

Marta Alcolea Gracia

Paisaje vegetal y gestión de recursos leñosos durante la transición Epipaleolítico-Neolítico en el valle del Ebro. Aportaciones desde la antracología

Director/es

Piqué Huerta, Raquel
Mazo Pérez, Carlos

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>



© Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

PAISAJE VEGETAL Y GESTIÓN DE RECURSOS
LEÑOSOS DURANTE LA TRANSICIÓN
EPIPALEOLÍTICO-NEOLÍTICO EN EL VALLE DEL
EBRO. APORTACIONES DESDE LA
ANTRACOLOGÍA

Autor

Marta Alcolea Gracia

Director/es

Piqué Huerta, Raquel
Mazo Pérez, Carlos

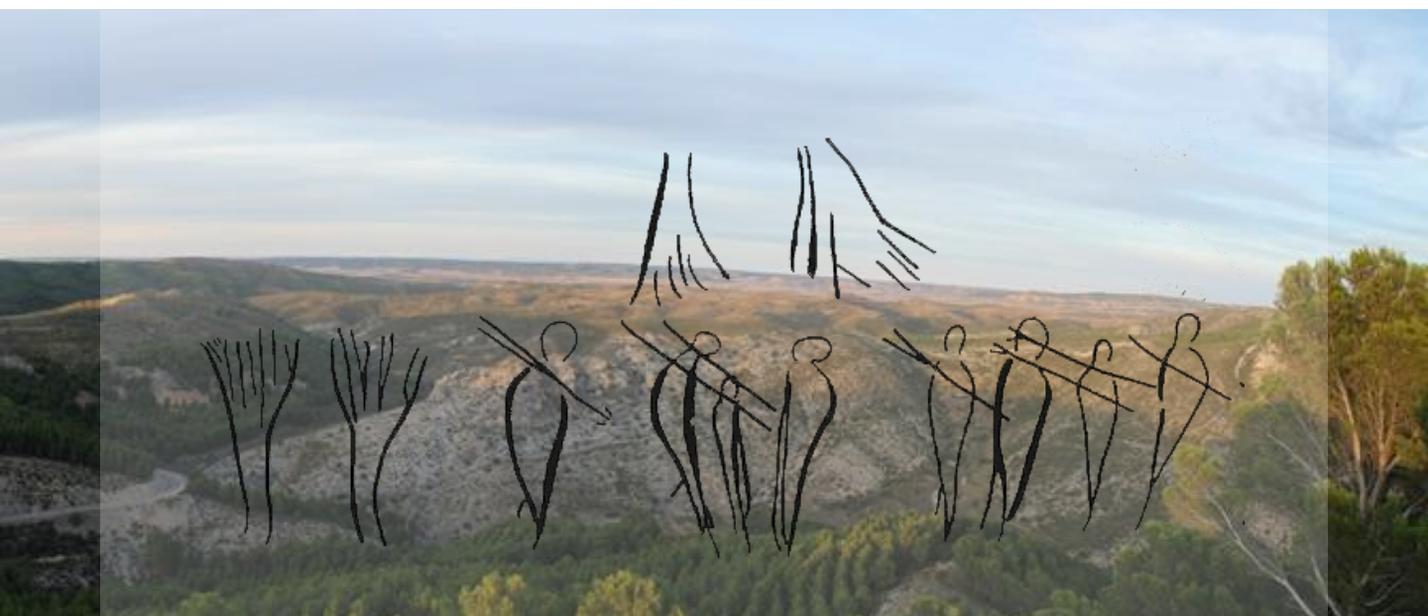
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Escuela de Doctorado

Programa de Doctorado en Ciencias de la Antigüedad

2017

**PAISAJE VEGETAL Y GESTIÓN DE RECURSOS LEÑOSOS
DURANTE LA TRANSICIÓN EPIPALEOLÍTICO-NEOLÍTICO
EN EL VALLE DEL EBRO.**

APORTACIONES DESDE LA ANTRACOLOGÍA.



Tesis doctoral presentada por:

MARTA ALCOLEA GRACIA

Directores:

Carlos Mazo Pérez

Raquel Piqué i Huerta

Departamento de Ciencias de la Antigüedad
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, 2017



**Universidad
Zaragoza**

**PAISAJE VEGETAL Y GESTIÓN DE RECURSOS LEÑOSOS
DURANTE LA TRANSICIÓN EPIPALEOLÍTICO-NEOLÍTICO
EN EL VALLE DEL EBRO.
APORTACIONES DESDE LA ANTRACOLOGÍA.**

Tesis doctoral presentada por:

Marta Alcolea Gracia

Directores:

Carlos Mazo Pérez

(Universidad de Zaragoza)

Raquel Piqué i Huerta

(Universitat Autònoma de Barcelona)

Departamento de Ciencias de la Antigüedad
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, 2017

Este trabajo de tesis doctoral, que se ha desarrollado dentro del Programa de Doctorado en Ciencias de la Antigüedad de la Universidad de Zaragoza, ha sido posible gracias al Programa de Ayudas Predoctorales FPI del Ministerio de Economía y Competitividad (BES-2012-053828). La financiación para la realización del mismo ha procedido de dos proyectos nacionales: *Repensando viejos yacimientos, ampliando nuevos horizontes en la Prehistoria del Valle Medio del Ebro* (HAR2011-27197), del que la Dra. Pilar Utrilla Miranda es investigadora principal, y *Transiciones climáticas y adaptaciones sociales en la Prehistoria de la Cuenca del Ebro* (HAR2014-59042), del que la Dra. Pilar Utrilla Miranda y el Dr. Carlos Mazo Pérez son investigadores principales, ambos financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad, y del Grupo de Investigación Consolidado Primeros Pobladores del Valle del Ebro (H07) cofinanciado por el Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo.

Portada y contraportada. Fotografía: C. Mazo. Imagen: Calco extraído de BOSINSKI, G. (2011). *Femmes sans tête. Une icône culturelle dans l'Europe de la fin de l'ère glaciaire*. Editions Errance, Paris, página 53. Escena de recolección grabada en un fragmento de costilla fracturado en sus extremos. Musée National de Préhistoire de Les Eyzies-de-Tayac (Dordogne).

AGRADECIMIENTOS

Es increíble la cantidad de personas que acaban estando implicadas en la realización de una tesis doctoral y lo importantes que acaban siendo esas contribuciones que en suma, han hecho posible lo que en algunos momentos parecía imposible.

En primer lugar quiero expresar mi enorme agradecimiento a mis directores de tesis, Carlos Mazo y Raquel Piqué, profesores de la Universidad de Zaragoza y Universidad Autónoma de Barcelona respectivamente. Gracias por permitirme apoyarme en vuestros hombros de gigantes. Gracias por la generosidad con la que habéis compartido siempre conmigo vuestro trabajo y vuestra forma de entender la investigación. Gracias por la dedicación con la que habéis encarado la tarea de corregir y mejorar este manuscrito. Y gracias también por, en estos últimos meses, haber tenido siempre a mano las palabras justas para ayudarme a resistir la frustración y el desánimo.

En segundo lugar, este trabajo no hubiera sido, obviamente, posible sin la ayuda predoctoral del Ministerio de Economía y Competitividad asociada al proyecto *Repensando viejos yacimientos. Ampliando nuevos horizontes*, liderado por Pilar Utrilla, catedrática de Prehistoria de la Universidad de Zaragoza, de la que he sido beneficiaria durante cuatro años. Por ello, quiero agradecerle sinceramente la confianza depositada en mi persona y en mi trabajo. Gracias Pilar.

En tercer lugar, quiero expresar un agradecimiento muy especial a todos los arqueólogos que tan amablemente han puesto sus materiales a mi disposición para llevar a cabo este trabajo de tesis doctoral: Manuel Bea, Abel Berdejo, Igor Bogdanovic, Josep Bosch, Rafael Domingo, Carlos Mazo, Lourdes Montes, Alberto Obón, Antoni Palomo, Raquel Piqué, Rafael Rosillo y Xavier Terradas. Muchas gracias por el esfuerzo *extra* que habéis realizado en el trabajo de campo y por la confianza que habéis depositado en mí. Asimismo quiero agradecer al personal de los Museos de Huesca, Zaragoza y Teruel por haberse mostrado tan dispuestos a *bucear* conmigo en sus almacenes en busca de estos materiales arqueológicos casi olvidados en algunas ocasiones.

A los miembros del Departamento de Ciencias de la Antigüedad de la Universidad de Zaragoza quiero agradecerles su disponibilidad y compañerismo durante estos años. Gracias también al Grupo de investigación consolidado Primeros Pobladores del Valle del Ebro, del que he tenido la suerte de formar parte durante estos años. En su seno he podido entrar en contacto con grandes investigadores como José M. Rodanés, Fernando

Pérez-Lambán, Jesús Picazo, Javier Fanlo, Isidro Aguilera y José Fabre que han estado siempre dispuestos a compartir conmigo sus investigaciones a través de colaboraciones que han enriquecido enormemente mi formación.

A los técnicos de los laboratorios de Prehistoria y Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras por hacer mis largos días de triaje y microscopio menos solitarios: Ana Antón, Teresa Artigas, Daniel Monsec y Fernando del Rio. Así mismo, a Frédéric Fernández, del *Service Commun de Microscopie Electronique* de la Universidad de Montpellier, y a Rosa Bueno y María José Marín del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza, por la asistencia en el uso de la Microscopía Electrónica de Barrido para la realización de las fotografías que se incluyen en este trabajo.

Moltes gracies a la gen del Laboratori de Arqueobotànica de la Universitat Autònoma de Barcelona, als *guardians de la Caseta* i al Equip La Draga: Ana Berrocal, Igor Bogdanovich, Miriam de Diego, Irene García, Oriol López, Toni Palomo, Raquel Piqué, Jordi Revelles, Susana Romero, Rafa Rosillo y Xavi Terradas. Em sento molt afortunada de haber compartit aquets estius amb vosaltres. Sou excepcionals.

Je remercie beaucoup à les personnes du Centre de Bio-Archeologie et d'Ecologie (CNRS) de Montpellier que m'on aussi bien acueillit. Merci beacoup Lucie (Chabal), pour me permettre apprendre aussi tant de toi et pour être aussi belle personne. Merci à Laurent Bouby, Isabel Figueiral, Sarah Ivorra et Bertrand Limier pour leur volonté de résoudre mes doutes et votre intérêt. Mon stage au labo a été superbe! Merci aussi a Cécile Fouquemberg, Jalal Kassout, Leonor Liottier, Vincent Montade, Clemence Pagnoux, Cécile Remy, Jordi Revelles, Jérôme Ros, Margaux Tillier et Christophe Vaschalde en partageant la vie à Montpellier.

Grazie mille a Laura Sadori per avermi accolto nel suo Laboratorio di Arqueobotanica nella meravigliosa città di Roma. Anche grazie a tutta la gente dei Departamenti di Biología Ambientale della Università La Sapienza per la loro accoglienza: Alessandra Celant, Marco Giardini, Donatella Magri, Alessia Masi (e il suo bambino!), Caterina Pepe, Gaia Sinopoli e Cristiano Vignola.

Quiero expresar también un agradecimiento muy especial a Penélope González Sampériz y Josu Aranbarri, del Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), por las conversaciones que atesoro y que sin duda han contribuido enormemente a la formación

paleoecológica de esta arqueóloga. A Luis Alberto Longares, del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza, por permitirme asistir como oyente a la asignatura de Biogeografía para complementar mi formación, y que a través de nuestras colaboraciones me ha permitido aprender y compartir. Así mismo, a Lourdes Montes y Rafa Domingo, que desde la Facultad de Ciencias Humanas de Huesca, han estado siempre, para todo, al otro lado del teléfono.

Quiero agradecer su camaradería en estos años a los compañeros de excavación, de *pausa-café*, de *sótano* y de *pecera*: Leyre Alconchel, Paloma Aranda, Jorge Avellanas, Óscar Bonilla, Lidia Cañete, María Cases, Irene Cisneros, Cristian Concha, José Feijoo, Carlos García-Benito, Luis García-Simón, María García-Magán, Mario Gisbert, Javier Herrera, Lara Iñiguez, Paloma Lanau, Alberto Lombo, Naiara Loras, Samuel Ortíz, Adrianna Pajer, Fernando Pérez-Lambán, Lorenzo Pérez-Yarza, Pilar Sánchez-Cebrián, Susana Sanz, María Sebastián, Alejandro Sierra, Gabriela de Tord, Isabel Uriarte y Vanessa Villalba. Y, por supuesto y muy especialmente, a Rafa Laborda, por muchas cosas, pero sobre todo por ser un optimista incorregible y por hacerme reír todos los días.

No puedo dejar de agradecer a mi madre y a mi hermana Clara que han sabido aportarme algo de estabilidad y cordura en estos tiempos de zozobra familiar que han coincidido con la realización de esta tesis doctoral. A mis amigos, que han terminado entendiendo el sacrificio que esto exige, especialmente a Sofía, César y Cristina, por recordarme de vez en cuando lo mucho que confían en mí. Y gracias, de nuevo, a Carlos, por ser mi punto de apoyo, por soportar el día a día y las *no tan breves* ausencias y porque a tu lado la vida resulta más fácil y bonita.

Por último, quiero expresar un agradecimiento muy especial a dos personas que no van a leer este trabajo, pero que sin duda forman parte de él. Gracias a Lydia (Zapata) por ayudarme a dar mis primeros pasos en el mundo de la arqueobotánica. Gracias a mi padre, Pedro Alcolea Moreno, motor último de toda mi existencia y verdadero culpable de este embrollo.

Quiero terminar agradececiéndole encarecidamente al tribunal, así como a las informadoras extranjeras, haber aceptado de tan buen grado invertir su valioso tiempo en juzgar mi trabajo. Espero sinceramente cumplir sus expectativas.

