous avons récupéré des bouchons en bois de l'Antiquité fabriqués en pin à crochets. Dans d'autres gisements correspondant à des chronologies similaires ont été documentés des bouchons avec ces caractéristiques (Piqué, 1999b ; Sada, 2004). De même qu'ont été récupérés d'autres fragments de charbon, de saule, de buis et de sapin, qui pourraient correspondre à des ustensiles. Il s'agit de fragments qui ne conservent aucun type de morphologie artificielle mais qui pourraient avoir transportés les charbonniers eux-mêmes ou des bergers et qui ont été brûlés.

Ont également été découverts des copeaux de sapin dans l'une des charbonnières. Du point de vue ethnographique, nous savons que le charbonnier fabrique habituellement une espèce de lance pointue appelée *donafums* qui sert à maîtriser la cuisson de la charbonnière par l'ouverture de tirages.

Nous pouvons dire que la stratégie d'approvisionnement du bois, pour l'obtention de combustible est conditionnée par l'offre de l'environnement. Néanmoins, pour l'élaboration d'ustensiles, il est possible que quelques outils soient transportés alors que d'autres sont fabriqués sur place. Il est documenté ethnographiquement que les bergers consacraient leur temps libre pendant les séjours estivaux en haute montagne, à la fabrication d'outils. Des fois, la matière primaire utilisée était transportée, mais d'autres fois on utilisait le bois disponible aux alentours (Violant et Simorra, 1996).

9.4. Conclusions

L'Anthracologie du Paysage présente deux caractéristiques : la diachronie et l'étude d'une zone étendue. Dans ce travail, nous avons étudié plusieurs structures avec des

chronologies allant 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'alors. Dans les Pyrénées, concrètement dans la haute vallée d'Aston et dans la Cerdagne, le premier travail avec ces caractéristiques fut réalisé par B. Davasse comme une partie d'un projet plus étendu dirigé par Ch. Rendu (Davasse *et al.*, 1997 ; Davasse, 2000). 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, et 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, avec le milieu de haute montagne et concrètement, avec le milieu forestier. Avec ce travail et grâce à l'apport d'autres données, tant archéologiques qu'historiques ou paléobotaniques, réalisées dans ce même projet, nous avons réussi à obtenir des renseignements sur l'exploitation du milieu forestier des vallées du Madriu et de la Vansa du Néolithique à l'époque moderne. L'Anthracologie est une discipline indispensable, surtout dans des contextes de haute montagne. Les charbons sont, dans de nombreuses occasions, les seuls restes archéologiques qui sont récupérés dans ce type de structures et en plus, ils fournissent des datations 14C.

Les campagnes dans lesquelles ont été récupérées les charbons étudiés comportent plusieurs caractéristiques. D'une part, nous avons réalisé des sondages et des prospections et non pas des fouilles extensives. De plus, les structures documentées ont été des charbonnières et des fours, où les charbons apparaissent sous forme de concentration, et de structures d'élevage. Une autre des caractéristiques de ce travail a été la conservation exceptionnelle des restes tant de bois que de fragments carbonisés. Pour finir, 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 structures, du type de dépôt du matériel et de la variabilité du registre. C'est ainsi que nous avons établi une méthodologie d'échantillonnage spécifiée pour chaque type de structure et un nombre de fragments à observer pour chaque unité stratigraphique.

Tout cela nous a permis de réussir à connaître l'occupation des deux vallées étudiées ainsi que l'exploitation des ressources forestières 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 l'environnement ligneux le plus proche. L'objectif de ces bergers est d'obtenir de bonnes prairies et le bois est utilisé pour l'élaboration de foyers et la construction de structures. Les enclos et cabanes sont construites avec une base en pierre séchée et le bois est utilisé pour atteindre la hauteur nécessaire des structures et la construction de toits.

À partir de l'époque romaine, surtout dans le Cadi, l'activité métallurgique (pour une partie au moins, comme l'est la transformation du fer) gagne de l'importance et nous supposons que le combustible utilisé est 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 VII^e siècle après J.C., surtout dans les alentours du gisement de Pradell (Sierra de Cadi). Néanmoins, celle-ci est particulièrement importante à partir du bas Moyen-âge (XIV^e s.) On l'observe, 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 du XIV^e au XVIII^e 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 Sierra de Cadi. Dans la vallée du Madriu, nous avons observé une baisse du niveau supérieur forestier dû au charbonnage. Au fur et à mesure que la forêt s'épuise, les charbonniers descendent en altitude, s'éloignant 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, qui se mélangent 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'alors. De plus, celles-ci nous offrent une information directe sur l'exploitation des forêts. C'est pourquoi, nous avons essayé de comprendre non seulement le fonctionnement des structures, mais aussi

les 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 des gens qui ne disposaient pas de grandes ressources économiques et avaient besoin de réaliser un travail qui leur rapportait un revenu supplémentaire à leur travail habituel. Ceux-ci construisent les charbonnières près de la matière primaire et des ressources nécessaires pour leur fabrication, c'est-à-dire, près de la forêt, d'un chemin et des ressources d'eau comme la 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'en plus 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.

De manière générale, les résultats nous ont offert une variabilité taxonomique 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, qui nous permet de voir une image desdites formations avec une plus grande précision, 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 avec du genévrier dans les zones ensoleillées et 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, et à l'étage montagnard, des sapinières et des pinèdes de pin sylvestre avec du genévrier et du buis dans les endroits ensoleillés et avec du sapin dans les endroits ombragés.

Le pin représente presque la totalité de pratiquement toutes les structures et cela nous a permis de réaliser une série de mesures sur les structures des fragments pour pouvoir 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 1800 mètres d'altitude, les charbons analysés correspondent au pin à crochets.

Le matériel étudié d'autre part, 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. Ce dernier est apparu en plus dans un four qui, d'après nos suppositions, dut fonctionner pour la réparations d'outils. Les résultats nous ont permis d'observer que les taxons utilisés pour des activités qui requièrent une grande quantité de matière primaire, sont ceux dont on dispose dans l'environnement immédiat qui, dans ce cas, se trouve être le pin. La fabrication d'objets pendant les temps libres de bergers et de charbonniers aura sans doute été réalisée aussi 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 finale, 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 romaine, où les activités agricoles étaient les plus nombreuses, l'occupation de haute montagne ne diminue pas mais vit une continuité. C'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.

Perspectives de futur

Toutes les données présentées dans ce travail font partie de la première phase du projet où, pour le moment, n'ont été réalisées que des prospections et des sondages, sauf dans le cas du four romain du Goleró, qui a été fouillé entièrement. Lors des prochaines campagnes, nous avons l'intention de réaliser plus de prospections et de sondages, mais nous commencerons surtout par les fouilles extensives des structures considérées comme intéressantes. Pour cela, avec l'analyse anthracologique des campagnes à venir, les données augmenteront considérablement et nous pourrons confirmer les résultats obtenus jusqu'alors. De même, grâce à la possibilité que nous offrent les structures de haute montagne, nous jugeons nécessaire de réaliser des études dendrologiques. Ce type d'analyse nous permet d'obtenir une plus ample information tant sur l'utilisation du bois que sur le climat de l'environnement des gisements étudiés. Nous prétendons également approfondir ce qui concerne les altérations qui se produisent dans les charbonnières. Cela nous aidera à comprendre des processus comme la vitrification, qui se produit pendant la combustion. Il a été établi une relation entre ce type d'altération et

les charbonnières et, pour le moment, les causes de leur apparition sur les charbons restent méconnues. Nous pensons que les nombreuses charbonnières que nous offrent aussi bien la vallée du Madriu que la Sierra de Cadi peuvent nous aider à résoudre cette énigme.



10. Bibliografía

10. Bibliografía

A

Abella, I. (1998). *El hombre y la madera*. Barcelona, Integral.

Acovitsioti-Haumeau, A. (2003). *Le bois, la meule et la cabane*. Le Val, Cahier de l'ASER.

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*. Tesis doctoral. Tarragona, Universitat Rovira i Virgili.

Allué, E. (2003a). *Informe de l'anàlisi antracològica de la Plaça de la Vila de Madrid (Barcelona)*. Inédito.

Allué, E. (2003b). "Les análisis antracològiques a Tarragona i el seu entorn: l'interès per l'estudi de la vegetació del pasta i la utilització dels recursos forestals" *Butlletí Arqueològic. Reial Societat Arqueològica Tarraconense*. Tarragona. **Època V, núm. 25**: 5-17

Allué, E. (2006). "Una disciplina arqueobotánica para el conocimiento del paisaje vegetal y la explotación de los recursos vegetales" Enrich, J.; Enrich, J.; Font, J.; Sales, J. (ed) *I Congreso de Analíticas Aplicadas a la Arqueología. Igualada, 3, 4, 5 de febrer de 2005. Actes*. Igualada, Arqueocat SL: 195-218.

Amenós, L. (2004). "L'ofici de ferrer a la Catalunya medieval" *Butlletí arqueològic Reial Societat Tarraconense*. **Època V. Núm. 26**: 175-220.

B

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." *Bulletin de la société botanique de France. Actualités Botaniques* **139**(2/3/4): 168-189.

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.

Badia Pujol, J. (1953). *Guia de les plantes medicinals del Clot del Regatell (Vall de Mola)*. Tuixent, Vall de les Trementinaires.

Bardillo Salgado, F. J. (2001). *Árboles y arbustos del Pirineo*. Huesca, Pirineo.