Índice

Agradecimientos

Índice

Resumen

Abstract (english)

Presentación 1

PRIMERA PARTE. CAPÍTULO INTRODUCTORIOS

Capítulo 1. El área de estudio. Caracterización biogeográfica y paleoambiental del valle del Ebro. 9

1.1. El área de estudio y su localización geográfica..... 11

1.2. Contexto biogeográfico de la Península Ibérica..... 13

1.3. Vegetación actual y potencial del valle del Ebro. 17

1.4. Contexto paleoambiental. 23

Capítulo 2. Epipaleolíticos y neolíticos el valle del Ebro: bases estratigráficas y cronología. 31

2.1. Historia de las investigaciones y poblamiento del territorio..... 33

2.2. Los últimos cazadores-recolectores del Pleistoceno en el valle del Ebro..... 38

2.3. Las poblaciones cazadoras-recolectoras del Holoceno en el valle del Ebro..... 43

2.4. Neolitización y Neolítico en el valle del Ebro: los primeros agricultores y ganaderos..... 53

Capítulo 3. Marco teórico y metodología antracológica aplicada. 65

3.1. Planteamientos teórico-metodológicos y problemáticas específicas..... 67

3.1.1. El estudio de los carbones procedentes de contextos arqueológicos..... 67

3.1.2. La importancia de los recursos forestales para las sociedades prehistóricas. 68

3.1.3. Los estudios antracológicos aplicados a contextos epipaleolíticos y neolíticos: límites y posibilidades..... 71

3.2. La formación del registro antracológico..... 74

3.3. La recuperación de los materiales durante el trabajo de campo..... 80

3.3.1. Estrategias de muestreo: cantidad y dispersión..... 80

3.3.2. El procesado del sedimento..... 82

3.3.3. Estrategias de muestreo y procesado del sedimento utilizadas en los yacimientos estudiados. 85

3.4. El análisis antracológico en el laboratorio..... 85

3.4.1. Una breve introducción a la anatomía de la madera..... 85

3.4.2. El procesado de las muestras para su análisis..... 89

3.4.3. Determinación taxonómica del carbón..... 92

3.4.4. Las alteraciones de la anatomía..... 95

3.5. El tratamiento de los datos..... 99

3.5.1. La cuantificación del registro..... 99

3.5.2. Presentación de datos y representación gráfica..... 103

3.5.3. Análisis estadístico de los datos..... 104

3.6. Interpretación de los datos..... 106

Capítulo 4. Antecedentes bibliográficos y estado de la cuestión. Los estudios antracológicos en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio 113

- 4.1. Historia de las investigaciones y estado de la cuestión..... 115
- 4.2. Antecedentes bibliográficos..... 119

SEGUNDA PARTE. PRESENTACIÓN DE DATOS.

Capítulo 5. Descripción de la anatomía y ecología de los taxones determinados 141

- 5.1. *Juniperus* sp. 144
 - 5.1.1. Descripción anatómica 145
 - 5.1.2. Estudio comparado de la anatomía de *Juniperus* sp..... 146
 - 5.1.3. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 152
- 5.2. *Pinus halepensis* 157
 - 5.2.1. Descripción anatómica 158
 - 5.2.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 158
- 5.3. *Pinus* tp. *sylvestris* 161
 - 5.3.1. Descripción anatómica 162
 - 5.3.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento..... 165
- 5.4. *Taxus baccata* 168
 - 5.4.1. Descripción anatómica 169
 - 5.4.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 170
- 5.5. *Acer* sp. 172
 - 5.5.1. Descripción anatómica..... 173
 - 5.5.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 174
- 5.6. *Arbutus unedo* 177
 - 5.6.1. Descripción anatómica 178
 - 5.6.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 179
- 5.7. *Buxus sempervirens* 181
 - 5.7.1. Descripción anatómica 182
 - 5.7.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 183
- 5.8. *Corylus avellana* 185
 - 5.8.1. Descripción anatómica 186
 - 5.8.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 187
- 5.9. Ericaceae 188
 - 5.9.1. Descripción anatómica 189
 - 5.9.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 190
- 5.10. *Fagus sylvatica* 191
 - 5.10.1. Descripción anatómica 192
 - 5.10.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 193
- 5.11. *Fraxinus* sp. 195
 - 5.11.1. Descripción anatómica 196
 - 5.11.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 197
- 5.12. *Ilex aquifolium* 198
 - 5.12.1. Descripción anatómica 199
 - 5.12.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento 200

5.13. Fabaceae (sin. Legumonosae)	201
5.13.1. Descripción anatómica	202
5.13.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	203
5.14. Monocotiledoneae.....	205
5.14.1. Descripción anatómica	206
5.14.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	207
5.15. <i>Phillyrea/Rhamnus</i>	209
5.15.1. Descripción anatómica	210
5.15.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	211
5.16. <i>Pistacia</i> sp.	214
5.16.1. Descripción anatómica	215
5.16.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	216
5.17. <i>Populus/Salix</i>	218
5.17.1. Descripción anatómica	219
5.17.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.....	220
5.18. <i>Prunus</i> sp.	223
5.18.1. Descripción anatómica	224
5.18.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	225
5.19. <i>Quercus</i> sp. caducifolio	227
5.19.1. Descripción anatómica	228
5.19.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	229
5.20. <i>Quercus</i> sp. perennifolio	233
5.20.1. Descripción anatómica	234
5.20.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	235
5.21. Rosaceae/Maloideae	237
5. 21.1. Descripción anatómica	238
5. 21.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.....	239
5.22. <i>Rosmarinus officinalis</i>	241
5.22.1. Descripción anatómica	242
5.22.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	243
5.23. <i>Tamarix</i> sp.	244
5.23.1. Descripción anatómica	245
5.23.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	246
5.24. <i>Ulmus</i> sp.	247
5.24.1. Descripción anatómica	248
5.24.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento	249
5.25. <i>Vitis vinifera</i>	250
5.25.1. Descripción anatómica	251
5.25.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.....	252
Capítulo 6. Las secuencias antracológicas: Presentación de datos.	255
6.1. El conjunto del Arba de Biel (Biel, Zaragoza).....	259
6.1.1. Localización y contexto biogeográfico.....	260
6.1.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.....	262

6.1.3. Estratigrafía, cronología y materiales.....	263
6.1.4. Otros estudios bioarqueológicos.....	271
6.1.5. Método de recuperación y unidades de análisis.....	273
6.1.6. Resultados del análisis antracológico.....	275
6.1.7. Alteraciones registradas.....	277
6.1.8. Discusión de los resultados.....	278
6.2. El conjunto del Arenal de Fonseca (Ladruñán, Teruel).....	283
6.2.1. Localización y contexto biogeográfico.....	284
6.2.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.....	287
6.2.3. Estratigrafía, cronología y materiales.....	288
6.2.4. Otros estudios bioarqueológicos.....	296
6.2.5. Método de recuperación y unidades de análisis.....	297
6.2.6. Resultados del análisis antracológico.....	300
6.2.7. Alteraciones registradas.....	302
6.2.8. Discusión de los resultados.....	303
6.3. El conjunto del Bajo Aragón (Caspé-Maella, Zaragoza).....	307
6.3.1. Localización y contexto biogeográfico.....	308
6.3.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.....	310
6.3.3. Estratigrafía, cronología y materiales.....	311
6.3.4. Otros estudios bioarqueológicos.....	320
6.3.5. Método de recuperación y unidades de análisis.....	322
6.3.6. Resultados del análisis antracológico.....	325
6.3.7. Alteraciones registradas.....	326
6.3.8. Discusión de los resultados.....	326
6.4. La cueva de Chaves (Bastarás, Huesca).....	329
6.4.1. Localización y contexto biogeográfico.....	330
6.4.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.....	332
6.4.3. Estratigrafía, cronología y materiales.....	334
6.4.4. Otros estudios bioarqueológicos.....	342
6.4.5. Método de recuperación y unidades de análisis.....	345
6.4.6. Resultados del análisis antracológico.....	349
6.4.7. Alteraciones registradas.....	351
6.4.8. Discusión de los resultados.....	352
6.5. El abrigo de Espantalobos (Quicena, Huesca).....	361
6.5.1. Localización y contexto biogeográfico.....	362
6.5.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.....	364
6.5.3. Estratigrafía, cronología y materiales.....	365
6.5.4. Otros estudios bioarqueológicos.....	369
6.5.5. Método de recuperación y unidades de análisis.....	369
6.5.6. Resultados del análisis antracológico.....	378
6.5.7. Alteraciones registradas.....	380
6.5.8. Discusión de los resultados.....	380
6.6. El abrigo de El Esplugón (Billobas-Sabiñánigo, Huesca).....	385
6.6.1. Localización y contexto biogeográfico.....	386

6.6.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.....	387
6.6.3. Estratigrafía, cronología y materiales.....	388
6.6.4. Otros estudios bioarqueológicos.....	394
6.6.5. Método de recuperación y unidades de análisis.....	395
6.6.6. Resultados del análisis antracológico.....	399
6.6.7. Alteraciones registradas.....	401
6.6.8. Discusión de los resultados.....	402
6.7. Les Coves del Fem (Uldemollins, Tarragona).....	409
6.7.1. Localización y contexto biogeográfico.....	410
6.7.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.....	412
6.7.3. Estratigrafía, cronología y materiales.....	414
6.7.4. Otros estudios bioarqueológicos.....	423
6.7.5. Método de recuperación y unidades de análisis.....	425
6.7.6. Resultados del análisis antracológico.....	432
6.7.7. Alteraciones registradas.....	437
6.7.8. Discusión de los resultados.....	440
6.8. La Peña de las Forcas (Graus, Huesca).....	445
6.8.1. Localización y contexto biogeográfico.....	446
6.8.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.....	449
6.8.3. Estratigrafía, cronología y materiales.....	450
6.8.4. Otros estudios bioarqueológicos.....	459
6.8.5. Método de recuperación y unidades de análisis.....	461
6.8.6. Resultados del análisis antracológico.....	463
6.8.7. Alteraciones registradas.....	466
6.8.8. Discusión de los resultados.....	467
6.9. La Cova del Vidre (Roquetes, Tarragona).....	473
6.9.1. Localización y contexto biogeográfico.....	474
6.9.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.....	476
6.9.3. Estratigrafía, cronología y materiales.....	477
6.9.4. Otros estudios bioarqueológicos.....	481
6.9.5. Método de recuperación y unidades de análisis.....	482
6.9.6. Resultados del análisis antracológico.....	485
6.9.7. Alteraciones registradas.....	486
6.9.8. Discusión de los resultados.....	487

TERCERA PARTE. DISCUSIÓN GENERAL

Capítulo 7. Síntesis y discusión general..... 493

7.1. Dinámica de la cobertura vegetal en el valle del Ebro del Tardiglaciario al Holoceno Medio a partir de su explotación humana.....	495
7.1.1. El Tardiglaciario y las primeras tradiciones epipaleolíticas holocenas (15000-1000 cal BP).....	498
7.1.2. Los grupos mesolíticos en la transición entre el Holoceno Temprano y el Holoceno Medio (10000-7300 cal BP).....	505
7.1.3. Las sociedades neolíticas y el Holoceno Medio (7600-4200 cal BP).....	523

7.1.4. La ubicuidad o recurrencia de los taxones explotados en el valle del Ebro..	539
7.1.5. El estudio de los macrorrestos vegetales en contextos arqueológicos y su contribución a la investigación paleobotánica y paleocológica del valle medio del Ebro.....	545
7.2. Hacia una paleoeconomía del aprovechamiento de los recursos forestales.....	553
7.2.1. La variabilidad de los conjuntos antracológicos del valle del Ebro.....	553
7.2.2. El pino de tipo albar en el valle del Ebro ¿explotación intensiva de un taxón durante el Mesolítico?	572
7.2.3. La explotación forestal por parte de las primeras sociedades neolíticas del valle del Ebro: rupturas y continuidades.....	587
7.2.4. Aportaciones del estudio del combustible doméstico a la funcionalidad de las estructuras.....	593
Conclusiones	603
Conclusions (english)	613
Referencias bibliográficas	623
Índice tablas	681
Índice de figuras	685

RESUMEN

El trabajo realizado en el marco de esta tesis se centra en una aproximación integral a las interacciones entre las sociedades prehistóricas y la vegetación leñosa en el valle del Ebro (NE España), asumiendo las oportunidades y limitaciones que presenta la antracología, disciplina arqueobotánica que utilizamos como vehículo para esta aproximación, tanto en su vertiente paleoecológica como paleoeconómica.

Los materiales arqueobotánicos estudiados proceden de 15 yacimientos arqueológicos que contienen secuencias más o menos amplias, registrando visitas humanas entre el Magdaleniense y el Neolítico. Estos se concentran en áreas de baja y media montaña de los rebordes montañosos del sector central de la depresión del Ebro, un área biogeográfica marcada en la actualidad por los grandes contrastes topográficos de su compleja orografía y la continentalidad y la aridez del clima.

El estudio taxonómico y de las alteraciones de la anatomía de la madera nos ha permitido aproximarnos a las pautas en el aprovechamiento de los recursos vegetales leñosos por parte de las últimas las últimos sociedades cazadoras-recolectoras y las primeros productoras, un momento de especial interés para la arqueología.

Este trabajo, que contribuye al conocimiento de las relaciones entre el ser humano y su entorno vegetal entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio (14.5-4.2 ka cal BP), nos ha permitido reconstruir las particularidades de la evolución de la vegetación en el sector central del valle del Ebro a través de los vestigios de su aprovechamiento humano, tanto a nivel local, en el entorno más inmediato de los asentamientos, como regional, a través del trabajo de síntesis y compendio de datos de todas la secuencias disponibles en el territorio.

El uso de la madera mejor documentado es su explotación como combustible doméstico, aunque también hemos documentado otros posibles usos como la alimentación del ganado mediante forraje arbóreo. La explotación forestal tendría en todo momento un carácter local y oportunista en función de la localización biogeográfica y la funcionalidad de los asentamientos.

Durante el Tardiglacial se explotaron los bosques de coníferas que perduran hasta bien entrado el Holoceno Medio, como denota la presencia del pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) en las altitudes medias y los enebros y sabinas (*Juniperus sp.*) en el sector

central de la cuenca. Mientras que las primeras sociedades agrícolas se asientan en el seno de paisajes dominados por bosques de quercíneas caducifolias o perennifolias en función de la latitud y altitud a lo largo de toda la cuenca mediterránea, en el sector central del valle del Ebro, hemos constatado una tardía expansión de las quercíneas respecto a las áreas circundantes. El estudio contribuye también a conocer la repartición pasada de algunos taxones de particular interés en nuestro territorio, principalmente el pino carrasco (*Pinus halepensis*), y los inicios de la antropización en el medio.

ABSTRACT

The work accomplished in the framework of this thesis focuses on a comprehensive approach to the interactions between prehistoric societies and woody vegetation in the Ebro Valley (NE Spain), assuming the opportunities and limitations presented by the anthracology, archaeobotanical discipline that we use as a vehicle for this approach, both from a palaeoclimatic and a palaeoeconomic perspective.