Barker, G. y 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. (1979). "Flore et végétation du sud de la France pendant la dernière glaciation d'après l'analyse anthracologique" Tesis Doctoral. Academié de Montpellier. Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- Bazile-Robert, E. (1982). "Donnes experimentales pour l'Anthracanalyse." *Etudes Quaternaires languedociennes* **2**: 25-32
- Beaulieu, J.L. (1977). *Contribution pollenoanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène des Alpes méridionales françaises*. Tesis Doctoral. UFR Sciences, Aix-Marseille III.
- Behre, K.E. (1981). "The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams" *Pollen et Spores*. **23**: 225-245.
- Berenguer, E. (Dir.) (2005). *Historia d'Andorra. De la prehistòria a l'edat contemporània*. Barcelona. Edicions 62.
- Berger, J. F. (2003). "Les étapes de la morphogenèse holocène dans le sud de la France" Van der Leeuw, S.; Favory, F.; Fiches, J.-L. *Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Études multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme Archeomedes*. Paris, CNRS. **27**: 87-167.
- 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.)" 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" Binford, S. y Binford, L. (Ed.) *New Perspectives in Archaeology*, Aldine Publishing Company, Chicago.
- Binford, L. R. (1992). "Seeing the Present and Interpreting the Past-and Keeping Things Straight" Rossignol, J. y Wandsnider, L. (Ed). *Space, Time, and Archaeological Landscapes*, Plenum Press, New York: 43-59.
- Bintz, P.; Delannoy, J.J.; Naton, H.G.; Cartonnet, M.; Tillet, Th. (1997). "Environnements karstiques dans les Alpes du Nord et le Jura méridional: spéléogénèse, sédimentation, climats et archéologie." *Quaternaire* **8**(2-3): 197-212.
- Blanco, E.; Casado, M.A.; Costa, M.; Escribano, R.; García, M.; Génova, M.; Gómez, A.; Gómez, F.; Moreno, J.C.; Morla, C.; Regato, P.; Sainz, H. (1998). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Madrid, Planeta.
- Blanchemanche, P. y 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. XVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. APDCA.
- Bolós, J. (2004). *Els orogens medievals del paisatge català. L'arqueologia del paisatge com a font per a conèixer la història de Catalunya*. Barcelona, Institut d'Estudis Catalans.
- Bonhôte, J. (1992). *Forges à la catalane et evolution forestière dans les Pyrénées de la Haute-Ariège. Pour une histoire de l'environnement*. Université de Toulouse-le Mirail.

Bonhôte, J. (1995). "Forges à la catalane et charbon de bois: histoire de l'environnement dans les Pyrénées de la haute Ariège" Tomàs i Morera, E. *La farga catalana en el marc de l'arqueologia siderúrgica*. Andorra la Vella, Govern d'Andorra. Ministeri d'Affers Socials i Cultura: 191-195.

Bonhôte, J. y Vernet, J.L. (1988). "La mémoire des charbonnières. Essai de reconstitution des milieux forestiers dans une vallée marquée par la métallurgie (Aston, Haute-Ariège)." *Revue Forestière Française* **40**: 197-212.

Bosom, S.; Denjean, C.; Mercadal, O.; Subiranas, C. (1993-1994). "El call jueu i el convent de Sant Fransec de Puigcerdà (Cerdanya): recerca documental i arqueològica" *Tribuna d'Arqueologia*: 135-152.

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. y 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.; Canal, D.; Guitart, J.; Pera, J.; Piqué, R. (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" Guitart i Duran, G. y Pera i Isern, J. *Iesso I*. Barcelona, Patronat d'arqueologia de Guissona: 213-284.

C

Camarero, J. J.; Guerrero-Campo, J.; Gutiérrez, E. (1998). "Tree-ring Growth and Structure of *Pinus uncinata* and *Pinus sylvestris* in the Central Spanish Pyrenees" *Artic and Alpine Reserach* **30**(1): 1-10.

Campmajó, P. y Padró, J. (1978). "Els Ceretans" *II CIAPuigcerdà, (Puigcerdà, 1976)*. Puigcerdà: 189-120.

Carrión, Y. (2005). *La vegetación mediterránea y atlántica de la Península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas*. Valencia, Servicio de Investigación Prehistórica. Diputación Provincial de Valencia.

Carrión, Y. (2006). "Tres Montes (Navarra, Spain): Dendrology and wood uses in an arid environment" 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. y 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'Estanya*. Girona.

- Castro, P.; Lull, V.; Micó, R. (1995). "El C14 y la resolución de problemas arqueológicos. La conveniencia de una reflexión" *Revista d'Arqueologia de Ponent* **5**: 252-260.
- Castro, J.; Zamora, A.; Hódar, J.A. (2002). "Mechanisms blocking *Pinus sylvestris* colonization of Mediterranean mountain meadows." *Journal of Vegetation Science* **13**: 725-731.
- Catling, D.; Carter, G.; Gale, R.; Randall, P. (1990): *Identification of wood*. Summer Schools, 2-6 July 1990.
- Ceballos, C. (2002). "Ferrerías y abasto de madera. El tradicional proceso de elaboración del carbón vegetal en la Cantabria del Antiguo Régimen: el caso de Villaverde de Trucíos" *Altamira. Revista del Centro de Estudios Montañeses* **LV**: 133-162.
- Cerrato, A. (2002). "Carboneros de las sierras del sureste de Orense" *Revista de folklore* **22**(1): 123-132.
- 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
- Chabal, L. (1991). *L'homme et l'évolution de la végétation méditerranéenne, des ages des métaux a la période romaine : recherches anthracologiques théoriques, appliquées principalement a des sites du Bas-Languedoc*. Sciences et Techniques du Languedoc. Université Montpellier.
- Chabal, L. (1992). "La représentativité paléoécologique des charbon de bois archéologiques issus du bois de feu" *Bull. Soc. Bot. Fr, Actual. Bot.* **139** (2/3/4): 213-236.
- Chabal, L. (1994). "Apports récents de l'anthracologie à la connaissance des paysages passés: performances et limites" *Histoire et mesure*, **IX** (3/4): 317-338.
- Chabal, L. (1997). *Fôrets et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie*. Paris, Editions de la Maison des Sciences de l'homme.
- Chabal, L.; Fabre, L.; Terral J.-F.; Théry-Parisot, I. (1999) "La Anthracologie" Ferdière, A. (dir.) *La Botanique*. Paris, 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*. Perpignan, 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.
- Corillon, R. (1985-6). "Aspects généraux de l'évolution de la végétation régionale (forêts, bocage) depuis les défrichements du Moyen Âge" *Bulletin Moyenne-Sciences* **17-31**.
- Court-Picon, M. (2003). "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.

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)**: 13-40.

Court-Picon, M. (e.p.). "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*.

Crespo, C. ; Gassiot, E.; Jiménez, J.; Morell, N. (e.p.). *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).

D

Davasse, B. (1991). "Les espaces forestiers de la haute vallée du Vicdessos-Pyrénées ariégeoises: analyse écohistorique et étude des charbonnières" Gehu, J.M. (Ed.) *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts*. Cramer, Vaduz, Colloques Phytosociologiques **XX**: 306-314.

Davasse, B. (1992a). "Anthracologie et espaces forestiers charbonnés. Quelques exemples dans la moitié orientale des Pyrénées" *Actualités botaniques* **2/3/4**: 597-608.

Davasse, B. (1992b). "Aspects méthodologiques de l'Anthracologie des charbonnières. Histoire des forêts de la Vallée de Soulcem (Pyrénées Ariégeoises, France)" *Protoindustries et histoire des forêts, Les Cahiers de l'ISARD*. **3** : 207-221

Davasse, B. (2000). *Fôrets carboniers et paysans dans le Pyrénées à l'est du moyen âge à nos jours. Une approche géographique de l'histoire de l'environnement*. Tolosa, GEODE.

Davasse, B. y 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.

Davasse, B. y Galop, D. (1990). "Le paysage forestier du haut Vicdessos (Ariège): la évolution d'un milieu anthropisé" *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* **4(61)**: 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" *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 E sur l'environnement. Histoire de l'Environnement*. Toulouse Cedex, Université de Toulouse.

Dubois, C. (1992). "De la forêt au métal: premières données diachroniques et archéologiques en Ariège" *Protoindustries et histoire des forêts*, Les Cahiers de l'ISARD, 287-299.

Dubois, C. (1994). "Mines, Métallurgie et forêts dans les Pyrénées ariégeoises de l'Antiquité au Moyen Age" *Bull. de la Soc. De Géographie de Toulouse* **274** (93-94): 37-51.

Dubois, C. (2001). "L'impact métallurgique sur la forêt pyrénéenne: l'archéologie des charbonnières" Llovera, X. ; Ruf, M.A.; Yañez, C.C. *Actes del 6è Curs d'Arqueologia d'Andorra. La 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 charbonnée: questions et méthodes, illustrées par l'exemple du site de Lercoul (Ariège)" *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)" Richard, H. y Vignot, A. D. (eds) *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. Besançon, Presses Universitaires Frac-Comtoises **730**: 413-422.

Dufraisse, A. (2006). "Charcoal anatomy, wood diameter and radial growth" Dufraisse, A. *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.

Durand, A. (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.

Durand, A. (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 siècle)*. Académie d'Aix-Marseille. Aix Marseille I, Université de Provence.

Durand, A. y Leveau, P. (2004). "Farming in mediterranean France and rural settlement in the late roman and early medieval periods. The contributions from archaeology and environmental sciences in the last twenty years (1980-2000)" Barceló, M. y Sigault, F. *The making of feudal agricultures*. Leiden, Boston: 177-253

Durand, A. y 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 Age (VIIIe siècle-époque moderne)* Université de Provence et laboratoire d'archéologie médiévale méditerranéenne. Inédito.