Archaeobotanical materials studied come from 15 archaeological sites containing more or less extensive sequences, registering human visits between the Magdalenian and the Neolithic. These are concentrated in low and medium mountain areas of the mountain edges of the central sector of the Ebro depression, a biogeographic area characterized today by its complex orography with great/large topographic contrasts and the continentality and the aridity of the climate.

Charcoal analysis, including taxonomic classification and wood anatomy alterations, have allowed us to approach woody resources exploitation patterns by the last the hunter-gatherer groups and the first farmers, a period of particular interest in local and regional archeology.

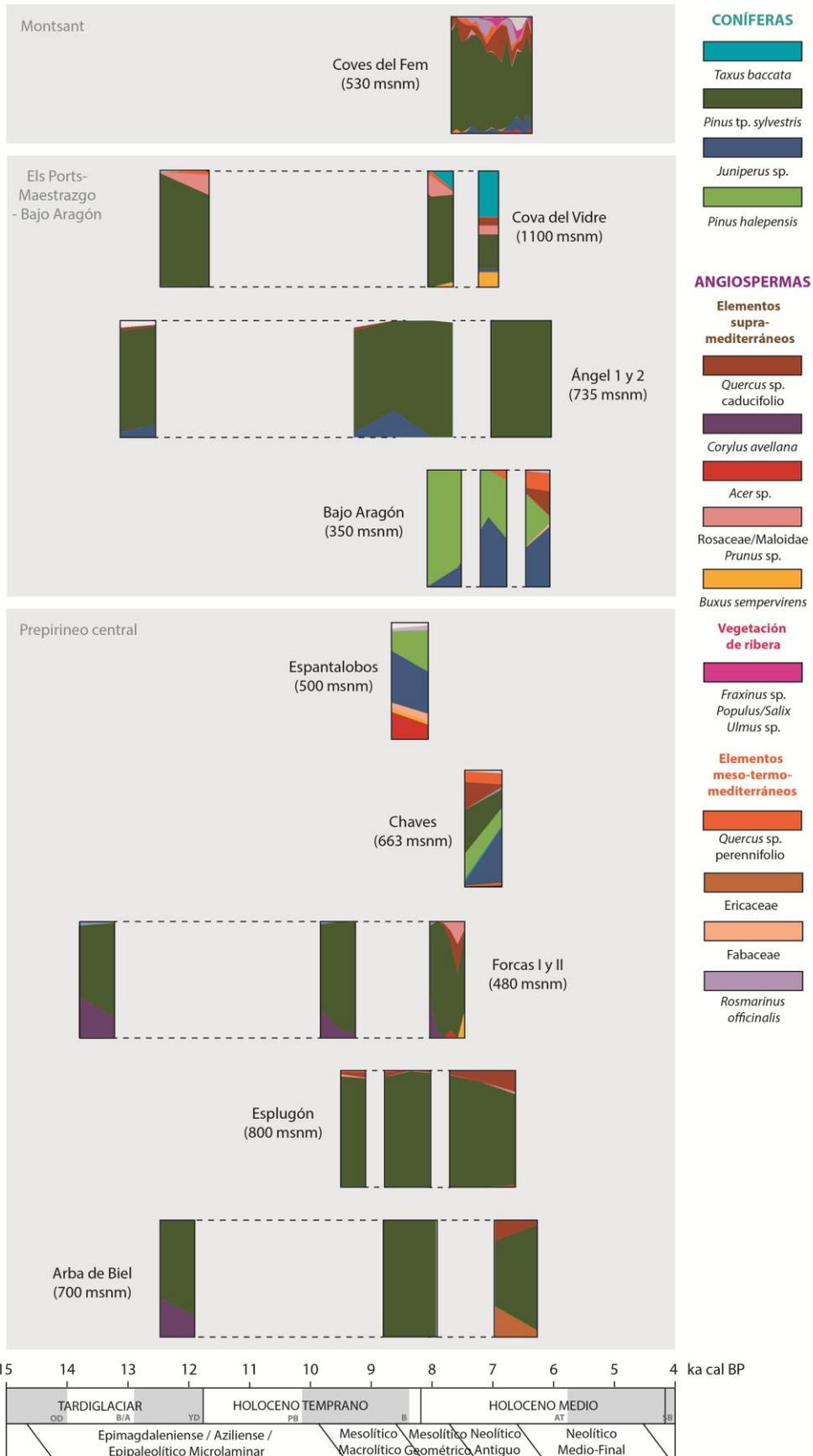
This work, which contributes to the knowledge of the relationships between human and their vegetal environment between the Lateglacial and the Middle Holocene (14.5-4.2 ka cal BP), has allowed us to reconstruct the particularities of the evolution of vegetation in the central sector of the Ebro valley through the vestiges of its human use, both locally, in the immediate surroundings of settlements, and regional, through the work of synthesis and compendium of data of all available sequences in the territory.

The best documented use of wood is its exploitation as a domestic fuel, although we have also documented other possible uses such as feeding livestock by tree fodder. Forest management had a local and opportunistic character depending on the biogeographic location and the functionality of the settlements.

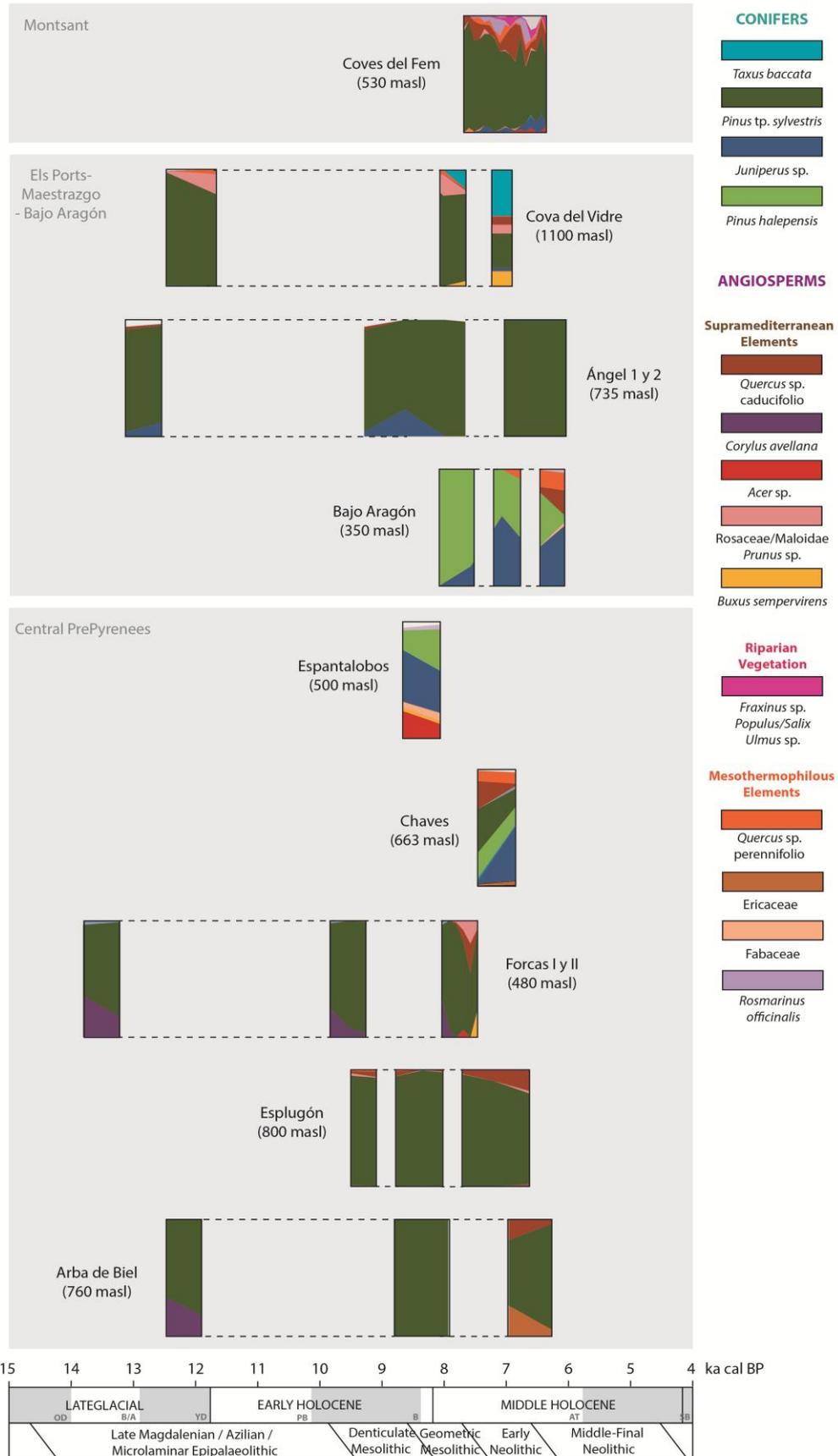
During Lateglacial the coniferous forests were mainly exploited by human groups. They survive into the Early-Middle Holocene as indicated by the presence of the Scots pine type (*Pinus tp. sylvestris*) in the middle mountain altitudes and junipers (*Juniperus sp.*) in the central basin. Throughout the Mediterranean basin the earliest neolithic societies were settled in landscapes dominated by deciduous or evergreen oak forests depending

on latitude and altitude. However, in the central Ebro valley, we have verified a late spread of the *Quercus* sp. regarding the surrounding areas. The study also contributes to know the past distribution of some taxa of particular interest in this territory, mainly Aleppo pine (*Pinus halepensis*), and the beginnings of anthropisation and landscape transformation.

RESUMEN GRÁFICO



GRAPHICAL ABSTRACT



PRESENTACIÓN

El objetivo principal de esta tesis doctoral ha sido el de conocer la evolución de la explotación de los recursos forestales en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

El trabajo se inserta en el marco general de las investigaciones acerca de la transición Epipaleolítico/Mesolítico-Neolítico en este territorio, desarrolladas en las últimas décadas por diferentes grupos de trabajo. Desde el punto de la arqueología resulta muy interesante comparar estos dos momentos, ya que el estudio de las industrias, de las prácticas económicas, de la funcionalidad de los yacimientos, de la gestión del medio, del aprovisionamiento de los recursos, etc., son un reflejo de los diferentes modos de vida de las últimas sociedades cazadoras-recolectoras y las primeras productoras, cuya instalación en el territorio supone un cambio radical en los modos de vida de las sociedades prehistóricas, con el abandono del nomadismo y la adopción de la agricultura y la ganadería. Sin embargo, a pesar del interés despertado por este período de transición, algunos aspectos importantes para la comprensión de las estrategias de subsistencia desarrolladas por estas sociedades han quedado claramente desatendidos, como es la gestión de los recursos vegetales leñosos. La importancia de estos recursos para los grupos humanos de cualquier época es bien conocida, pues estos no sólo son indispensables para la producción de energía calórica y lumínica, sino que constituyen también una extraordinaria materia prima abundante y accesible, para la manufactura de objetos o para la construcción de todo tipo de estructuras. Los estudios arqueobotánicos encargados del estudio de todos los aspectos relacionados con el uso de las plantas por parte de las sociedades humanas, constituyen en la actualidad una parte esencial de los proyectos de investigación arqueológica, sin embargo, su recorrido y aplicación en determinados territorios es todavía desigual a día de hoy.

En nuestra área de estudio observamos como este tipo de trabajos se centran en las zonas donde hay especialistas en estas disciplinas dentro de las instituciones de investigación, como Cataluña en el este y el País Vasco hacia el oeste. Esto provoca que lo que ocurre en estas dos áreas, relacionadas con la influencia de dos mares bien distintos, el Cantábrico y el Mediterráneo, sea bien conocido. Sin embargo, el sector central del valle del Ebro ha constituido durante mucho tiempo una importantísima

laguna espaciotemporal en la aplicación de este tipo de estudios. ¿Qué es lo que ocurre durante este período en las regiones más continentales? Este es el punto de partida del trabajo de investigación que hemos desarrollado en esta tesis doctoral. Las preguntas que dirigen esta investigación están relacionadas con dos aspectos claves. En primer lugar como era el paisaje vegetal y como este responde a los cambios climáticos conocidos para estos períodos, más teniendo en cuenta que el cambio climático ha sido una de las hipótesis formulada para explicar el cambio cultural. En segundo lugar como este paisaje vegetal fue aprovechado por las comunidades humanas y si los cambios socioeconómicos documentas, principalmente el paso de unos modos de vida basados en la caza y la recolección a otros basados en la agricultura y ganadería, tuvo un impacto en la forma en la que se aprovechó este entorno.

La antracología, disciplina que hemos utilizado como vehículo, nos ha permitido abordar diferentes problemáticas relacionados con la gestión de los recursos vegetales por parte de las últimas sociedades cazadoras-recolectoras tardiglaciares y holocenas y las primeras sociedades productoras que se asientan en el valle del Ebro. Nuestro principal objetivo ha pasado por una aproximación integral a las interacciones entre la sociedad y la vegetación, asumiendo las oportunidades y limitaciones que presenta la antracología, tanto en su vertiente paleoecológica como paleoeconómica. Por un lado, es innegable que el análisis de los carbones arqueológicos aparecidos en contextos arqueológicos nos va a ofrecer información acerca de las características y la composición de la biomasa vegetal disponible en el entorno inmediato de los asentamientos. Por otro lado, los restos de las plantas leñosas que aparecen en el registro arqueológico son el resultado de su consumo por parte de determinados grupos humanos con diferentes finalidades y atendiendo a diferentes criterios, por lo que también nos están informando de una faceta concreta de la sociedad que los consume, que es el aprovechamiento del entorno forestal.

Como decimos, el **principal objetivo** de este trabajo de tesis es el estudio de las interacciones entre la sociedad y la vegetación en el valle del Ebro entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio (14.500-4.200 cal BP), lo cual se desglosa en los siguientes **objetivos concretos**:

(i) Reconstruir la historia de la vegetación y su explotación humana a nivel local, en el entorno inmediato de los asentamientos humanos, poniendo especial interés en las respuestas que generan los cambios climáticos conocidos para estos períodos.

(ii) Obtener una buena resolución de datos antracológicos en las áreas en las que se ha focalizado nuestra investigación: el Prepirineo central, la zona del Bajo Aragón-Maestrazgo-Els Ports y El Montsant.

(iii) Establecer las particularidades de la evolución de la vegetación y su explotación humana respecto a las áreas circundantes relacionando los datos obtenidos con otras áreas del valle del Ebro.

(iv) Realizar una aportación a la investigación arqueológica desde el marco de la arqueobotánica haciendo especial hincapié en el potencial de los estudios de macrorrestos vegetales en el conocimiento de los modos de vida de las sociedades prehistóricas.

Esta Tesis doctoral se estructura en tres grandes bloques. La **Primera Parte** está dedicada a algunos aspectos introductorios: la definición del marco geográfico y cronológico, y del marco teórico y metodológico, en los que se desarrolla el trabajo, así como un estado de la cuestión de los estudios antracológicos en el valle del Ebro.

En el **Capítulo 1** presentamos la región que ha constituido nuestra área de estudio, aportando información sobre aspectos de su historia geológica y paleoclimática, que hacen que la consideremos como una entidad o unidad biogeográfica con unas condiciones particulares determinadas por su topografía y su situación geográfica.

En el **Capítulo 2** hemos abordado las cuestiones relativas al marco crono-cultural al que afecta este trabajo. Hacemos un repaso de las etapas que compartimentan el Epipaleolítico/Mesolítico y el Neolítico en la región, y de la nómina de los principales yacimientos conocidos para cada una de ellas. En ocasiones nos hemos retrotraído a las realidades superopaleolíticas del Magdaleniense Superior/Final porque es el momento en el que algunos de los yacimientos que estudiamos empiezan a ser visitados. La definición del contexto arqueológico en el que se inscribe nuestro estudio resulta clave para comprender el contexto socioeconómico que da origen a los registros estudiados.

El **Capítulo 3** está dedicado al marco teórico en el que se inscribe el trabajo realizado así como a la justificación de la metodología aplicada para su desarrollo. En él definimos la disciplina que hemos empleado como vehículo para nuestro estudio, la antracología, y hacemos un breve repaso a la historia de la aplicación de esta técnica de análisis a contextos arqueológicos. En este apartado hacemos también hincapié en los

factores que intervienen en la formación de los registros antracológicos, que van a condicionar enormemente la interpretación de los resultados; y, por último, un repaso de todos los aspectos metodológicos que conciernen a la investigación arqueobotánica, desde la recuperación de los restos durante el trabajo de campo, el trabajo de laboratorio que posibilita la identificación botánica del carbón y el registro de las alteraciones de la anatomía de la madera, hasta el tratamiento de los datos y su interpretación.

En el **Capítulo 4** presentamos un estado de la cuestión de los estudios antracológicos aplicados a contextos epipaleolíticos/mesolíticos y neolíticos entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio en el valle del Ebro. En total, se han publicado datos sobre 24 yacimientos, un número llamativamente bajo si lo comparamos con la gran cantidad de sitios arqueológicos conocidos para este período. Este repaso exhaustivo de los antecedentes bibliográficos nos permite documentar aquellas áreas o períodos que constituyen vacíos espacio-temporales, como el valle medio del Ebro, lo que constituye el punto de partida de esta tesis doctoral.

La **Segunda Parte**, que se estructura en dos capítulos, corresponde a la presentación de datos.

En el **Capítulo 5** presentamos una lista de los taxones identificados en este trabajo. Divididos en dos grandes grupos, gimnospermas y angiospermas, se presentan por orden alfabético en forma de fichas descriptivas que incluyen información relevante sobre estos. En estas fichas se incluye la descripción anatómica de la madera de los taxones determinados acompañada de fotografías que los principales caracteres anatómicos que han permitido la identificación. Se acompaña de información acerca de su autoecología, distribución actual y su aprovechamiento tradicional, así como de su distribución pasada según los datos disponibles en el valle del Ebro procedentes de contextos arqueológicos previos y los estudiados en este trabajo de tesis. Se incluye también como novedad un estudio comparado de la anatomía de la madera de *Juniperus* sp., un género de especial interés en nuestro territorio de estudio.

En el **Capítulo 6** presentamos los 15 yacimientos estudiados en este trabajo agrupados en diferentes subcapítulos. Algunos de ellos, ya sea por su proximidad geográfica o por su complementariedad arqueológica, se presentan agrupados en conjuntos de yacimientos. De esta forma, el capítulo se compone de 9 subcapítulos ordenados alfabéticamente. La organización interna de cada uno de estos subcapítulos sigue el

mismo esquema. En primer lugar se describe la localización del yacimiento y el contexto biogeográfico en el que se inserta. Se exponen también todo tipo de cuestiones relativas a las intervenciones arqueológicas realizadas hasta la fecha y la descripción de la secuencia crono-cultural documentada en su estratigrafía, así como la información obtenida por otros estudios bioarqueológicos llevados a cabo en el yacimiento. A continuación, se describe la metodología antracológica específica aplicada en cada yacimiento y se presentan los resultados del estudio taxonómico y de las alteraciones. Por último se presenta la discusión particular de los datos obtenidos en el yacimiento que aborda la cuestión de la gestión de los recursos vegetales en el asentamiento desde una perspectiva diacrónica.

La Tercera Parte, desarrollada a largo del **Capítulo 7**, corresponde a la discusión general de la tesis. A lo largo de esta discusión general se abordan distintos temas que atañen a la interpretación paleoecológica y paleoeconómica del registro.

La discusión general se articula en dos grandes apartados. En el primero de ellos, desde una perspectiva paleoambiental, aunque sin perder nunca de vista que nuestros datos proceden de registros de origen antrópico, discutimos la dinámica de la cobertura vegetal del valle del Ebro del Tardiglacial al Holoceno Medio y su explotación humana. En este apartado, realizamos una síntesis de todos los datos antracológicos disponibles para este período, integrando los resultados obtenidos en esta tesis con los datos procedentes de estudios previos. Hemos organizado los datos en 4 apartados que corresponden con las principales etapas culturales del período en la región: (i) las primeras tradiciones epipaleolíticas, incluyendo algunas ocupaciones superopaleolíticas que constituyen la base de algunas de las secuencias (14500-1000 cal BP), (ii) el Mesolítico macrolítico (10000-8400 cal BP), (iii) el Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) y (iv) el Neolítico Antiguo (7650-6500 cal BP). Dado que los niveles arqueológicos que coronan algunas de nuestras secuencias desbordan este límite cronológico, adentrándose en el Neolítico Medio o Final (6500-4200 cal BP), y los escasos datos para este período en la región hemos incluido los pocos disponibles en el último de los apartados establecidos. Para terminar con este primer gran apartado de la discusión, incluimos una breve reflexión acerca de la importancia de los estudios antracológicos procedentes de contextos arqueológicos en la investigación paleobotánica del valle del Ebro y su contribución al conocimiento de la historia particular de determinadas especies vegetales que son particularmente relevantes en la

vegetación actual de la región, como el pino carrasco (*Pinus halepensis*) o la sabina albar (*Juniperus thurifera*).

En el segundo apartado de la discusión general hemos realizado una aproximación al registro desde la perspectiva de interpretación más paleoeconómica o paleoetnográfica de la disciplina. En este subcapítulo analizamos la variabilidad taxonómica de los conjuntos antracológicos a través de la aplicación de análisis multivariante, las alteraciones documentadas, así como la información aportada por contextos particulares como son las estructuras estudiadas. A través de estas herramientas interpretativas reflexionamos acerca de las características de la explotación forestal por parte de los cazadores recolectores holocenos y las primeras sociedades productoras del valle del Ebro, evaluando las rupturas y continuidades entre ambas realidades económico-sociales.

Por último, incluimos un apartado de **Conclusiones** que sintetiza la información obtenida en este trabajo y las perspectivas de investigación que quedan abiertas a partir del trabajo desarrollado.

PRIMERA PARTE.
CAPÍTULOS
INTRODUCTORIOS.



Capítulo 1.

EL ÁREA DE ESTUDIO.
CARACTERIZACIÓN
BIOGEOGRÁFICA Y
PALEOAMBIENTAL DEL
VALLE DEL EBRO.

1.1. EL ÁREA DE ESTUDIO Y SU LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

Situada en el cuadrante noreste de la Península Ibérica, la cuenca del Ebro ocupa una de las grandes depresiones externas a la Meseta. Forma un triángulo isósceles con su base al este, en la zona de la desembocadura del río, y el vértice en el nacimiento del Ebro, en Fontibre (Cantabria) (930 m.s.n.m.), mostrando una disposición contraria a la que presentan la mayoría de las cuencas fluviales de la Península. Con una superficie de más de 80.000 km² constituye la mayor cuenca hidrográfica peninsular. Una de sus principales características es la disposición periférica del relieve. Al norte se sitúan los Pirineos y al noroeste los Montes Vasco-Cantábricos, al sur el Sistema Ibérico y al este la cadena Costero-Catalana. Estos tres sistemas montañosos dejan entre sí una cubeta o zona deprimida, la llamada Depresión del Ebro. El Ebro, que discurre en sentido noroeste-sureste entre los Pirineos y el sistema Ibérico superando los 900 km de longitud, junto a sus abundantes afluentes, vertebró esta gran entidad territorial sin apenas barreras geográficas destacables en su interior. En este amplio espacio existen también cuencas endorreicas, entre las que destaca la laguna de Gallocanta y otras de menor extensión que aparecen en Urbasa, Monegros, Tierras de Belchite y Bajo Aragón, formándose lagunas saladas, generalmente estacionales, privilegiados registros paleoambientales.

En este territorio podemos distinguir la existencia principalmente de tres unidades morfoestructurales que describiremos a continuación: los Pirineos, la Depresión Central y el Sistema Ibérico (Figura 0).

- Los **Pirineos** constituyen una importante cordillera montañosa que se extiende entre el golfo de Vizcaya y el cabo de Creus, ocupando el istmo que une la Península Ibérica con el continente europeo, con una longitud de 435 km y una altitud máxima de 3404 m en el sector central que va descendiendo hacia los márgenes. La red fluvial, con una configuración norte-sur, compartimenta enormemente el relieve. Podemos distinguir una Zona Axial fruto del plegamiento herciniano, que se compone de materiales paleozoicos, como granitos y cuarcitas, y el Prepirineo, compuesto por las Sierras Exteriores y Sierras Marginales, que constituyen bandas de materiales mesozoicos, como las calizas y dolomías, y detríticos terciarios (Riba et al., 1983).

- La **Depresión del Ebro** es una amplia fosa tectónica terciaria con una altitud entre 100 y 400 msnm, cuyos relieves dominantes son algunas plataformas estructurales o muelas

en el sector central, que alcanzan en ocasiones los 800 msnm, generadas por la erosión del río y sus afluentes. Está formada por continuos abanicos aluviales que depositan materiales de origen continental con conglomerados, areniscas, arcillas y carbonatos y una sedimentación evaporítica con yesos y carbonatada con margas y calizas (Peña Monné y Lozano, 2004).

- El **Sistema Ibérico** se extiende a lo largo de 400 km entre la Sierra de la Demanda y el Mediterráneo. Las cotas más altas superan los 2000 m aunque son más frecuentes las mesetas aplanadas en torno a los 1500-1600 msnm. Se compone principalmente de calizas y dolomías secundarias mientras que los materiales terciarios, principalmente yesos y calizas, aparecen en pequeñas cuencas o fosas tectónicas. En su evolución geomorfológica destaca el desarrollo de grandes superficies de erosión durante el Terciario que da lugar a las amplias parameras calcáreas de la ibérica turolense y la karstificación (Peña Monné y Lozano, 2004).

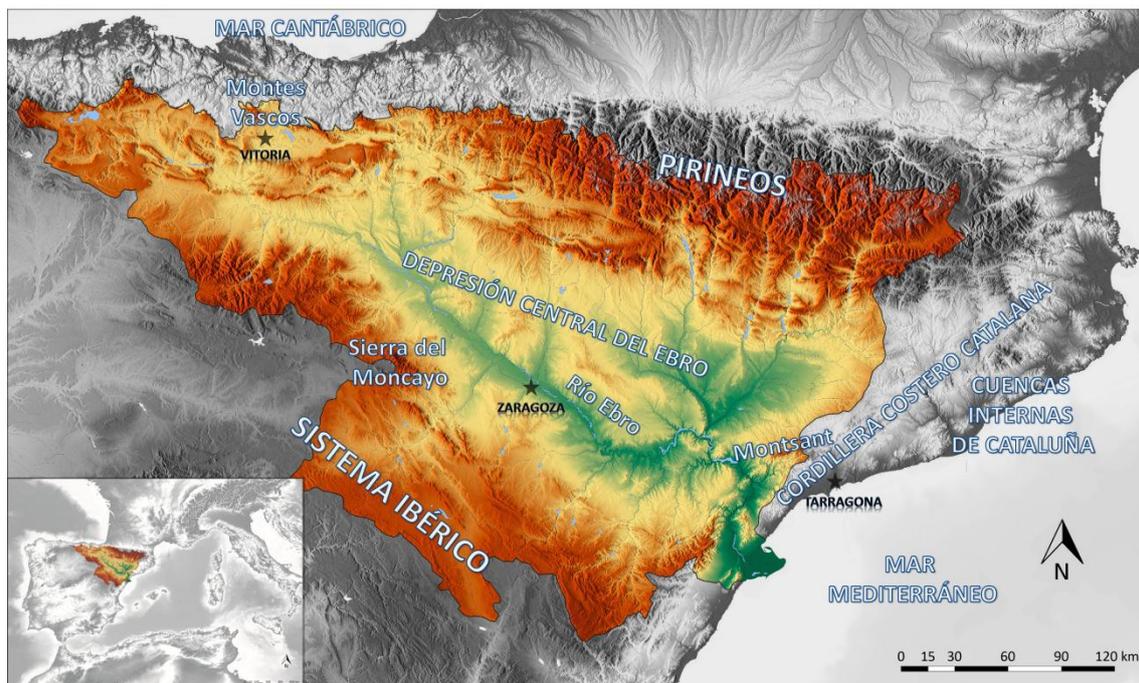


Figura 0. Localización de la cuenca hidrográfica del Ebro (en color) en el occidente mediterráneo (blanco y negro).