E

Ejarque, A. (2006). *Evolución paleoambiental y ritmos de antropización del Vall del madiu-perafita-Claror (Andorra) a partir del estrudio polínico del Stany Blau (2.471m)*. D.E.A. ICAC. Tarragona, Universidad Rovira i Virgili.

Esteban, A. (Coord.) (2003). *La humanización de las altas cuencas de la Garona y las Nogueras (4500 a.C.-1955 d.C.)*. Madrid, Naturaleza y Parques Nacionales.

Espejo Serrano, R. (1997): "El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo: implicaciones en la desertificación" Ibáñez Estévez, J.J.; Valero Garcés, B.; Machado, C. *El entorno mediterráneo y la desertificación: Tendencias pasadas y futuras*: 161-186.

Euba, I. (2005). *Propuestas metodológicas y resultados preliminares sobre el estudio de carboneras y estructuras de pastoreo en el Vall de la Vansa (Vansa i Fórnsols i Josa-Tuixén; Sierra del Cadí) y el Vall del Madriu (Andorra) a través de la Antracología*. D.E.A. Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Història i Geografia.

Euba, I. y Allué, E. (2003). "Análisis antracológico de una acumulación de carbones en la villa romana del Moro (Torredembarra, Tarragona)" *Butlletí Arqueològic Reial Societat Arqueològica Tarragonense* **25**: 89-106.

F

Fabre, L. (1996). *Le charbonnage historique de la chêtiane à Quercus ilex L. (Languedoc, France): conséquences écologiques*. Université de Montpellier II. Sciences et techniques su Languedoc.

Figueiral, I. y Carcaillet, C. (2005). "A review of Late Pleistocene and Holocene biogeography of highland Mediterranean pines (*Pinus* tipe *sylvestris*) in Portugal, based on wood charcoal" *Quaternary Science Reviews* **24**: 2466-2476.

Figueiral, I. y Mossbrugger, V. (2000). "A review of charcoal análisis 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). "Etude sur les flores de l'Aube et de l'Yonne" *Mémoires de la société Académique de l'Aube* **62**

Fliche, P. (1899). "Le pin sylvestre (*pinus silvestris* L.) dans les dépôts 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.

Font Tullot, I. (1988). *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas*. Madrid, Instituto Nacional de Metereología.

Foreman, R.T.T. y Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York, John Wiley.

Forés Gómez, A.; Gassiot Ballbé, E.; Oltra Puigdoménech, J. (2002). "Mes enllà de la transhumància: mineria i metal·lúrgia antiga a l'alta muntanya del Pallars Sobirà." *Ier 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 capitaliste en pays de Sault sous l'Ancien Régime vers 1670-1791*. Toulouse, CNRS.

G

- 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 Toulouse II.
- Galop, D.; Mazier, F.; López-Saez, J.A.; Vannièrre, B. (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.; Guindeo Casaus, A.; Peraza Oramas, C. de Palacios de Palacios, P.; Lázaro Durán, I.; González Fernández, L. (2002). *Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie*. Madrid, Coedición Fundación del Valle Salazar- Ediciones Mundi-Prensa.
- Gardes, P. (2001). "La problématique de la transhumance protohistorique. L'exemple des Pyrénées occidentales" Gómez-Pantoja, J. *Los rebaños de Gerión. Pastores y transhumancia en Iberia antigua y medieval*. Madrid, Casa de Velázquez. École des Hautes Études Hispaniques. **73**: 279-311.
- Gascón, C. (2006). "Resultat de l'estudi de les fonts documentals" 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, DG de Recerca, Generalitat de Catalunya.
- Gascón, C. (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, DG de Recerca, Generalitat de Catalunya.
- Gassiot, E. y J. Jiménez (2006). "El poblament prefeudal de l'alta muntanya dels Pirineus occidentals catalans (Pallars Sobirà i Alta Ribagorça)" *Tribuna d'arqueologia*. N° **2004-2005**: 89-122.
- Godwin, H. y Tansley, A.G. (1941). "Prehistoric charcoals as evidence of former vegetation, soil and climate" *Journal of Ecology* **29** (1): 117-126.
- Gómez Ortíz, 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" Perlin, J. *Historia de los bosques. El significado de la madera en desarrollo de la civilización*. Madrid, Gaia. Proyecto 2050: 430-480.
- González-Sampéris, P.; Valero-Garcés, B.L.; Moreno, A.; Jalut, G.; García-Ruiz, J.M.; Martí-Bono, C.; Delgado-Huertas, A.; Navas, A.; Otto, T.; Dedoubat, J.J. (2006). "Climate variability in the Spanish Pyrenees during the last 30.000 yr revealed by the El Portalet sequence" *Quaternary Research* **66**: 38-52.
- Gorzynski, T. y Molski, B. (1969). "Anatomical changes of commonly used wood species from archaeological excavation" *Archaeol. Polona* **XI**: 147-171.

- Grande Ibarra, J. (1997). "La trashumancia a las puertas del siglo XXI" *Zainak* **14**: 367-373.
- Grau, E. (1990). *El uso de la madera en yacimientos valencianos de la edad del bronce a la época visigoda. Datos etnobotánicos y reconstrucción ecológica según la antracología*. Tesis Doctoral. Valencia: Dept. Geografía e Historia Universidad de Valencia.
- Grau, E. (2002). "El paisaje vegetal de la Valentia romana" 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 xyotomy*. Budapest, Akademiai Kiado.
- Guerra, J. (2001). "La acción humana, el paisaje vegetal y el estudio biogeográfico." *Boletín de la A.G.E.* **31**: 47-60.
- Guerrero-Campo, J.; Camarero, J.J.; Gutiérrez, E. (1998). "Crecimiento estacional y caída de acículas en *Pinus sylvestris* y *P. uncinata*" *Invest. Agric.: Sist. Recur. For.* **7** (1 y 2): 155-172.
- Guilaine, J. (1991). *Pour une archéologie agraire. À la croisée des sciences de l'homme et de la nature*. Paris, Armand Colin.
- Guilaine, J y Martzluff, M. (1995). *Les excavacions a la Balma de la Margineda (1979-1991). Monografia del jaciment*. Andorra, Govern d'Andorra.
- Gutiérrez-Elorza, M. y Peña-Monné, J. L. (1998). "Geomorphology and late Holocene climatic in Northeastern Spain" *Geomorphology* **23**: 205-217.
- Gutiérrez i Perearnau, C. (1996). *El carboneig. L'exemple del Montseny*. Barcelona, Alta Fulla.

H

- 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)" Clemente Rarios, J. (ed.) *El medio natural en la España Medieval. Actas del I congreso sobre ecohistoria e historia medieval*: 317-334
- Hass, J.N. y Schweingruber, F.H. (1994). "Wood-anatomical evidence of pollarding in ash stems from the Valais" *Dendrochronologia* **11**: 35-43
- Hastorf, C.A. y Popper, V.S. (1988). *Current Paleoethnobotany Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*. Chicago and London, University of Chicago Press.
- Hather, J.G. (2000). *The identification of the Northern European Woods. A guide of archaeologists and conservators*. London, Archetype Publications.
- Heinz, C. (1990). *Dynamique des végétations holocenes en méditerranée nord occidentale d'après l'antracoanalyse de sites préhistoriques: méthodologie & paleoecologie*. Montpellier, Paleobiologie Continentale **XVI**, n° 2.

Heinz, C. (1996). "Les transformations du paysage végétal pyrénéen au cours de l'épépaleolithique et du mésolithique" Bintz, P. y Thérevin, A. *L'Europe des derniers chasseurs. Epépaleolithique et Mésolithique. Actes du 5e Colloque International UISPP. Commission XII. Grenoble, 18-23 Septembre 1995*. Paris, CTHS.

Heinz, C. y Barbaza, M. (1998). "Environmental changes during the Late Glacial and Post-Glacial in the central Pyrenees (France): new charcoal analysis and archaeological 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. y Orton, C. (1976). *Spatial analysis in archaeology*. Cambridge-London-New York-New Rochelle-Melbourne-Sidney, Cambridge University Press.

Hoz, J. (1995). "El poblamiento antiguo desde el punto de vista lingüístico" *Muntanyes i població*. Andorra.

I

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. (1992a). "L'art du charbonnier: contribution ethnobotanique et geographico-historique a l'étude des paysages metallurgiques d'après l'anthracanalyse des charbonnières" *Bulletin Société botanique de France* **139** Actual. bot. (2/3/4) : 587-596.

Izard, V. (1992b). "La typologie des carbonnières: méthode d'inventaire pour l'étude diachronique du charbonnage" Metaillié, J.-P. (Coord.) *Protoindustries et histoire des forêts*, Toulouse, Cahiers de l'ISARD : 223-235.

Izard, V. (1995). "Le charbonnage des forêts dans la vallée de la Lentilla. paléométallurgique, anthracologie et histoire de l'environnement (Conflent, Pyrénées-Orientales)" *La farga catalana en el marc de l'arqueologia siderúrgica*. E. Tomàs i Morera. Andorra la Vella, Govern d'Andorra. Ministeri d'Afers Socials i Cultura: 177-195.

J

Jalut, G. (1977). *Végétation et Climat des Pyrénées méditerranéennes depuis quinze mille ans*. Tesis Doctoral. École des Hautes Études en Sciences Sociales. Toulouse.