1.2. CONTEXTO BIOGEOGRÁFICO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA.

En la Península Ibérica se documenta la existencia de las dos grandes regiones biogeográficas europeas, la Eurosiberiana y la Mediterránea. Estas regiones constituyen dos grandes unidades con rasgos climáticos, florísticos y paisajísticos característicos y diferenciados. Dentro de ellas se desarrollan una serie de especies vegetales con afinidades en cuanto a su origen, exigencias ecológicas y coincidencia de sus áreas de distribución y que van a caracterizar la vegetación eurosiberiana y mediterránea (Costa et al., 1997). La extensión del territorio sometido a la influencia de ambas es muy desigual. Mientras que a la región Eurosiberiana sólo pertenecen algunas comarcas luso-galaico-cantábrico-pirenaicas, el resto del territorio pertenece a la región Mediterránea (Figura 1).



Figura 1. Mapa biogeográfico de Europa y la Península Ibérica a partir de Rivas Martínez et al., 2004.

El principal factor modelador del paisaje en latitudes templado-cálidas es el régimen hídrico (Costa et al., 1997), lo que genera los conceptos de *mediterraneidad* frente a *atlanticidad* u *oceanidad*. El clima mediterráneo se caracteriza por la existencia de un período más o menos largo de sequía estival o aridez, pero también es extremadamente variado en lo que a precipitación y temperatura se refiere. Según la precipitación media anual (P), se pueden distinguir en cada piso una serie de *ombroclimas*, que ejercen una influencia directa sobre la composición de la vegetación actual (Figura 3) (Rivas Martínez, 1987). Esta se organiza dentro de una región biogeográfica en función de los diferentes pisos bioclimáticos que se suceden en una cliserie altitudinal y latitudinal. Las tipologías más utilizadas para la Península Ibérica son las propuestas por Ozenda (Ozenda, 1975) y Rivas Martínez (Rivas Martínez, 1982; 1987; Rivas Martínez et al., 2004).

La zonación de la vegetación tiene un valor universal, pero la definición y denominación de estos pisos se adapta a las peculiaridades de cada región corológica. En la región mediterránea se distinguen los siguientes pisos bioclimáticos, en base a una serie de parámetros termoclimáticos (T: temperatura media anual, m: media de las mínimas del mes más frío, M: media de las máximas del mes más frío, tm: temperatura media del mes más frío, It: índice de termicidad, H: número de meses con posibles heladas) (Rivas Martínez, 1987; Fernández González, 1997; Alcaraz et al., 1999; Rivas Martínez et al., 2004):

- *Termomediterráneo. T: 17/19, m: 4/10, M: 14/18, tm: >9, It: 350-470, H XII-II.*

Se extiende principalmente por las zonas litorales. Su límite altitudinal por lo general no supera los 400 msnm y su límite latitudinal está en torno a los 40°. La temperatura media anual oscila entre 17 y 19°C. Las precipitaciones son muy variables, pudiendo aparecer climas de tipo húmedo a semiárido (200-1600 mm). La vegetación termomediterránea está formada por matorrales tipo maquia o garriga y bosques esclerófilos. Las especies vegetales que lo caracterizan son el algarrobo (*Ceratonia siliqua*), el acebuche (*Olea europea* var. *sylvestris*) y el palmito (*Chamaerops humilis*) (Ozenda, 1975). La gran diversidad ombroclimática y edáfica que caracteriza este piso bioclimático permite usos del territorio muy variados aunque es especialmente apto para la agricultura (Bernabeu et al., 1993). Este piso se localiza en el valle del Ebro exclusivamente en su desembocadura.

- Mesomediterráneo. T: 13/17, m: -1/4, M: 9/14, tm: >9, It: 210/350, H X/IV.

Se extiende ampliamente por el territorio peninsular. La temperatura media anual oscila entre 13 y 17°C y los inviernos son frescos. Este piso bioclimático constituye en la actualidad el dominio del encinar (*Quercetum ilicis*), siendo la encina (*Quercus ilex*) la especie vegetal más característica. En zonas semiáridas es sustituida por la coscoja (*Quercus coccifera*) y sobre substrato silíceo es sustituida por el alcornoque (*Quercus suber*). En las zonas septentrionales de la región mediterránea estos alcanzan los 600 o 700 msnm. También cuentan con un amplio desarrollo en este piso climático los pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino piñonero (*Pinus pinea*) y pino rodeno (*Pinus pinaster*), algunos de los cuales también viven en el piso termomediterráneo, aunque las especies más características de este piso no soportan las heladas invernales mesomediterráneas (Ozenda, 1975). Se trata de un piso bioclimático con un gran potencial para el uso agrícola y ganadero. Los valles mesomediterráneos son excelentes para el cultivo del cereal, la vid, el olivo y el almendro. Además, la vegetación de este piso da lugar a buenos pastos para el ganado ovino, caprino y porcino (Bernabeu et al., 1993). El piso bioclimático mesomediterráneo ocupa gran parte del valle del Ebro, ocupando la Depresión central y ambos piedemontes.

- Supramediterráneo. T: 8/13, m: -4/-1, M: 2/9, tm: >4, It: 60/210, H IX/VI.

Se extiende por parte de la submeseta norte y la media montaña mediterránea. La temperatura media anual oscila entre 8 y 13°C y los inviernos son largos y rigurosos. De nuevo el régimen de precipitación es muy variable, pudiendo aparecer climas de tipo seco a hiperhúmedo (de 350 a más de 1600 mm). En el norte peninsular las condiciones supramediterráneas aparecen en torno a los 700 msnm. La vegetación que caracteriza a este piso son los robles de hoja caduca, siendo el más abundante el roble pubescente (*Quercus pubescens*). En la parte superior aparece con frecuencia el pino negral (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*). En lo que respecta al aprovechamiento del territorio, por lo general no se trata de un piso apto para las prácticas agrícolas, ya que muchas especies no son capaces de soportar el frío invernal, funcionando como un factor limitante. Sin embargo, gracias a los buenos pastos que genera la vegetación en verano, es un piso propicio para la explotación ganadera (Bernabeu et al., 1993). Se trata de un piso bioclimático bien representado en el valle del Ebro, cubriendo las áreas de media montaña en los Pirineos y el Sistema Ibérico.

- Oromediterráneo. T: 4/8, m: -7/-4, M: 0/2, tm: >0, It: -30/60, H I/XII.

Se extiende por las cumbres de las montañas mediterráneas ocupando un espacio reducido en el territorio peninsular. Está dominado por formaciones similares a las del piso montano en la región eurosiberiana. Este piso se desarrolla a partir de los 1600 msnm. Está dominado por coníferas con pinares de pino albar (*Pinus sylvestris*), pino negro (*Pinus uncinata*) y sabina albar (*Juniperus thurifera*). Sólo en las zonas más húmedas dominan las hayas (*Fagus sylvatica*) y abetos (*Abies alba*) (Ozenda, 1975).

La cliserie culmina con los pisos alpinos, en los que este estrato arbóreo desaparece y sólo encontramos pastizales y especies espinosas. Se trata de territorios poco aptos para la explotación agrícola y ganadera aunque se relaciona con algunas actividades ganaderas como la trashumancia.

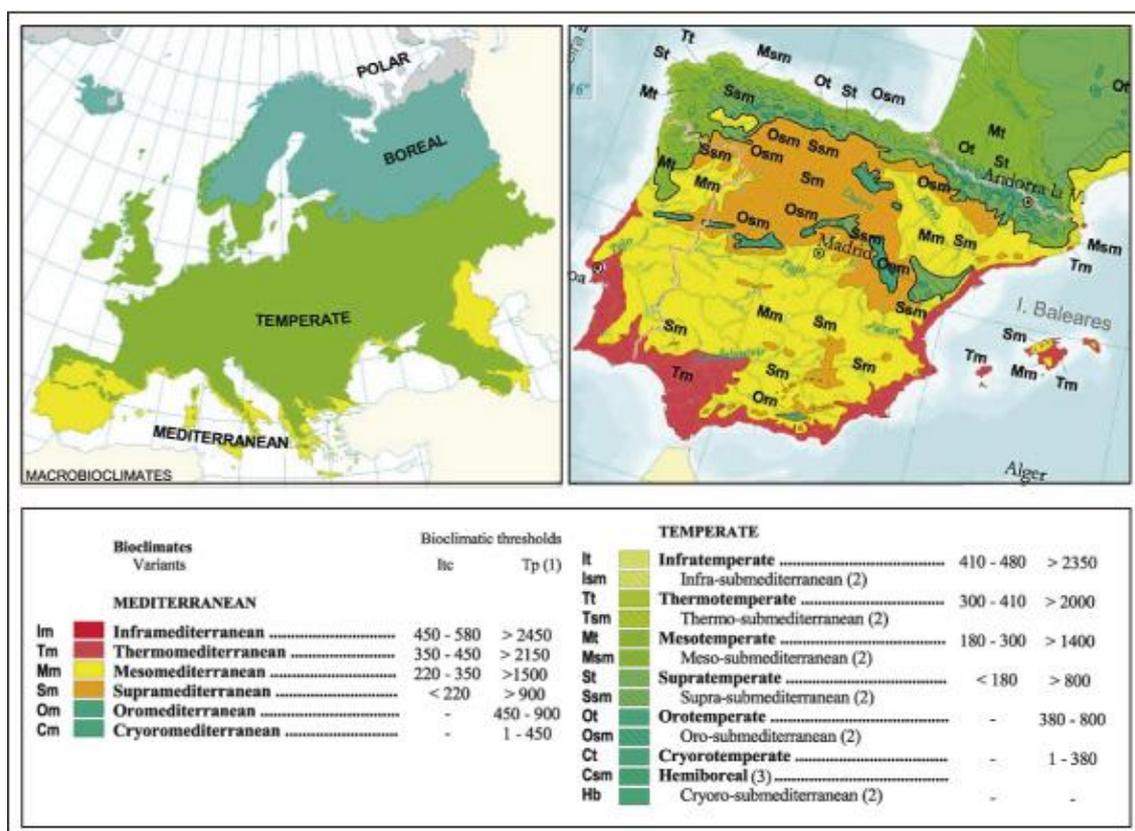


Figura 2. Mapa de los pisos termoclimáticos de Europa y la Península Ibérica a partir de Rivas Martínez et al., 2004.

1.3. VEGETACIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DEL VALLE DEL EBRO.

Como hemos visto el valle del Ebro, que constituye nuestra área de estudio, se localiza dentro de una zona de transición biogeográfica. Ubicado entre la influencia de dos mares bien distintos, el océano Atlántico y el mar Mediterráneo, climáticamente está muy por los contrastes y el efecto barrera que generan las montañas que lo rodean (Pirineos, Sistema Ibérico y Cordillera Costero-Catalana). Así, en esta gran zona deprimida por la que discurre la cuenca fluvial del río Ebro, se conforma como un mosaico biogeográfico caracterizado por una enorme diversidad de comunidades vegetales (Vidaller Tricas, 2005). La mayoría del territorio comprendido en el interior de la cueca forma parte en la actualidad de la Región mediterránea de vegetación, si bien los Pirineos constituyen el límite esta región y la eurosiberiana, estando la alta montaña pirenaica inmersa dentro de este territorio atlántico, aunque la influencia atlántica va disminuyendo de oeste a este. El resto de la cordillera pertenece al dominio submediterráneo, convirtiéndose en un ecotono o zona de transición entre ecosistemas diferentes, producto del cambio gradual de las condiciones ambientales, en el que habitualmente conviven especies propias de ambas comunidades vegetales dando lugar a una gran biodiversidad (Figura 3).

A continuación vamos a describir detalladamente las principales comunidades vegetales que dominan los diferentes pisos bioclimáticos en nuestro área de estudio (Tabla 1).

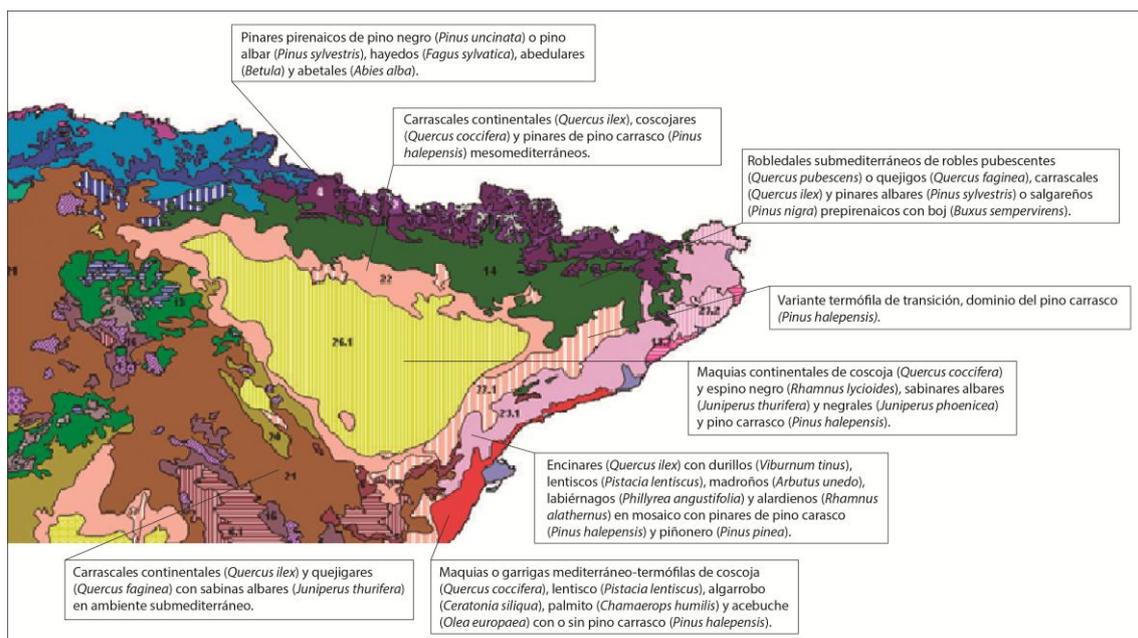


Figura 3. Recorte del cuadrante noreste del mapa de paisajes vegetales potenciales 1:1.000.000. redibujado a partir de Sainz et al., 2010.