Jalut, G.; Esteban, A. ; Riera, S. ; Fontugne M. ; Mook, R. ; Bonnet, L. ; Gauquelin, T. (1997). "Holocene climatic changes in the western Mediterranean: installation of the mediterranean climate." *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* **324**: 327-334.

Jalut, G. ; Esteban-Amat, A. ; Bonnet, L. ; Gauquelin, T. ; Fontugne, M. (2000). "Holocene climatic changes in the Western Mediterranean from south-east France to south-east Spain." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **160**: 255-290.

Julià, R.; Riera, S.; Burjachs, F. (2001). *Holocene short events in the Iberian Peninsula based on pollen records*. 3rd Workshop of the Southern European Working Group of the European Lake Drilling Programme. ELDP, Girona.

K

Kim, N.-H. y Hanna, R.B. (2006). "Morphological characteristics of *Quercus variabilis* charcoal prepared at different temperatures" *Wood Sci Technol* **40**: 392-401.

Krauss-Marguet, I. (1981). "Analyse anthracologique du gisement postglaciaire de la Poujade (Millau, Aveyron)" *Paléobiologie continentale* **XII** (1) : 93-110.

L

Laederich, L. y Thiébaud, S. (2004). "L'apport des végétaux par l'homme pour la nourriture du troupeau au Néolithique" Boëtsh, G. y Cortot, H. (Dir.) *Plantes qui nourrissent, plantes qui guérissent dans l'espace alpin*. GAP Cedex, Editions de la Librairie des Hautes-Alpes: 31-45.

Laubenheimer, F. (2000). *Gallia. Archéologie de la France antique. Mines et métallurgies en Gaule*. CNRS. Paris. **57**

Leveau, P. (2003). "La période romaine dans les Alpes occidentales. Un bilan des recherches" Boëtsh, G.; Devriendt, W.; Piguel, A. *Permanence et changements dans les sociétés alpines*. Aix-en-Provence, Edisud: 31-56.

Leveau, P. (2004). "Rome et la montagne: les Alpes occidentales, une étude de cas" Léveque, M. y Hermon, E. *Espaces intégrés et ressources naturelles dans l'Empire romain*. Beçanson, Actes Coll. Univ. Laval- Québec (5-8 mars 2003). Inst. Sc. et Techn. de l'Ant. Presses universitaires de Franche-Comté: 153-164.

Leveau, P. (2005). "L'Archéologie du Paysage et l'Antiquité Classique" *Agri Centuriari. An International Journal of Landscapes Archeologie* **MMVI**: 9-24.

Leveau, P. (2006). "Entre la plaine de la Crau et le massif des Écrins, la question du pastoralisme romain" Jourdain-Annequin, C. y Duclos, J.-C. *Aux origines de la transhumance. Les Alpes et la vie pastorale d'hier à aujourd'hui*. Paris, Picard: 205-221.

Leveau, P. y 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. (1986). "La Feixa del Moro (Juberri) i el Neolític Mig-Recent a Andorra" *Tribuna d'Arqueologia*: 15-24.

Llovera, X. (1987). "La transició de la edat del bronze a la del ferro en Andorra" *Butlletí del Comité Andorrà de Ciències Històriques* **2**:15-42.

Llovera, X.; Bosch, J.M.; Ruf, M^a.A.; Solé, X.; Vila, A. (Coord) (1997). *Roc d'Enclar. Transformacions d'un espai dominant. Segles IV-XIX*. Andorra, Ed. 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 6e curs d'arqueologia d'Andorra 2000. Andorra, Patrimoni Cultural d'Andorra. Àrea de Recerca Històrica.

Lluís, J. (1994). *Records de la meua vida de pastor*. Tremp, Garsineu edicions.

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*. D.E.A. Académie de Montpellier. 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" 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.

M

Magny, M. ; de Beaulieu, J.-L. ; Drescher-Schneider, R. ; Vannièrre, B. ; Walter ; Simonnet, A.-V. ; Miras, Y. ; Millet, L. ; Bossuet, G. ; Peyron, O. ; Brugiapaglia, E. ; Leroux, A. (2007). "Holocene climate changes in the central Mediterranean as recorded by lake-level fluctuations at Lake Accesa (Tuscany, Italy)." *Quaternary Science Reviews* **26**: 1736-1758.

Magnin, M. D. (2004). *Le fer*. Archéologiques. Paris. Ed. Errance.

Marguerie, D. y 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 metal·lúrgica a les Valls d'Andorra" Tomàs i Morara, E. *La farga catalana en el marc de la arqueologia siderúrgica*. Andorra, 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. y Gómez, A. (2004). "La Pequeña Edad del Hielo en Andorra: episodios morfogénicos 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. y Fabre L. (1998). "Une forge tardive (fin IVe - Ve s.) sur le site de la Ramière (Roquemaure, Gard)" Feugère M. y Serneels V. (Dir.) *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*. Montagnac, Editions M. Mergoïl, Monographies Instrumentum **4**: 210-221.

Mercadal, O. y Olesti, O. (2001). "Territorios marginales y romanización: las transformaciones del paisaje ceretano en época antigua" 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.

Metailié, J.P. (1993). "La forêt charbonnée. Histoire des forêts et impact de la métallurgie dans les Pyrénées ariégeoises au cours des deux derniers millénaires" *Actes du programme scientifique et du colloque de mars 1991 sur l'histoire de l'environnement et des phénomènes naturels*: 251-258.

Miralles, F. (2000). *La transhumancia en Cataluña*, <http://ww2grn.es/fmirall/librein.htm>.

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*. Université de Franche-Comté. Sciences de la vie. Besançon cedex.

Miras, Y., Ejarque, A., Riera, S., Palet, J.M., Orengo, H. y Euba, I. (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 (2180 m, Vall del Madriu, Andorre)" *Paléontologie humaine et préhistoire* 6 (4) : 291-300

Miras, Y.; Ejarque, A.; Riera, S.; Palet, J.M. (e.r.). "Holocene paleoenvironmental changes and human shaping of high mountain landscape in the Eastern Pyrenees (Madrid valley, Andorra): a non-pollen palynomorph contribution" *Vegetation history and archaeobotany*.

Mocci, F.; Palet, J.M.; Segard, M.; Tzortziz, S.; Walsh, K. (2005). "Peuplement, pastoralisme et modes d'exploitation de la moyenne et haute montagne depuis la préhistoire dans le parc national des Écrins" Bouet, A. y Verdin, F. *Territoires et Paysages de l'âge du Fer au Moye-Âge-Mélanges offerts à Philippe Leveau*. Burdeus, Ausonius: 197-212.

Molist, M.; Burjachs, F.; Piqué, R. (2003). "Paisatge, territori i hàbitat als vessants meridionals dels Pirineus, en el III mil·leni" Mercadal i Fernàndez, O. (Coord.) *XII Col·loqui Internacional d'arqueologia de Puigcerda. 10-12 de novembre del 2000. Pirineus i veïns al 3er mil·leni a.C. De la fi del neolític a l'edat del bronze antic entre l'Ebre i la Garona*. Institut d'estudis ceretans. Puigcerdà: 179-198.

Morell, N. (2006). *El Serrat dels Tres Hereus (Casseres-Avià, Berguedà): estudi arqueometal·lúrgic*. DEA, ICAC, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.

Muntañola, M. (1997). *Guia dels fongs microscòpics*. Barcelona, Pòrtic Natura.

N

Nakagawa, T. (1998). *Études palynologiques dans les Alpes françaises centrales et méridionales : histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène*. Tesis Doctoral. Université d'Aix Marseille III, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme.

O

Orejas, A. (1995). "Arqueología del paisaje: de la reflexión a la planificación" *Archivo Español de Arqueología* **68**: 215-224.

Orejas, A.; Plácido, D.; Sánchez-Palencia, F.-J.; Fernández-Posse, M.D. (1999). "Minería y metalúrgia. De la Protohistoria a la España romana." *Stvd. hist., Hª antig.* **17**: 263-298.

Orejas, A. y Sánchez-Palencia, F.J. (2002). "Mines, Territorial Organization, and Social Structure in Roman Iberia: Carthago Noua and the Peninsular Northwest" *American Journal of Archaeology* **106**: 581-599.

Orengo, H. (2007). *Dinámicas históricas de ocupación y explotación de un paisaje altimontano: los valles de Perafita y Claror (Andorra)* D.E.A. ICAC. Tarragona, Universidad Rovira i Virgili.

P

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.

Palet, J. M. (2005a). "Pasturatges d'estiu al Champsaur (Alp del Sud, França) de la prehistòria a l'època medieval: "signes" arqueològics i dinàmica territorial" Riera, S. y Julià Bruguers, R. *Una aproximació transdisciplinària a 8.000 anys d'història dels usos del sòl. I Seminari de la xarxa temàtica de paisatges culturals i història ambiental*. Monografies **5**: 75-86. Universitat de Barcelona.

Palet, J. M. (2005b). *Memòria de les prospeccions arqueològiques a la Vall del Madriu. Campanya del 2004. Memòria final de les intervencions arqueològiques*. Servei de Recerca Històrica. Govern d'Andorra.

Palet, J.M. (2005c). *Informe preliminar de la intervenció arqueològica al jaciment del Goleró (La Vansa- Fòrnols, Alt Urgell)*. 2005. Barcelona, DG Patrimoni Cultural, Generalitat de Catalunya.

Palet, J.M. (2005d). *Informe preliminar de la intervenció arqueològica al jaciment de Cernerres (Josa i Tuixén, Alt Urgell)*. 2005. Barcelona, DG Patrimoni Cultural, Generalitat de Catalunya.

Palet, J.M. (2006a). *Memòria de les intervencions arqueològiques a la vall del Madriu (Andorra). Intervencions del 2005. Memòria final de les intervencions arqueològiques*. Andorra, Servei de Recerca Històrica.

Palet, J.M. (2006b). *Memòria final de les prospeccions arqueològiques a la Serra del Cadí – La Vansa, 2004-2005*. Barcelona, DG Patrimoni Cultural, Generalitat de Catalunya.

Palet, J.M. (2006c). *Informe preliminar de la intervenció arqueològica al jaciment de Goleró (La Vansa – Fòrnols, Alt Urgell)*. 2006. Barcelona, DG Patrimoni Cultural, Generalitat de Catalunya.

Palet, J.M. (2006d). *Informe preliminar de la intervenció arqueològica als jaciments de Pradell i de les Carboneres (La Vansa – Fòrnols, Alt Urgell)*. 2006. Barcelona, DG Patrimoni Cultural, Generalitat de Catalunya.

Palet, J.M. (2006e). *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.

Palet, J.M. (2007a). *Memòria de les intervencions arqueològiques a la vall del Madriu (Andorra). Intervencions del 2006. Memòria final de les intervencions arqueològiques*. Andorra. Servei de Recerca Històrica.

Palet, J.M. (2007b). *Informe preliminar de la intervenció arqueològica al jaciment del Goleró (la Vansa – Fórnols, Alt Urgell)*. Barcelona, DG Patrimoni Cultural, Generalitat de Catalunya.

Palet, J.M. (2007c). *Memòria de les prospeccions arqueològiques a la vall de la Vansa i Serra del Cadí (La Vansa i Fórnols- Josa Tuixén, Alt Urgell). Campanyes de 2004 i de 2005*. Barcelona, DG Patrimoni Cultural, Generalitat de Catalunya.

Palet, J.M. (2008). *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, DG Patrimoni Cultural. Generalitat de Catalunya.

Palet, J.M. (e.p.). "Expansión de la ganadería y dinámica territorial durante la Antigüedad tardía en Cataluña: aportaciones desde la arqueología del paisaje" *Actas del IV Congreso de Arqueología Peninsular. Faro, 2004*.

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. y 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)" *Archeologie Medievale* **XXI**: 517-540.

Palet, J.M. y 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" Ñaco, T.; Olesti, O.; Prieto, A. (Eds.) *Análisis paleoambientals i estudi del territori*: 101-117.

Palet, J.M.; Riera, S.; Miras, Y.; Ejarque, A.; Euba, I (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.; Ejarque, A.; Miras, Y.; Riera, S.; Euba, I.; Orenge, H. (e.p.). "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*

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*. Tesis Doctoral. Departament de Geografia. Bellaterra (Cerdanyola del Valles), Universitat Autònoma de Barcelona.

Pèlachs, A.; Soriano, J. M.; Esteban, A.; Piqué, R.; Matamala, N. (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.; Iborra Eres, M.P.; Haro Pozo, S.; Grau Almero, E. (2001). "Medio ambiente, agricultura y ganadería en el territorio "Kelin" en época ibérica" 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)" *Rubicatum* **1**: 57-63.
- Piqué, R. (1999a). "Quantification in archeobotany: charcoal analysis and fire-wood management" Barcelo, J.; Briz, I.; Vila, A. *New techniques for Old Times. Computer Applicattions in Archaeology. BAR International Series* **757** : 189-200.
- Piqué, R. (1999b). "La gestión de los recursos leñosos en la Cova des Càrritx" Lull, V.; Micó, R.; Rígete, C.; Risch, R. *Ideología y Sociedad en la Prehistoria de Menorca. La Cova des Càrritx y La Cova des Mussol*. Barcelona, Consell Insular de Menorca, Ajuntament de Ciutadella, Fundació Rubió Tudurí-Andrómaco: 489-520.
- Piqué, R y Barceló, J.A. (2002). "Firewood management and vegetation changes: a statistical analysis of charcoal remains from Holocene sites in the north-east Iberian Peninsula" Thiébault, S. (Ed.). *Charcoal Analysis. Methodological approaches, palaeocological results and wood users*. Proceedings of the Second International Meeting of Anthracology, BAR International Series 1063: 1-7.
- Play Serveis La Bisbal. (1990). *Carboners de les Gavarres*. Video.
- Pla, S. y Catalan, J. (2005). "Chrysophyte cysts from lake sediments reveal the submillennial winter/spring climate variability in the northwestern Mediterranean region throughout 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 Mellinhausen* **19** OsnMitt.
- Py, V. y Ancel, B. (2006). "Archaeological experiments in fire-setting: protocol, fuel and anthracological approach" *Charcoal Analysis: New Analytical Tools and Methods for Archaeology. Papers from the Table-Ronde held in Basel 2004*. Dufraisse, A. (Ed.) BAR International Series. **1483**: 71-82.

R

- Rackham (1976). *Trees and woodland in the British landscape*. London, Dent.
- Ramos i Riera, E. (2002). "Els oficis perduts dels bosquerols de les Guílleries." *Revista d'etnologia de Catalunya* **20**: 162-173.
- Rendu, C. (1985). *Pâturages et bois en Cerdagne du XI^o au XIV^o siècles*. Maîtrise. Montpellier,. Université P. Valéry.

Rendu, C. (1987). "Quelques jalons pour une histoire des forêts en Cerdagne: le massif d'Osseja entre 1030 et 1430" *Etudes Roussillonnaises offertes à Pierre Ponsich*: 245-251.

Rendu, C. (1998). "La question des *orris* à partir des fouilles archéologiques de la montagne d'Enveig (Cerdagne): état des recherches et éléments de réflexion" Rousselle, A. y Marandet, M.C. *Le paysage rural et ses acteurs. Première tournée d'étude du Centre de Recherches Historiques sur les Sociétés Méditerranéennes*. Perpignan, Colletion Études: 245-277.

Rendu, C. (2003a). *La montagne d'Enveig. Une estive pyrénéenne dans la longue durée*. Canet, Trabucaire.

Rendu, C. (Coord). (2003b). "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 Médiéval. Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes* **21**.

Rendu, C. (2003c). "Pistes et propositions pour une archéologie de l'estivage, à partir d'une expérience dans les Pyrénées de l'Est." *Archéologie du Midi Médiéval* **21**: 147-157.

Rendu, C.; Campmajo, P.; Davasse, B.; Galop, D. (1995). "Habitat, environnement et systèmes pastoraux en montagne: acquis et perspectives de recherches a partir de l'étude du territoire d'Enveig" *X Col.loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*: 661-673.

Rendu, C. ; Campmajo, P. ; Davasse, B.; Galop, D. ; Evin, J. ; Fontugne, M. (1998). "Archéologie pastorale et histoire de l'environnement en haute montagne: l'apport des datations radiocarbone" *Actes du colloque "C14 Archéologie"*: 411-417.

Rico, Ch. (1997). *Pyrénées romaines. Essai sur un pays de frontière (III^e siècle av. J.-C.- IV^e siècle ap. J.-C.* Madrid, Bibliothèque de la Casa Velazquez **14**

Rico, Ch. y Llovera, X. (1990). "Apunts per a l'estudi de la romanització i del poblament d'època romana" *Butlletí del Comité Andorrà de Ciències Històriques* **III**: 23-38.

Riera, S. (1995). *Evolució del paisatge Vegetal Holocé al Pla de Barcelona a partir de les dades pol·líniques*. Tesis Doctoral. Barcelona, Universitat de Barcelona. Colección de Tesis micrifichadas 2525.

Riera, S. (2006). "Cambios vegetales holocenos en la región mediterránea de la Península Ibérica: ensayo de síntesis." *Ecosistemas* **1**: 1-14.

http://www.revistaecosistemas.net/index_frame.asp?pagina=http%3A/www.revistaecosistemas.net/articulo.asp%3FId%3D401%26Id_Categoria%3D2%26tipo%3Dportada

Riera, S. y Esteban, A. (1994). "Vegetation history and human activity during the last 6000 years on the central catalan coast (northeastern Iberian Península)" *Vegetation History and Archaeobotany* **3**: 7-23.

Riera, S. y 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 Congrès d'Història del Pla de Barcelona. Ponències i Comunicacions* **1**: 49-70.

- Riera, S.; Wansard, G.; Julià, R. (2004). "2000-year environmental history of a karstic lake in the Mediterranean Pre-Pyrenees: the Estanya lakes (Spain)." *Catena* **55**: 293-324.
- Riera, S. y 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" *Una aproximació transdisciplinària a 8.000 anys d'història dels usos del sòl. I Seminari de la xarxa temàtica de paisatges culturals i història ambiental*. Riera, S. and Julià, R. Bruguers, SERP. **5**: 55-74.
- Riu, M. (1995a). "El poblament dels Pirineus, segles VII-XIV" Bertranpetit, J. y Vives, E. *Muntanyes i Població. El passat dels Pirineus des d'una perspectiva multidisciplinària*. Andorra la Vella, Centre de Trobada de les Cultures Pirinenques: 195-218.
- Riu, M. (1995b). "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. y Wandsnider, L. (Ed.) (1992). *Space, Time, and Archaeological Landscapes*. Serie: Interdisciplinary Contributions to Archaeology, New York, Plenum Press.
- Ros Mora, M. T. (1995). "Datos antracologicos sobre la diversidad paisajistica de Catalunya en el Neolítico." *Rubicatum* **1**: 43-56.
- Ruiz, G. y Burillo, F. (1988). "Metodología para la investigación en Arqueología Territorial" *Munibe supl.* **6**: 45-64.
- Ruf, M. A.; Yáñez, C.; Solé, X.; Vila, T.; Llovera, X.; Bosch, J.M. (1996-1997). "El Roc d'Enclar (Andorra). Canvis i Relacions d'una comunitat rural del Pirineu Oriental entre els segles IV i VIII" *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins* **XXXVII**: 1131-1141.