En la **Depresión del Ebro** se diferencian tres dominios de vegetación. Esta secuencia de pisos está fuertemente condicionada por las condiciones invernales de inversión térmica que se dan en esta zona (Braun y Bolòs, 1987). Estos pisos de vegetación serían los siguientes:

- El piso de la sabina albar (*Juniperus thurifera*) con un sotobosque escaso y pobre en especies, se desarrolla por debajo de 350-400 msnm de con un clima mediterráneo estepario, dominado por la asociación vegetal *Rhamneto-Cocciferetum thuriferetosum*. Este árbol aparece raramente en la actualidad, sustituida por la estepa. Sólo en los lugares más recónditos, lejos de las carreteras y los pueblos, se pueden localizar aún algunos rodales, muy afectados por el pastoreo. La sabina albar es un árbol heliófilo y muy resistente que soporta con facilidad los rigores del clima, vientos fríos y fuertes sequías, que frecuentemente está acompañada de la sabina negral (*Juniperus phoenicea*), del espino negro (*Rhamnus lycioides*) y de trepadoras como *Asparagus acutifolius*. Los arbustos de hoja persistente los géneros *Quercus*, *Pistacea* y *Phillyrea*, quedan excluidos de este dominio a causa de las fuertes heladas invernales o primaverales por su carácter más mediterráneo. El piso de la sabina albar es el mejor representante del ambiente estepario y concentra los fenómenos y los organismos específicos de las zonas áridas y semiáridas, con la proliferación de vegetales eumediterráneos tales como *Brachypodium ramosum*, *Rosmarinus officinalis*, *Fumana ericoides*, *Thymus vulgaris*, *Asphodelus fistulosus*. Pero es el subelemento mediterráneo-estepario con sus dominantes, *Lygeum spartum*, *Stipa parviflora*, *Salsola vermiculata*, etc. el que configura el aspecto fisionómico del tapiz vegetal, acompañadas de otras especies como *Stipa tenacissima*, *Suaeda fruticosa*, *Minuartia campestris* o *Silene tridentata* entre un amplísimo conjunto de vegetales más o menos xéricos.

- El piso del pino carrasco (*Pinus halepensis*) y la coscoja (*Quercus coccifera*) se desarrolla entre 350-400 y 700-800 msnm con un clima mediterráneo semiárido, dominado según la zona por el *Rhamneto-Cocciferetum* subas. *cocciferetosum*, subas. *caricetosum humilis* o subas. *pistacietosum*. A esta altitud la vegetación esteparia se disloca y termina por desaparecer rápidamente. Un clima más benigno favorece la aparición de pequeños bosques de pino carrasco, frecuentemente parasitado por el *Viscum album*, y con un sotobosque arbustivo más o menos denso de *Quercus coccifera* o arbustos del *Rosmarino-Ericion*. Aparecen especies leñosas eumediterráneas como lentisco (*Pistacia lentiscus*), terebinto (*Pistacia terebinthus*), olivilla y olivardilla

(*Phillyrea media* y *Ph. angustifolia*), alardiena (*Rhamnus alaternus*) y coscoja (*Quercus coccifera*). Las plantas termófilas como *Cistus clusii*, *Globularia alypum*, *Coronilla minima* ssp. *major*, *Thymelaea tinctoria*, *Polygala rupestris*, etc., se refugian en este piso. En este piso aparecen algunos cultivos de regadío con olivos, los árboles frutales y las viñas.

- El piso de la encina o carrasca (*Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*) domina por encima de los 700 msnm, aunque a menor altitud en las exposiciones norte y bordeando la depresión. Así ocurre con el entorno de la ciudad de Huesca situada en el límite de la depresión a 500 msnm y emplazada en medio del piso del *Quercetum rotundifoliae*, y en las umbrías de la parte alta de la Sierra de Alcubierre, con un clima mediterráneo submontano. La degradación del encinar, del que hoy en día sólo subsisten árboles aislados, se achaca al fuerte impacto de la acción antrópica. Entre las formaciones del encinar se infiltra de forma diseminada el quejigo (*Quercus faginea*) sin llegar a constituir nunca masas. En la fase de degradación del encinar con coscoja (*Quercus coccifera*) aparecen *Rhamnus infectoria* y *Buxus sempervirens* jugando en ocasiones un papel importante. Aparecen algunas especies mediterráneo-montanas como *Narcissus juncifolius*, *Senecio provincialis*, *Scorzonera hispanica*, *Thalictrum tuberosum*, *Crepis albidia*, etc., y otras constituyentes del sotobosque como *Arctostaphylos uva-ursi*.

Los pisos superiores de vegetación, en los Pirineos y el Sistema Ibérico no se reproducen en una y otra cadena montañosa (Braun y Bolòs, 1987).

Al norte, en los **Pirineos**, los carrascales (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) forman una amplia banda en los Somontanos, entre los 400 y 1200 m de altitud aunque pino carrasco (*Pinus halepensis*) y sus acompañantes penetran con facilidad en las solanas hasta los 800 msnm dando lugar a un bosque claro, intensamente explotado e incendiado repetidamente. Según Villar y colaboradores (Villar et al., 2001), los pisos de vegetación conforme ascendemos la montaña pirenaica son los siguientes:

- El primer piso de vegetación lo componen los bosques submediterráneos de quejigos (*Quercus faginea*, *Quercus petraea* e híbridos), robles de tipo semicaducifolio que soportan bien los climas de transición, acompañados siempre de boj (*Buxus sempervirens*). En el sector más occidental pueden ir acompañados de algunas plantas subcantábricas acidófilas como *Erica cinerea*, *Erica vagans*, *Calluna vulgaris* o *Genista occidentalis*. En las roturas y bordes crecen especies leñosas como *Amelanchier ovalis*,

Viburnum lantana, *Acer monspessulanum*, *Acer campestre*, *Cornus sanguinea* o *Ligustrum vulgare*. En las exposiciones soleadas y sobre suelos pedregosos del dominio del quejigal, aparecen avanzadillas del pino laricio (*Pinus nigra* subsp. *salzmanii*) y, fruto de repoblaciones, de pino laricio de Austria (*Pinus nigra* subsp. *nigra*).

- A continuación encontramos el piso del pinar silvestre (*Pinus sylvestris*), donde las heladas son frecuentes, que crece tanto en umbrías como en solanas, sobre todo en las áreas continentales, acompañado de erizón (*Echinopartum horridum*) y gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*). En este piso el pinar comparte protagonismo con el bosque caducifolio atlántico, conformado por un hayedo (*Fagus sylvatica*) acompañado a veces de abetos (*Abies alba*), que crece en los barrancos sombríos del Alto Pirineo y aun en algunas umbrías prepirenaicas, siempre que exista una influencia oceánica en el clima. En algunos barrancos y arroyos sombríos y húmedos, en ocasiones asociados a la vegetación de ribera, crecen avellanos (*Corylus avellana*), tilos (*Tilia platyphyllos*), fresnos (*Fraxinus excelsior*), arces (*Acer opalus*, *Acer platanoides*), cerezos (*Prunus avium*), serbales (*Sorbus aria*, *Sorbus intermedia*, etc.), olmos de montaña (*Ulmus glabra*), abedules (*Betula pendula*), chopos temblones (*Populus tremula*), etc. El pino, especie invasora por antonomasia, invade habitualmente los claros tanto del quejigal como del hayedo.

- Entre los 1600 y 2300 msnm, que constituye el límite superior del bosque, crece el pinar subalpino de pino negro (*Pinus uncinata*) dando lugar a masas monoespecíficas, con un sotobosque compuesto de herbáceas en el que destacan algunas leñosas como *Juniperus communis* subsp. *alpina*, *Sorbus aucuparia*, *Rosa pendulina* o *Rhododendron ferrugineum*.

En el **Sistema Ibérico** la carrasca (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) crece hasta los 900 o 1000 msnm, alcanzando en ocasiones mayor altitud, mezclándose con el quejigo (*Quercus faginea*) al ganar altura. En este piso basal mediterráneo la vegetación está muy influida por la acción antrópica, de forma que la vegetación potencial se ve sustituida por matorrales xerofíticos como el romero (*Rosmarinus officinalis*), el tomillo (*Thymus vulgaris*) o la aliaga (*Genista scorpius*), o diversas repoblaciones de pinar. A continuación, encontramos los siguientes pisos altitudinales según Braun y Bolòs (Braun y Bolòs, 1987) y Longares (Longares, 2004):

- el piso supramediterráneo, que se desarrolla a partir de los 900 m de altitud, se caracteriza por la presencia de quercíneas, principalmente el rebollo (*Quercus pyrenaica*) y el roble albar (*Quercus petraea*) que muchas veces aparecen asociados, aunque son frecuentes también las incursiones del encinar basófilo en las zonas más bajas. En el sotobosque aparecen brezos (*Erica arborea*, *Erica vagans*, *Erica cinerea*), enebros (*Juniperus communis*) o acebos (*Ilex aquifolium*). Estas formaciones son sustituidas a veces por repoblaciones de pino albar (*Pinus sylvestris*). En el límite superior de este piso, a partir de los 1200 msnm, aparece un hayedo pobre, fitosociológicamente cercano al *Deschampsieto-Fagetum*, que aparece en aquellas zonas donde hay una marcada influencia climática eurosiberiana y alcanza en ocasiones los 1600 msnm.

- el siguiente piso de vegetación, a partir de los 1600 msnm, se caracteriza por la presencia de matorrales rastreros de enebro (*Juniperus communis* subsp. *alpina*) y sabina (*Juniperus sabina*, *Juniperus nana*) y piornales (*Cytisus balansae* subsp. *europaeus*), acompañadas de especies rupícolas como el guillomo (*Amelanchier ovalis*) o diferentes rhamnaceas (*Rhamnus alpina*, *Rhamnus saxatilis*).

Completa este complejo mosaico de vegetación la vegetación de ribera, que ligada a unas condiciones especiales de humedad en el sustrato, constituye una singularidad ambiental y paisajística dentro del marco biogeográfico general del territorio en el que se desarrolla (Costa et al., 1997). Esta vegetación azonal da lugar a formaciones vegetales de tipo galería que constituyen bandas más o menos amplias o discontinuas en las márgenes fluviales. El salgueral (*Salix eleagnos* subsp. *angustiolia*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*, *Salix atrocinera*) coloniza las gravas fluviales, aquellas zonas inundables, sometidas a las avenidas. Se trata de una línea más sosteniendo el terreno de los cauces y permitiendo la instalación del verdadero bosque de ribera, la chopera. Dentro de estas formaciones podemos encontrar un variado elenco de especies riparias como *Populus nigra*, *Salix alba*, *Clematis vitalba*, *Frangula alnus*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia*, *Corylus avellana*, *Ulmus minor*, *Acer opalus* y *Acer campestre* (Villar et al., 2001). El sotobosque es muy variable, aunque entre los componentes del estrato arbustivo hay que destacar la importancia de las rosáceas espinosas como *Crataegus*, *Rosa* o *Rubus* (Costa et al., 1997). En los fondos de barrancos también podemos encontrar estas comunidades mixtas junto a las que pueden aparecer otras especies higrófilas como *Ilex aquifolium*,

Taxus baccata, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus domestica*, *Tilia platyphyllos*, *Fagus sylvatica*, *Cornus sanguinea* o *Ligustrum vulgare* (Longares, 2004). Es también reseñable la importancia del género *Tamarix* en los paisajes ribereños del sector central de la cuenca dando lugar a formaciones abiertas de tarayales en zonas endorreicas.

	Unidad estructural		Piso de vegetación	msnm	Vegetación dominante	Contexto climático
PIRINEOS	MONTAÑA PIRENAICA	REGIÓN EUROSIBERIANA	Piso Alpino	2200	Pastizal y herbazal	Clima de montaña frío/templado húmedo/subhúmedo/se miseco Materiales graníticos, metamórficos, calcáreos, margas y calizas. 800 mm/< 12°C
			Piso Subalpino	1800	<i>Pinus uncinata</i>	
Piso Montano			1600	<i>Fagus sylvatica</i> , <i>Abies alba</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Quercus pubescens</i> , <i>Quercus faginea</i>		
Piso Colino/Supramediterráneo			1000	<i>Quercus faginea</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus nigra</i>		
	SOMONTANO PIRENAICO			700	<i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Juniperus thurifera</i>	Clima mediterráneo continental seco Conglomerados y arcillas 400-700 mm/ 12-14°C
DEPRESIÓN CENTRAL	SECTOR CENTRAL DE LA DEPRESIÓN DEL EBRO	REGIÓN MEDITERRÁNEA	Piso Mesomediterráneo	400	<i>Quercus coccifera</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Juniperus thurifera</i> , <i>Juniperus phoeniciae</i>	Clima continental muy seco con tendencia a subdesértico Inversión térmica y heladas en el sector central Calizas, materiales carbonatados y yesos. 300-400 mm/ 14-16°C
				350	<i>Juniperus thurifera</i> , <i>Juniperus phoeniciae</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i>	
			400	<i>Quercus coccifera</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Juniperus thurifera</i> , <i>Juniperus phoeniciae</i>		
			700	<i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus coccifera</i>		
SISTEMA IBÉRICO	PIEDEMONTA IBÉRICO					Clima continental seco 350-500 mm
	SERRANÍAS IBÉRICAS		Piso Supramediterráneo	900	<i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus faginea</i> , <i>Quercus pyrenaica</i>	Clima de montaña mediterránea con un fuerte matiz continental Materiales carbonatados 400-700 mm/ < 16°C
Piso Oromediterráneo			1400	<i>Fagus sylvatica</i> , <i>Juniperus thurifera</i> , <i>Juniperus sabina</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus pinaster</i>		

Tabla 1. Tabla-resumen de la distribución altitudinal de la vegetación en el valle del Ebro.

1.4. CONTEXTO PALEOAMBIENTAL

Diversos estudios, principalmente desde el campo de la palinología, han permitido documentar cambios en la distribución de la vegetación y en las condiciones paleoambientales a lo largo del Holoceno. A lo largo de este subapartado se expone un estado de la cuestión sobre los registros paleoambientales del valle del Ebro durante el Tardiglaciario y la primera mitad del Holoceno. Las secuencias polínicas procedentes de contextos arqueológicos constituyen registros parciales y aislados que generalmente cubren cortos periodos. Además, en este tipo de registros con frecuencia los investigadores se enfrentan con el problema de la esterilidad o la insuficiente preservación esporopolínica (Carrión et al., 2009), como ocurre en muchos de los yacimientos mesolíticos y neolíticos muestreados en el valle del Ebro (López García, 1992; López García y López Saez, 1996; Iriarte, 1998; 2001, 2005; 2013; González Sampériz, 2004a y b; 2014; e.p.). Sin embargo, los numerosos estudios palinológicos que se están llevando a cabo en contextos no antrópicos desembocan en la elaboración de amplias secuencias polínicas con una alta resolución y permiten conocer cada vez mejor la evolución de la vegetación desde el Tardiglaciario (Yll y Pérez Olbiol, 1992; Montserrat, 1992; Davis, 1994; Burjachs et al., 1996; Valero et al., 2000; Stevenson, 2000; González Sampériz et al., 2005; 2006; 2008; 2010; 2017; Pèlachs et al., 2007; 2011; Iriarte, 2009; Carrión et al., 2010; Pérez Sanz et al., 2013; Aranbarri et al., 2014; 2015; 2016).