S

- Sada, P. (2004). *Tàrraco i l'aigua*. Tarragona, Museu Nacional Arqueològic de Tarragona.
- Salisbury, E. J. y Jane, F.W. (1940). "Charcoals from maiden castle and their significance in relation to the vegetation and climatic conditions in prehistoric times" *The journal of ecology* **28**: 310-325.
- Sánchez-Palencia, F.J.; Orejas, A.; Sastre, I.; Pérez García, L.C. (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.
- Sánchez Sanz, M. E. (1982). "Rasgos del carbonero pacense" *Narria* **25-26**: 8-9.

Sancho, M. (2000). Production de fer au Moyen Âge: les forges au sud des Pyrénées catalanes, IXe-XIIIe siècle. Pétrequin, P.; Fluzin, P.; Thiriot, P.; Benoit, P. *Art du feu et productions artisanales. XXe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Antibes, APDCA: 73-86.

Sands, R. (1997). *Prehistoric Woodworking. The Analysis and Interpretation of Bronze and Iron Age Toolmarks*. London, Institut of Archaeology. University College London.

Santa, S. y 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*. Tesis Doctoral. Montpellier, Université Montpellier II. Sciences et Techniques du Languedoc.

Schweingruber, F.H. (1978). *Tree Rings*. Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic Publishers.

Schweingruber, F.H. (1990a). *Anatomie europäischer Hölzer. Ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer./ Anatomy of European woods. An Atlas for the identification of European trees, shrubs and dwarf shrubs*. Stuttgart, Verlag, Paul Haupt.

Schweingruber, F.H. (1990b). *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.

Schweingruber, F. H. (1996). *Tree Rings and Environment Dendroecology*. Berne, Stuttgart, Viena, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL/FNP, Birmensdorf.

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)*. Tesis Doctoral. U.F.R. Civilisations et Humanités. Centre Camille Jullian. Aix-en-Provence, Université Aix-Marseille I - Université de Provence.

Segard, M.; Walsh, K.; Court-Picon, M.; Palet, J.M.; Mocci, F. (2003). "L'occupation de la haute montagne dans les Alpes occidentales. Apport de l'archéologie et des analyses paléoenvironnementales" 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.

Serrano Blanco, J. A. (1987). "Los carboneros de Zahinos" *Revista de folklore* **7**(1): 194-196.

Smart, T.L. y Hoffman, E.S. (1988). "Environmental interpretation of archaeological Charcoal" Hastorf, C.A. y Popper, V. *Current Paleoethnobotany. Analytical methods and cultural interpretations of archaeological plant remains*. S. Chicago, University of Chicago Press: 167-205.

Solà, J. (2003). *La muntanya oblidada. Economia tradicional, desenvolupament rural i patrimoni etnològic al Montsec* **7** Temes d'Etnologia de Catalunya. Cultura Tradicional. Barcelona.

Solé, L. D. (1964). *Geografía de Catalunya*. Barcelona, Aedos.

Soto, M.A. (1995). "Cuando el monte se quema. El carboneo en los montes de Retuerta (Burgos) " *Revista de folklore* **180**: 207-211

Stieber, J. (1967). "Histoire de la vegetation du Pleistocene superieur en Hongrie a la lumiere des resultats anthracologiques obtenus jusqu'el 1957" *Földtani Hözlöng* **XCVII** (5): 308-317.

Strabo. 1960. "Book III, Cap III, 1-8 y Cap IV, 1-20" *The Geography of Strabon. With an english translation by Horace Leonard Jones* **II**: 61-123. London, Cambridge, Massachusetts: William Heinemann, Harvard University Press.

Stuiver, M.; Reimer, P.J.; Reimer, R. (2005). *CALIB Radiocarbon Calibration (HTML Version 5.0)*. <http://radiocarbon.pa.qub.ac.uk/calib>

T

Talon, B.; Carcaillet, C.; Thimon, M. (1998). "Études pédoanthracologiques des variations de la limite supérieure des arbres au cours de l'Holocene 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*. Academie de Montpellier. Montpellier, Université de Montpellier II- Sciences et Techniques du Languedoc.

Terral, J.F. y 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 déformations anatomiques des charbons de bois: Implications archéologiques (Sites des canalettes et des Usclades, Aveyron)*. D.E.A. Environnement et Arqueologie, Université de Paris.

Théry-Parisot, I. (1998). *Economie du combustible et Paléocologie en contexte glaciaire et périglaciaire, Paléolithique moyen et supérieur du sud de la France. Anthracologie, Experimentation, Taphonomie*. Tesis Doctoral. Environnement et Archéologie. Paris Academie de Paris. Université de Paris I Panthéon-Sorbonne.

Théry-Parisot, I. (2001). *Économie des combustibles au Paléolithique. Éxperimentation, taphonomie, anthracologie*. Paris, Centre National de la Recherche Scientifique. Centre d'études Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge.

Thiébaud, S. (1988). *L'homme et le milieu végétal. Analyses anthracologiques de six gisements des Préalpes au Tardi- et au Postglaciaire* **15**, Paris, Documents d'Archéologie Française. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.

Thiébaud, S. (1994). "L'exploitation des hautes terres: l'exemple des prealpes sud-occidentales françaises - L'apport de l'anthracologie" Biagi, P. y Nandris, J.E. *Highland Zone Exploitation in Southern Europe*. **20**: 73-93.

Thiébaud, S. (2005). "L'apport du forrage d'arbre dans l'élevage depuis le Néolithique" *Anthropozoologica* **40**(1): 95-108.

Thiébaud, S. (2006). "Wood-anatomical evidence of pollarding in ring porous species: a study to develop?" 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.

Thiebault, S. y Bintz, P. (1997). "Les grottes du Vercors et des massifs subalpins. Relations homme et milieu végétal" Bravard, J.P. y Prestreau, M.C. *Dynamique du paysage. Entretiens de géoarchéologie. Table ronde tenue à Lyon les 17 et 18 Novembre 1995*. Lyon, Service régional d'archéologie en Rhône-Alpes **15**: 23-38.

Thinon, M. (1992). *L'analyse pedoanthracologique. Aspects méthodologiques et applications*. Tesis Doctoral. Faculte des sciences et techniques de Saint-Jerome. Marseille, Universite de droit, d'economie et des sciences d'Aix-Marseille.

Thompson, G.B. (1994). "Wood charcoals from tropical sites: a contribution to methodology and interpretation" Hather, J.G. *Tropical Archaeobotany Applications and new developments. One world Archaeology*. Routledge, London & New York **22**: 9-33.

U

Urteaga, M.; Crew, P.; Fluzin, Ph., Herbach, R.; Dillmann Ph. (2000). "Restitution ethnoarchéologique et conduite des procédés. Forges d'Agorrege, Pays basque, Espagne" Pétrequin, P.; Fluzin, P.; Thiriote, P. ; Benoit, P. *Arts du feu et productions artisanales. XXe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Antibes, APDCA: 53-72.

V

Vernet, J.L. (1973). "Étude sur l'histoire de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire, d'après les charbons de bois principalement" *Paléobiologie Continentale* **IV** (1): 1-90.

Vernet, J. L. (1997). *L'Homme et la forêt méditerranéenne de la Préhistoire à nos jours*. Paris, Errance.

VIBRIA del Canal 33 (1992). *El carbó vegetal (1a y 2a part)*. Video

Vigo, J. (1976). *L'Alta Muntanya Catalana. Flora i Vegetació*. Barcelona, Editorial Montblanc-Martin.

Vigo, J.; Soriano, I.; Aymerich, P.; Carrillo, E.; Font, X.; Masalles, R.M.; Ninot, J.M. (2003). *Flora del Parc Natural del Cadí-moixeró i de les serres veïnes (Prepirineus orientals ibèrics)* **1**. Institut de Cultura de Barcelona, Ajuntament de Barcelona.

Vilalonga, M. (1995). "Els Pirineus en els clàssics llatins i grecs." Beltranpetit, J. y Vives, E. *Muntanyes i Població. El Passat dels Pirineus des d'una perspectiva multidisciplinària.*, Centre de Trobada de les Cultures Pirinenques Andorra la Vella: 145-149.

Violant i Simorra, R. (1986). *El Pirineo español. Vida, usos, costumbres, creencias y tradiciones de una cultura milenaria que desaparece*. Barcelona, Editorial Alta Fulla.

Violant i Simorra, R. (2001). *La vida pastoral al Pallars*. Tremp, Garniseu.

Vita Finzi, C. y Higgs, E.S. (1970). "Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine" *Proceedings of the Prehistoric Society* **36**: 1-37.

W

- Wagstaff, J.M. (1985). *Landscape & Culture. Geographical & Archeologie Perspectives*. Oxford, Basil Blackwell: 173-192.
- Walsh, K. (1999). "Mediterranean Landscape Archaeology and Environmental Reconstruction" Leveau, P.; Trément, F.; Walsh, K. y Barker, G. *Environmental Reconstruction in Mediterranean Landscape Archaeology*. Oxford, Oxbow Books **2**: 1-8.
- Walsh, K. (2005). "Risk and marginality at high altitudes: new interpretations from fieldwork on the Faravel Plateau, Hautes-Alpes" *Antiquity* **79**(304): 289-305.
- Walsh, K.; Mocci, Fl.; Court-Picon, M.; Tzortzis, S.; Palet, J.M. (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 Alps (Parc National des Ecrins (Hautes-Alpes (05)))" *Preistoria Alpina*. Della Casa, Ph. y Walsh, K. (Eds.) *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* **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.

Y

- Yáñez, C.; Burjachs, F.; Juan-Tesserras, J.; Mestres, J.S. (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.; Malgosa, A.; Burjachs, F.; Díaz, N.; García, C.; Isidro, A.; Juan, J.; Matamala, J. (2002). "El món funerari al final del V mil·lenni a Andorra: la tomba de Segudet (Ordino)" *Cypsela* **14**: 175-194.

Z

- Zamora, J. E. (1996). *El carboneig al Montseny*. Barcelona, Associació d'Enginers Industrials de Catalunya.
- 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**, Bilbo. Bizkaiko Foru Aldundia.

11. Índice de tablas, figuras y gráficos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Mapa de localización de las zonas de estudio (J.M. Palet)	9
Figura 2.1.	Mapa de los Pirineos con las vías de comunicación de época romana (Lloverà <i>et al.</i> , 1997: 90)	33
Figura 2.2.	Carrerades y pastos de verano e invierno del capitular de la catedral de Lleida y del Monasterio de Santes Creus (Bolós, 2004: 338)	39
Figura 2.3.	Las rutas trashumantes de Andorra de los siglos XVII y XVIII (Codina, 2004: 537)	42
Figura 2.4.	Techo de piedra de cabaña de pastor (Cinc Torres; Castelló) (Foto: A. Solé)	57
Figura 2.5.	Muro construido contra el ataque de lobos (Cinc Torres; Castelló) (Foto: A. Solé)	58
Figura 2.6.	Imagen de una fragua de hierro (Mateu Subirà, 2004: 87)	62
Figura 2.7.	Horno de fragua de hierro (Mateu Subirà, 2004: 89)	62
Figura 2.8.	Proceso de carbonización (Chabal <i>et al.</i> , 1999: 52)	64
Figura 3.1.	Pinar de alta montaña de pino negro y abedul (Bosc dels Estanyons)	73
Figura 3.2.	Geomorfología y litología del valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra). Mapa Geomorfológico de Andorra 1:50.000 (CRECIT)	78
Figura 3.3.	Cambios climáticos producidos durante el periodo Subatlántico (Berger, 2003: 164)	84
Figura 4.1.	Metodología de una excavación propuesta por Fabre (1996:52)	90
Figura 4.2.	Carbonera sondeada en el yacimiento de Cernerres (Foto: J.M. Palet)	90
Figura 4.3.	Restos de la estructura de chimenea de una carbonera (Yacimiento de Cernerres) (Foto: J.M. Palet)	91
Figura 4.4.	Sondeo de una carbonera (Yacimiento de Cernerres) (Foto: J.M. Palet)	92
Figura 4.5.	Muestreo de carboneras realizado en el camino GR11	92
Figura 4.6.	Ficha de muestreo de los macro-restos vegetales	95
Figura 4.7.	Ficha de muestreo de macro-restos vegetales específica de carboneras	96
Figura 4.8.	Imagen mostrando el proceso de flotación (A) y el tamizado con chorro de agua (B)	97
Figura 4.9.	Corte transversal (Fischesser, 2000: 85)	99
Figura 4.10.	Corte radial (Fischesser, 2000: 86)	100
Figura 4.11.	Corte tangencial (Fischesser, 2000: 86)	100
Figura 4.12.	<i>Juniperus</i> sp. (enebro, ginebró, orrea)	119
Figura 4.13.	<i>Abies alba</i> (abeto, avet, izei)	119
Figura 4.14.	<i>Pinus</i> tipo <i>uncinata</i> (pino tipo negro, pi tipus negre, pinu leherra mota)	120
Figura 4.15.	Monocotiledóneas	120
Figura 4.16.	<i>Betula</i> sp. (abedul, bedoll, urkia)	121
Figura 4.17.	<i>Buxus sempervirens</i> (boj, boix, ezipel)	121
Figura 4.18.	Plano transversal (x10) de <i>Cistus</i> sp. de la carbonera de Cogullos	121
Figura 4.19.	Plano transversal (x5) de <i>Arbutus unedo</i> de la carbonera de Cogullos	121
Figura 4.20.	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (gayuba, boixerola, azeri-mahatsa)	122
Figura 4.21.	<i>Rhododendron ferrugineum</i> (rododendro, neret, errrododendro)	122
Figura 4.22.	<i>Vaccinium myrtillus</i> (arándano, nabinera, ahabia)	122
Figura 4.23.	Plano transversal (x5) y tangencial (x10) de <i>Fagus sylvatica</i> de la carbonera de Cogullos	123

Figura 4.24.	Plano transversal (x10) de <i>Quercus ilex/coccifera</i> de la carbonera de Cogullos	123
Figura 4.25.	Plano transversal (x10) de <i>Quercus</i> sp. caducifolio de la carbonera de Cogullos	123
Figura 4.26.	Pomoideae	124
Figura 4.27.	<i>Salix</i> sp. (sauce, salze, sahatsa)	124
Figura 4.28.	Plano transversal (x10) y tangencial de <i>Salix</i> sp. de la carbonera de Cogullos	124
Figura 4.29.	Plantilla de curvatura de anillos (Ludemann, 2006: 65)	139
Figura 4.30.	La imagen representa los criterios anatómicos observados para el estudio morfométrico	139
Figura 4.31.	Fisuras debidas a fríos intensos	139
Figura 4.32.	Imagen de un nudo (Fischesser, 2000: 81)	139
Figura 4.33.	Tensión de una angiosperma (Schweingruber, 1996: 88)	139
Figura 4.34.	Crecimiento desigual de los anillos de un árbol debido a condiciones ambientales (Schweingruber, 1996: 35)	139
Figura 4.35.	Radios sinuosos (Schweingruber, 1996: 524)	139
Figura 4.36.	Resina observada en un fragmento de una combustión experimental	139
Figura 4.37.	Vista de hifas con en M.E.B. sobre fragmento de madera	139
Figura 4.38.	Acción de los xilófagos sobre la madera	139
Figura 4.39.	Protuberancias en las células radiales (Kim y Hanna, 2006: 397)	139
Figura 5.1.	Área donde se localizan de las carboneras en la vertiente de obaga de Cernerres (Foto: J.M. Palet)	158
Figura 5.2.	Corte en perfil de la ES 35 (Yacimiento de Cernerres) (Foto: J.M. Palet)	160
Figura 5.3.	Corte en perfil de la ES 36 (Yacimiento de Cernerres) (Foto: J.M. Palet)	160
Figura 5.4.	Vista general del yacimiento de Goleró (Foto: J.M. Palet)	162
Figura 5.5.	Estructuras circulares de la vertiente sur de Goleró (Foto: J.M. Palet)	163
Figura 5.6.	Pleta (ES 02) en la vertiente norte de Goleró (Foto: J.M. Palet)	163
Figura 5.7.	ES 10 (Sobre els Orris de Setut I) (Foto: J.M. Palet)	179
Figura 5.8.	Vista general de Orris de Setut III (Foto: J.M. Palet)	180
Figura 5.9.	Vista general de Bosc dels Estanyons (Foto: J.M. Palet)	184
Figura 5.10.	Vista general de Pla de l'Inгла (Foto: J.M. Palet)	186
Figura 5.11.	Restos de troncos enteros carbonizados en la ES 52 (Foto: J.M. Palet)	190
Figura 5.12.	Localización de las carboneras muestreadas. Las imágenes muestran los sondeos realizados en las carboneras.	199
Figura 5.13.	Fragmentos de gran formato recuperados en la ES 52	216
Figura 5.14.	Sección transversal de <i>Buxus sempervirens</i> . Tensión	216
Figura 5.15.	Compresiones en la sección radial de una conífera	216
Figura 5.16.	Compresión en la sección transversal de una conífera	217
Figura 5.17.	Deformación de la estructura	217
Figura 5.18.	Radios sinuosos en la sección transversal de una conífera	217
Figura 5.19.	Muestra de carbón con resina	217
Figura 5.20.	Alteración producida por un microorganismo	217
Figura 5.21.	Microorganismo en carbón	217
Figura 5.22.	Alteración de hifa	218
Figura 5.23.	Sección transversal de <i>Rhododendron</i> sp. con fisuras producidas durante la combustión	218
Figura 5.24.	Fragmento vitrificado observado en microscopio óptico de luz reflejada	218
Figura 5.25.	Fragmento vitrificado observado en microscopio ambiental (ESEM)	218
Figura 5.26.	Sedimento introducido	218
Figura 5.27.	Fragmento con minerales incrustados	218
Figura 5.28.	Marcas que deja una hoja de hacha al impactar sobre la madera según Sands (1997: 12)	221