El período Tardiglaciario: del Último Máximo Glaciario al inicio del Holoceno.

Durante la última glaciación, los bosques caducifolios y boreales mientras que los ecosistemas mediterráneos están dominados por estepas durante el Último Máximo Glaciario (LGM) (Yokoyama et al., 2000; Siddall et al., 2003) toda la Europa continental estaría dominada por paisajes estépicos con preeminencia de *Artemisia* y *Chenopodiaceae* (Huntley y Birks, 1983), mientras que los bosques templados, permanecerían acantonados en áreas refugio (Benett et al., 1991; Willis et al., 2000; Willis y Van Andel, 2004; Parducci et al., 2012). Estos refugios se localizarían cerca del mar (Pons y Reille, 1988; Brewer et al., 2002; Carrión et al., 2003) o en altitudes bajas y medias del sur de Europa (Willis, 1994; Tzedakis et al., 1997; 2002) donde la topografía local permite desplazamientos altitudinales rápidos como respuesta a las rápidas fluctuaciones de temperatura y humedad que caracterizan al período Tardiglaciario (Walker, 1995; Isarin y Renssen, 1999; González Sampériz et al., 2002; Valero et al.,

2004). La fase interestadial que conocemos como Tardiglacial (Blockley et al., 2012) comienza con el final del LGM en torno al 17000-16000 cal BP, que supone un incremento progresivo de la temperatura de la superficie del océano y el flujo de humedad hacia los continentes. El aumento de las temperaturas tanto en verano como en invierno hasta unos valores casi equivalentes a los actuales supondría un aumento de las diferencias estacionales y la continentalidad en determinadas áreas geográficas, como es el caso del sector central del valle del Ebro, que como han planteado algunos investigadores pudo funcionar como un refugio de vegetación tardiglacial donde se acantonarían formaciones vegetales susceptibles de estos cambios rápidos (González Sampériz, 2004; González Sampériz et al., 2004). Este período supone la progresiva recuperación de los ecosistemas con la también progresiva colonización del paisaje por elementos arbóreos, que se desarrollan especialmente durante las fases atemperadas de Bölling y Allerød (14500-12900 cal BP). No obstante, esta recuperación sufre una serie de retrocesos debido a pulsos climáticos áridos, como el Dryas Antiguo o Evento de Heinrich 1 (Clark et al., 2001) (16500-14500 cal BP) o el Dryas Reciente (Broecker et al., 1989; Li y Piper, 2015) (12900-11700 cal BP).

Durante el Último Máximo Glaciar los registros disponibles sugieren climas fríos y por lo general secos a pesar de la gran variabilidad hidrológica que caracterizó el final del último período glacial en la Península Ibérica (Morellón et al., 2009; Moreno et al., 2012; Vegas Vilarrúbia et al., 2013). En el valle del Ebro se desarrollaría una vegetación abierta y esteparia caracterizada por la presencia de *Artemisia*, *Chenopodiaceae* y otros elementos heliófilos. Los taxones caducifolios quedarían restringidos a determinadas áreas que funcionarían como refugios de vegetación (González Sampériz et al., 2017). La mejoría climática que supone el interestadial de Bölling-Allerød trae consigo algunos cambios en el paisaje. Los paisajes abiertos dominados por herbáceas heliófilas continúan dominando las altitudes elevadas salpicadas por una creciente cantidad de manchas de coníferas (principalmente *Pinus* sp. acompañados de *Juniperus* sp. en el área pirenaica, no así en la ibérica) (Aranbarri et al., 2014) que serán progresivamente reemplazadas por taxones pioneros como *Betula* sp. y *Corylus avellana* (Montserrat, 1992; González Sampériz et al., 2006; Gil Romera et al., 2014). En las zonas más bajas, un balance hídrico más positivo que en las fases precedentes (Morellón et al., 2009) permite el desarrollo de *Quercus* sp. y otros mesófitos, probablemente como consecuencia de su expansión en altitud y lejanía a

áreas de refugio, indicando el establecimiento de temperaturas más cálidas y condiciones más húmedas (González Sampérez et al., 2017)

El Holoceno Temprano: rupturas y continuidades en una etapa de transición climática.

El periodo que conocemos con el nombre de Holoceno, término utilizado por primera vez por P. Gervais (1867) y adoptado como unidad de tiempo geológico en el Congreso Geológico Internacional de 1885, comienza con la última transición glacial-postglacial, en el 11700 cal BP, según fecha aceptada por la Comisión Internacional de Estratigrafía, y se extiende hasta el presente. La primera mitad del Holoceno, constituye la etapa formativa de este periodo, en la cual se establecen el clima y los ecosistemas actuales, aunque no de manera simultánea en todas las regiones, lo que da lugar a fuertes contrastes regionales a veces en muy corta distancia (Roberts, 1989). Siguiendo la subdivisión crono-estratigráfica propuesta por Walwer (Walker et al., 2012), ésta comprende el Holoceno Temprano (11700-8200 cal BP) y Medio (8200-4200 cal BP). La visión idealizada de este periodo nos haría pensar en una evolución vegetal ascendente y progresiva hasta el llamado Óptimo Climático Holoceno (8000-5000 cal BP) (Carrión et al., 2010; Pérez Obiol et al., 2011; Sadori et al., 2011), momento en que los diagramas polínicos registran la máxima expansión del bosque. Sin embargo, la imagen de estabilidad climática que ha acompañado tradicionalmente al Holoceno se ve contestada por la definición de abruptos cambios climáticos reconocidos a escala global (Bond et al., 1997; 1999; Mayewski et al., 2004) y que han sido detectados en el valle del Ebro por diversos autores (Davis, 1994; Gutiérrez Elorza y Peña Monné, 1998; Valero et al., 2000; Pérez-Sanz et al., 2013; Aranbarri et al., 2014; González Sampérez et al., 2017; entre otros). Estos cambios climáticos abruptos holocenos se traducen en eventos áridos y fríos con una periodicidad de en torno a 1500 años: 11.000, 10.300, 9.400, 8.100, 5.900, 4.300, 2.800, 1.400 y 400 cal BP (Bond et al., 1997; 2001) (Figura 4). La inestabilidad climática (Bond et al., 1997; 1999; Mayewski et al. 2004) que caracteriza el inicio del Holoceno se ve agravada en nuestra área de estudio por los fuertes contrastes topográficos, geográficos y climáticos entre la depresión central y los elevados rebordes montañosos (Peña Monné y Lozano, 2004), condicionando la gran complejidad de los paisajes postglaciares que revelan los estudios paleoambientales en el valle del Ebro (González Sampérez et al., 2017).

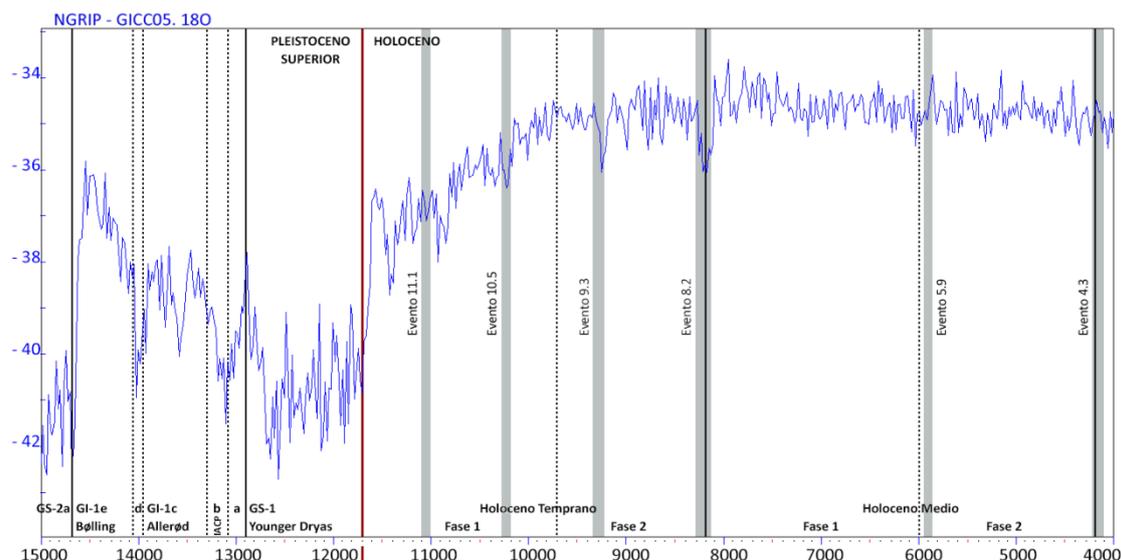


Figura 4. Representación de la variabilidad climática a escala global según la curva climática NGRIP y su posible correlación entre los cambios climáticos abruptos holocenos de Bond (1997; 2001).

Durante el Holoceno Temprano (11700-8200 cal BP), una vez las condiciones climáticas lo permiten, hay una rápida expansión de los bosques templados a partir de los mencionados refugios de vegetación a nivel europeo (Huntley y Birks, 1983; Roberts, 1989). El subsecuente retorno de los ecosistemas forestales al inicio del Holoceno se conoce como *Reconquista forestal* y está bien documentado a través de la palinología). Las especies forestales, en un primer momento aquellas conocidas como especies pioneras o colonizadoras, se desplazan para ocupar los espacios libres disponibles, muchas veces de forma desordenada, documentándose en los registros polínicos un enorme incremento de la biomasa vegetal disponible (Carrión et al., 2010; Pérez Obiol et al., 2011; González Sampériz et al., 2017). La tundra y la estepa desaparecieron y el bosque boreal quedó relegado al norte de Europa, mientras que el bosque mixto caducifolio pasó a constituir la vegetación dominante en gran parte de la Península Ibérica. La máxima expansión de los bosques planifolios deciduos se documenta a partir del 9500-9000 cal BP (Carrión et al., 2010; Pérez Obiol et al., 2011; González Sampériz et al., 2017).

El Holoceno comienza en el valle del Ebro con valores extremadamente altos de coníferas, principalmente pino (*Pinus* sp.), junto con la persistencia a largo plazo de xerófitos, como *Artemisia*, y heliófilos, así como la escasa presencia de árboles templados, tanto en las tierras bajas como en las altas altitudes de la montaña ibérica y pirenaica (Montserrat, 1992; Peñalba, 1994; Bujarchs et al., 1996; Stevenson, 2000;

González Sampérez et al., 2006; Pérez Sanz et al., 2013; Pérez Sanz, 2014; Aranbarri et al., 2014). El inicio del Holoceno en estas áreas se caracteriza por un fuerte contraste estacional que desemboca en unas condiciones climáticas continentales extremadamente altas, fuertes sequías estivales, nivel de los lagos más bajos, que unidos a la ausencia de suelo bien desarrollado favorecerían la dominancia de coníferas (Carrión et al., 2010). La pervivencia de estas formaciones forestales, que convierte al pinar en el elemento hegemónico durante todo el inicio del Holoceno en el valle del Ebro (González Sampérez, 2004), al igual que ocurre en otros territorios del interior peninsular, como la Meseta central, constituye el principal aspecto distintivo de las áreas continentales de la Península Ibérica (Carrión et al., 2001; Rubiales et al., 2010; Aranbarri et al., 2014).

La disminución de las formaciones herbáceas estépicas y el rápido desarrollo de caducifolios en las áreas de montaña procedentes de refugios de vegetación próximos se produjeron a partir del 9500 cal BP. Las secuencias ibéricas y pirenaicas revelan la expansión de taxones pioneros como el abedul (*Betula* sp.) en áreas montañosas con una influencia climática eurosiberiana y otros mesófitos como el avellano (*Corylus avellana*) o el roble (*Quercus* sp. caducifolio) en altitudes medias (Julià et al., 1998; Stevenson, 2000; González Sampérez et al., 2006; Pérez Sanz et al., 2013; Pérez Sanz, 2014). En el sector central de la depresión proliferan los indicadores estépicos propios de un clima mediterráneo de tendencia continental, aunque el inicio del Holoceno sería un período relativamente húmedo también en este territorio. Aparecen formaciones arbóreo-arbustivas más o menos abiertas en las que los taxones mediterráneos cobran protagonismo, con un amplio desarrollo de enebrales/sabinares (*Juniperus*) y encinares/coscojares (*Quercus* tipo *ilex*) acompañados de vegetación riparia (Davis, 1994; Valero et al., 2000; 2004; González Sampérez et al., 2004; González Sampérez et al., 2008).

El Holoceno Medio: entre el Óptimo Climático y el inicio del impacto antrópico.

A partir del conocido evento frío y árido del 8.2 (Alley y Agustsdóttir, 2005), que da inicio al Holoceno Medio, se producen grandes cambios en la composición de los paisajes vegetales mediterráneos (González Sampérez et al., 2017). Un aumento de la estacionalidad provocado por un cambio en el régimen de precipitación parece ser el factor más importante que favorece la expansión de los bosques de frondosas durante

este período (Sadori et al., 2011). El progresivo aumento de la temperatura y la humedad desde el inicio del Holoceno dan lugar a lo que se conoce como Óptimo Climático, cuando el bosque alcanza su máxima expansión en la región de vegetación mediterránea (Carrión et al., 2010; Pérez Obiol et al., 2011; Sadori et al., 2011).

Este periodo benigno favoreció el rápido desarrollo de un paisaje de encinares (*Quercus ilex*) y quejigares (*Quercus faginea*) a nivel peninsular (Carrión et al., 2001; 2004; Vegas et al., 2010; Pérez Sáenz et al., 2013; Pérez Sanz, 2014; Caruso y Piqué, 2014; Tallón Armada et al., 2014, Revelles et al., 2015, Burjachs et al., 2016).