Figura 5.29.	Hundimiento del hacha en madera y carbón. En el carbón se observa el brillo causado por el arrastre de la hoja del hacha	223
Figura 5.30.	Levantamiento de la superficie de la estructura debido al arrastre de la hoja sobre la misma	223
Figura 5.31.	Esquema de la extracción de la tapa obtenida en la ES 30	227
Figura 5.32.	Esquema de la extracción de la tapa obtenida en la ES 31	227
Figura 5.33.	Corte de hacha (a)	229
Figura 5.34.	Corte de hacha (b)	229
Figura 5.35.	Corte de hacha (c)	229
Figura 5.36.	Virutas de madera carbonizada	230
Figura 5.37.	Fragmentos de estructura de cercado	230
Figura 5.38.	Fragmento de madera de estructura de cubierta	231
Figura 5.39.	Mango de utensilio carbonizado	231
Figura 5.40.	Tapa de recipiente ES 30103	232
Figura 5.41.	Tapa de recipiente ES 31105	232
Figura 5.42.	Fragmentos carbonizados de tapas de recipientes	233
Figura 5.43.	Mapa de localización de Vitoria (Nafarroa)	234
Figura 5.44.	Localización de Cogullos (Burgos)	237
Figura 6.1.	Transportando leña con el burro	264
Figura 6.2.	Montando la chimenea	264
Figura 6.3.	Detalle de la chimenea	264
Figura 6.4.	Pila montada	264
Figura 6.5.	Pila cubierta de tierra	264
Figura 6.6.	Pila cubierta con restos de otra carbonera y paja	264
Figura 6.7.	Prendiendo la chimenea	264
Figura 6.8.	Tapando la chimenea	264
Figura 6.9.	Extrayendo carbón	264
Figura 6.10.	Gran humareda que surge al deshacer la pila	264
Figura 6.11.	Sacos de carbón	264
Figura 6.12.	Plaza carbonera	264
Figura 6.13.	Plaza carbonera y cisco acumulado	265
Figura 6.14.	Carreta para transportar leña	265
Figura 6.15.	Detalle del carbonero Román sentado encima de la leña	265
Figura 6.16.	Césped utilizado para cubrir la carbonera	265
Figura 6.17.	Sacos de carbón, cisco y útiles del carbonero en la plaza carbonera	265
Figura 6.18.	Cabaña de carbonero	265
Figura 6.19.	Balanza para pesar las sarrias	266
Figura 6.20.	Detalle del burro	266
Figura 6.21.	Cesto para echar tierra a la carbonera	266
Figura 6.22.	Rastrillo para retirar el carbón una vez está cocido	266
Figura 6.23.	Pala para cargar la chimenea	266
Figura 6.24.	Azada para retirar el carbón	266
Figura 6.25.	Trozos de leña acumulados	267
Figura 6.26.	Plaza carbonera, algunas carboneras en marcha, otras apagadas y otras por construir	267
Figura 6.27.	Carboneros en la cabaña	267
Figura 6.28.	Retirando carbón	267
Figura 6.29.	Carbón extraído de la carbonera	267
Figura 6.30.	Cargando carbón en los sacos	267
Figura 6.31.	Caja metálica donde se cuece leña de menor calidad y se obtiene carbón de menor calidad	267
Figura 6.32.	Caja metálica en proceso de cocción	267
Figura 7.1.	Localización de los yacimientos comparados	270

Figura 7.2.	Similitud entre diversos yacimientos de alta montaña de los Pirineos y Alpes del Sur. Gráfico mediante el método de conglomerado jerárquico, estableciendo una vinculación por intergrupos y una concordancia simple binaria	272
Figura 7.3.	Esquema de la vegetación de los Pirineos orientales en los pisos de montano y subalpino obtenida a través de los resultados antracológicos	276
Figura 7.4.	Mapa de ubicación de las estructuras en el valle del Madriu (Mapa: H. Orengo)	279
Figura 7.5.	Mapa de ubicación de las estructuras en la Sierra del Cadí (Mapa: H. Orengo)	280
Figure 9.1.	Localisation des gisements comparés	301
Figure 9.2.	Ressemblance entre différents gisements de haute montagne des Pyrénées et des Alpes du Sud. Graphique par la méthode de conglomerat structuré, établissant un lien par intergroupes et une concordance binaire simple	303
Figure 9.3.	Schéma de la végétation des Pyrénées orientales, aux étages montagnard et subalpin, obtenu à partir des résultats anthracologiques	307
Figure 9.4.	Carte de situation des structures dans la vallée de Madriu (Carte : H. Orengo)	310
Figure 9.5.	Carte de situation des structures dans la Sierra del Cadí (Carte : H. Orengo)	311

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Estudios antracológicos integrados en programas multidisciplinares de alta montaña	22
Tabla 1.2.	Estudios antracológicos de yacimientos situados en altitud	23
Tabla 1.3.	Estudios antracológicos sobre carboneras	23
Tabla 4.1.	Anchura del anillo y número de células en cada anillo de diferentes muestras de <i>Pinus sylvestris</i> y <i>P. uncinata</i> (Guerrero-Campo <i>et al.</i> , 1998)	126
Tabla 4.2.	Características observadas para la identificación y distinción de <i>Pinus sylvestris</i> y <i>P. uncinata</i> según diversos autores	128
Tabla 5.1.	Estructuras de las que proceden las muestras de carbón estudiadas	151-152
Tabla 5.2.	Daticiones por ¹⁴ C calibradas (Stuiver <i>et al.</i> , 2005) obtenidas en el laboratorio de radiocarbono de Poznań (Polonia) por Tomasz Goslar	154-155
Tabla 5.3.	Resultados del análisis antracológico de la ES 35 y ES 36	161
Tabla 5.4.	Resultados del análisis antracológico de la ES 37	161
Tabla 5.5.	Resultados del análisis antracológico de la ES 39	162
Tabla 5.6.	Resultados del análisis antracológico de la ES 51	162
Tabla 5.7.	Resultados del análisis antracológico de las ES 02, 16, 46 y 48	167
Tabla 5.8.	Resultados del análisis antracológico de la ES 42	169
Tabla 5.9.	Resultados del análisis antracológico de la ES 43	170
Tabla 5.10.	Resultados del análisis antracológico de los sondeos ES 11, 12, 75, 79 y 80	172
Tabla 5.11.	Resultados del análisis antracológico de las ES 30 y 31	174
Tabla 5.12.	Resultados del análisis antracológico de la ES 81	175
Tabla 5.13.	Resultados del análisis antracológico de las carboneras ES 82, 83 y 84	177
Tabla 5.14.	Resultados del análisis antracológico de las ES 01 y ES 02	178
Tabla 5.15.	Resultados del análisis antracológico de la ES 10	179
Tabla 5.16.	Resultados del análisis antracológico de la ES 15	180
Tabla 5.17.	Resultados del análisis antracológico de las ES 27 y ES 29	182
Tabla 5.18.	Resultados del análisis antracológico de la ES 35	182
Tabla 5.19.	Resultados del análisis antracológico de la ES 47	183
Tabla 5.20.	Resultados del análisis antracológico de las ES 48 y 50	184
Tabla 5.21.	Resultados del análisis antracológico de las ES 64, 65, 66 y 67	185
Tabla 5.22.	Resultados del análisis antracológico de la ES 104	186
Tabla 5.23.	Resultados del análisis antracológico de la ES 110	186
Tabla 5.24.	Resultados del análisis antracológico de las carboneras ES 53 y ES 58	187
Tabla 5.25.	Resultados del análisis antracológico de la ES 59	188
Tabla 5.26.	Resultados del análisis antracológico de la ES 60	189
Tabla 5.27.	Resultados del análisis antracológico de la ES 52	190
Tabla 5.28.	Resultados del análisis antracológico de la ES 102	191
Tabla 5.29.	Resultados del análisis antracológico de la ES 82	192
Tabla 5.30.	Resultados del análisis antracológico de la ES 121	194
Tabla 5.31.	Resultados del análisis antracológico de las estructuras pastoriles ES 133, 135 y 137	195
Tabla 5.32.	Resultados del análisis antracológico de las ES 151 y 152	198
Tabla 5.33.	Resultados del análisis antracológico del transepto de carboneras	200

Tabla 5.34.	Resultados del análisis antracológico de la ES 13	201
Tabla 5.35.	Presencia/ausencia de los taxones de carboneras de Cernerres y Carboneres	203
Tabla 5.36.	Presencia/ausencia de los taxones en las estructuras de pastoreo de Goleró y Pradell	204
Tabla 5.37.	Presencia/ausencia de los taxones en hornos y estructuras relacionadas con actividades minerometalúrgicas de Goleró y Pradell	205
Tabla 5.38.	Presencia/ausencia de los taxones en las carboneras del valle del Madriu	207
Tabla 5.39.	Presencia/ausencia de los taxones en las estructuras de pastoreo del valle del Madriu	208
Tabla 5.40.	Presencia/ausencia de los taxones en el horno de Pla de l’Ingra	210
Tabla 5.41.	Fragmentos con morfología observados en el registro antracológico	219
Tabla 5.42.	Resultados del análisis antracológico de Vitoria	235
Tabla 5.43.	Resultados del análisis antracológico del ciscarro de Cogullos	237

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1.	Representación gráfica de la relación entre la anchura de los anillos y las altitudes	130
Gráfico 4.2.	Relación entre número de taxones y número de fragmentos observados en todas las muestras estudiadas	143
Gráfico 4.3.	Curva taxonómica de la ES 27 UE 2703	144
Gráfico 4.4.	Curva taxonómica de la ES 137 UE 02	144
Gráfico 4.5.	Curva taxonómica de la ES 43 UE 103	145
Gráfico 4.6.	Curva taxonómica de la ES 43 UE 107	145
Gráfico 4.7.	Curva taxonómica de la ES 52 UE 5204	145
Gráfico 4.8.	Curva taxonómica del nivel de abandono de la carbonera ES 36	146
Gráfico 4.9.	Curva taxonómica del nivel de la base de la carbonera ES 36	147
Gráfico 4.10.	Curva taxonómica de la ES 37 UE 102	147
Gráfico 5.1.	Alteraciones observada en el registro antracológico	211