En el valle del Ebro, el registro polínico de la laguna de Estaña (Pérez Sanz, 2014) está mostrando esta misma tendencia de la vegetación, con la sustitución de *Corylus avellana* por *Quercus* de tipo perennifolio y semicaducifolio, lo que sugiere un aumento significativo de las temperaturas invernales y un cambio en el régimen de precipitación (Morellón et al., 2009). En cotas más altas se produce una expansión del bosque caducifolio (Montserrat, 1992; González Sampériz et al., 2005; Plà y Catalán, 2005; Pérez Sanz et al., 2013), mientras que los pinares ascienden en altitud provocando un ascenso del piso de vegetación subalpino (González Sampériz et al., 2017). En las cotas bajas, una mayor aridez en el clima con un descenso en el nivel de los acuíferos y un balance hídrico más deficitario en la región parecen ser responsables de la retirada del bosque y la expansión de *Pinus halepensis*, revelando la expansión de formaciones abiertas y el comienzo del impacto de la actividad antropogénica en el paisaje vegetal (González Sampériz, 2004). Las llanuras litorales al sur del río Ebro, tal como revela el análisis polínico de Amposta (Follieri et al., 2000), estuvieron ampliamente ocupadas por pinares con anterioridad a 8500 cal BP, momento a partir del cual las quercíneas (*Quercus* caducifolio y *Quercus* tipo *ilex*) ganan espacios tanto en los llanos como en las vertientes de las sierras litorales.

La expansión de los bosques esclerófilos mediterráneos en la región mediterránea se documenta a partir del 6000-5000 cal BP (Jalut et al., 2000; Sadori y Narcisi, 2001; Carrión et al., 2010; Pérez Obiol et al., 2011; Roberts et al., 2011), aunque este proceso no es homogéneo en todo el territorio. Las especies más termófilas, como el lentisco (*Pistacia lentiscus*) o el olivo (*Olea europea*) o las quercíneas de tipo perennifolio (*Quercus* tipo *ilex/coccifera*) o el podrían haber sobrevivido en algunas áreas del Mediterráneo occidental como Marruecos o el sur de la Península Ibérica que habrían funcionado como refugios glaciares de vegetación (Wright, 1976; Huntley y Birks,

1983; Pons y Reille, 1986, Benett et al., 1991; Carrión et al., 2003; González Sampérez et al., 2004; Tzedakis et al., 2013 entre otros). En la conformación de la distribución y composición de las formaciones forestales actuales influyen diferentes factores como el clima, el ritmo de dispersión y migración de cada especie vegetal, su lugar de partida a partir de los refugios glaciares de vegetación, el desarrollo edáfico, la competición entre especies, las barreras fisiográficas y sin duda, el factor antrópico que ganará importancia con la llegada del Neolítico. Diversos autores han argumentado sobre la necesidad de considerar la actividad humana para comprender los cambios en la vegetación del Holoceno Medio (Rudiman et al., 2015) y de hecho los registros polínicos del área mediterránea muestran claramente procesos de deforestación contemporáneos a las ocupaciones de las primeras sociedades agrícolas (Riera y Esteban Amat, 1994; Sadori and Narcisi, 2001; Mercuri et al., 2011; Revelles et al., 2014; 2015).

En resumen, de acuerdo con la información paleoclimática disponible, factores geográficos como la altitud y la latitud habrían influido en la evolución de la cubierta forestal del sector central del valle del Ebro durante el inicio del Holoceno. Los diversos registros analizados reflejan la existencia de un paisaje diverso de tipo mosaico que ha acompañado a esta región a lo largo de toda su historia. Durante el Holoceno Temprano dominan el paisaje los bosques abiertos de coníferas, sin duda herederos de las formaciones forestales pleistocenas y tardiglaciares, en los que el pino (*Pinus*) destaca como el elemento arbóreo más importante. Los registros polínicos para este periodo muestran también diferentes estadios de desarrollo y retroceso de los bosques caducifolios, compuestos en este momento por taxones pioneros como el abedul (*Betula*), el avellano (*Corylus*) y las quercíneas (*Quercus*) y los sauces (*Salix*) a baja altitud. Durante el Holoceno Medio, que comienza tras el punto inflexión marcado por el evento 8.2, el aumento de las temperaturas invernales y un cambio en el régimen de precipitación que desemboca en una mayor estacionalidad del clima, asistiremos al retroceso de las coníferas y la gran expansión del género *Quercus*. Los taxones esclerófilos protagonizarán una expansión más tardía ligada al aumento de la aridez climática y al inicio del impacto antrópico en el medio.

Capítulo 2.

EPIPALEOLÍTICOS Y NEOLÍTICOS EL VALLE DEL EBRO: BASES ESTRATIGRÁFICAS Y CRONOLOGÍA.

En este capítulo vamos a abordar la dinámica de ocupación, el registro arqueológico, del valle del Ebro en el lapso temporal en el que queda inscrito nuestro estudio, a partir de los trabajos realizados por otros investigadores, básicamente en las últimas décadas. Con esta breve introducción pretendemos presentar tan sólo un marco general, en el que luego han de quedar integrados los materiales procedentes de los contextos arqueológicos que analizamos más adelante y que se constituye en el marco en el que se llevó a cabo el aprovechamiento de los recursos forestales. No obstante, profundizar en las problemáticas que a veces entraña el reconocimiento o la asignación industrial a través del registro arqueológico de las diferentes unidades culturales que integran a día de hoy tanto el mesolítico como el neolítico en la cuenca del Ebro, o de su periodización, desborda los objetivos planteados en este trabajo de tesis.

2.1. HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES Y POBLAMIENTO DEL TERRITORIO.

El estudio de la evolución de los complejos industriales y de las transformaciones culturales de finales del Pleistoceno y comienzos del Holoceno se ha abordado en los últimos años, aún dentro del ámbito más reducido de esta cuenca, con perspectivas cada vez más regionales. Algunos territorios de la misma partían de una situación de escasa documentación y en ellos se han llevado a cabo importantes trabajos de campo y numerosas síntesis que han acabado por proporcionar un armazón contrastado. Así ha ocurrido o está ocurriendo en el Alto Ebro, oeste de Navarra o en el Prepirineo oscense, o en el Bajo Aragón con trabajos dirigidos desde las universidades del País Vasco y de Zaragoza, que iremos citando en los párrafos siguientes. En otras zonas, como Andorra o Cataluña se ha continuado investigando en yacimientos conocidos desde las últimas décadas del pasado siglo, incorporándose, eso sí, otros nuevos.

Una primera cuestión a destacar a partir de las secuencias arqueológicas conocidas y también del, ya, importante volumen de dataciones cronométricas de que se dispone es la duración temporal de los diferentes complejos industriales, en conjunto mucho menor que la observada para cada una de las tradiciones tecnológicas del Paleolítico Superior. En este momento la dinámica evolutiva adquiere un ritmo ciertamente desconocido hasta ahora, lo que lleva a reconocer tradiciones industriales de no más de 1000 años de duración, donde se pueden aún establecer horizontes o fases, frente a los más de 5000 años de existencia de los conjuntos previos. Esto en sí nos añade un grado de

complejidad, porque como indican Aura (et al. 2006), cuando nuestro conocimiento de esta aceleración evolutiva está fragmentado por territorios y el marco cronológico carece por ahora del ajuste que precisa una discusión arqueológica instalada en esta escala temporal, es lógico anteponer y contraponer las propuestas regionales al modelo general. Sin embargo a pesar de ese carácter fundamentalmente regional de los estudios, no es menos cierto que se han identificado tendencias culturales comunes, que desarrollaremos en los siguientes párrafos, que se consideran el resultado de un alto grado de interacción entre las comunidades instaladas en este territorio.

En ocasiones los trabajos recientes también han servido para poner de manifiesto la existencia de matices y alternativas que aparentemente tienen ver con cuestiones meramente nominales; pero que en el fondo no son ajenas a la propia forma de observar los procesos culturales y su dinámica evolutiva (Aura et al., 2006) por parte de quien los investiga. Es el caso de los términos Epipaleolítico y Mesolítico. La publicación *Mesolithikum in Europa* (Gramsch, 1981) proporciona un ejemplo de ello que, aunque ya añejo, no deja de tener cierta recurrencia. Las dos primeras aportaciones de aquella obra estaban dedicadas al comienzo del Epipaleolítico (Rozoy, 1981) y al final del Epipaleolítico y comienzo del Mesolítico (Thévenin, 1981). Uno debería suponer razonablemente que esas dos contribuciones se complementaban cronológicamente, centrándose Rozoy en un periodo anterior al de Thevénien. Pero no, ambos trataban el mismo periodo. En la publicación mucho más reciente que lleva por título *El Mesolítico*, centrada esta en los conjuntos industriales de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular (Alday, 2006), también se registran esos casos de variación nominal. Y tampoco el final del periodo es ajeno a algunos problemas, dependiendo de la consideración que a su vez tenga el concepto neolítico, reconocido en algunos casos por la mera aparición de cerámica.

Por concretar, con los términos Epipaleolítico/Mesolítico designamos el conjunto de industrias del occidente europeo desarrolladas por las poblaciones cazadoras-recolectoras que habitan el continente durante el período de mejoría climática que se produce tras el fin de la última glaciación, y por ende del periodo Paleolítico, y que precederán a la instalación del Neolítico en Europa. Ambos términos se utilizan en ocasiones de manera indistinta y a día de hoy no existe un consenso en cuanto a su utilización. Sin embargo si hay cierto acuerdo a la hora de denominar (considerar) como epipaleolíticos a los conjuntos industriales de raíz magdaleniense-aziliense de edad

holocena, aunque exista una variedad de términos para referirse a esas industrias; variedad de denominaciones que no hace sino reflejar la complejidad intrínseca de un momento en el que es difícil aislar estados evolutivos “puros” (Aura 1994; Cava 2004). Esa tradición industrial vendría a transformarse “definitivamente” por la presencia de dos rasgos desigualmente repartidos: la incorporación de triángulos, segmentos y dorsos arqueados de tradición sauveterroide y el progresivo avance de un utillaje macrolítico representado por piezas con retoques en diferente posición y extensión, entre las que merecen especial mención las muescas y los denticulados. Es precisamente este segundo rasgo el que ha sido considerado como punto de inflexión hacia lo mesolítico (Alday 2004), término empleado para nombrar al complejo macrolítico de muescas y denticulados y al geométrico de tradición tardenoide (Aura, 2001). Y así vamos a procurar expresarnos en este trabajo. Quizás pueda haber un uso indistinto para referirnos a todo el periodo en un sentido amplio (cronológico), aunque privilegiaremos el término Epipaleolítico para referirnos a los conjuntos más antiguos (microlaminar, aziliense, o sauveterriense) con un enraizamiento claro en el final del Paleolítico Superior y, en la medida de lo posible, reservaremos el término Mesolítico para las etapas más recientes.

Como hemos visto en el capítulo anterior, este período cronológico se caracteriza por una serie de transformaciones paisajísticas que resultan de la mejora climática asociada al fin de la glaciación; del paso de condiciones frías y secas a ambientes más atemperados y húmedos que fueron más variables. No vamos a entrar a discutir ni a valorar las posturas sobre la correspondencia causa/efecto entre las transformaciones conductuales/culturales y su relación con los cambios ambientales; ni siquiera en el caso del origen de la domesticación de plantas y animales (el más rotundo de los cambios que acontece en esta horquilla temporal) porque no es un asunto que nos competa tratar aquí. Tan solo recordaremos que frecuentemente esos cambios ambientales han sido considerados y utilizados como factores desencadenantes de modificaciones conductuales, tanto desde posiciones deterministas (Childe, 1973; 1981) como desde posiciones más posibilistas, como las de la arqueología procesual (Binford, 1968; 1972). Por una parte parece contraintuitivo desligar los cambios culturales que se producen en esta etapa, observables tanto en la producción tecnológica como en las estrategias de subsistencia, de los importantes cambios ambientales que caracterizan este periodo de la historia de la humanidad, pero por otra es difícil determinar una

relación causa-efecto entre los factores culturales y las condiciones ecológicas cuando ciertas poblaciones parecen haber conservado sus valores paleolíticos y formas de vida casi hasta tiempos modernos. Incluso en el registro arqueológico de otras áreas del mundo observamos esta persistencia paleolítica, continuando en paralelo con las innovaciones mesolíticas (Otte, 2009).

Las sociedades cazadoras-recolectoras que poblaron Europa durante el Pleistoceno desarrollaron estrategias de subsistencia que implican un modo de vida nómada, sustentado en la movilidad estacional; un modo de vida adaptado a los ritmos de la caza y pesca y la recolección. Tal y como han enunciado algunos investigadores (Testart, 1982; Henry, 1989; Hayden, 1990, entre otros), los cazadores-recolectores holocenos, a los que se les ha aplicado el término de *especializados*, desarrollan estrategias de subsistencia basadas en la recogida y almacenaje a gran escala de una pequeña serie de recursos abundantes, fiables y estacionales, dando lugar a un mayor grado de sedentarización y a una densidad demográfica mayor (Bernabeu et al., 1993).

Aunque hoy en día el concepto de “revolución neolítica”, enunciado por G. Childe (1973, 1981), está matizado por teorías más continuistas, que abogan por la permeabilidad entre los modelos de subsistencia agrícolas y aquellos que los preceden, la adopción de la agricultura y la ganadería con la llegada del Neolítico al occidente mediterráneo en torno al 7800-7500 cal BP supondrá un cambio radical en la forma en la que los grupos humanos se relacionan con su entorno natural. Este cambio en los modos de subsistencia implica la existencia de asentamientos más estables, dando paso a un irreversible proceso de sedentarización de las poblaciones europeas, que llevarán a cabo una explotación continuada del entorno de estos asentamientos durante largos periodos, dando inicio a una fuerte perturbación antrópica de los ecosistemas mediterráneos que crecerá de forma exponencial durante el Holoceno Reciente. No obstante, aunque el desarrollo de la agricultura y la ganadería cambie sustancialmente la relación del ser humano con la naturaleza, el destino de las sociedades agrícolas continuará íntimamente ligado a los hábitats que ocupan (Roberts, 1989).

En la cuenca del Ebro se observa, entre el 14500 y el 6000 cal BP, una cierta polarización de las áreas habitadas, que coinciden con zonas periféricas de esta unidad estructural: Álava y el Norte de Navarra, el Pirineo-Prepirineo aragonés y catalán y las áreas montañosas del sureste, que incluyen zonas como el Maestrazgo, Els Ports o el Montsant, así como el Bajo Aragón. Además, las zonas más densamente pobladas se

concentran en el área de transición entre el paisaje de valle y media montaña, en torno a los 600 o 700 m de altitud, en terrenos de calizas, areniscas o conglomerados donde proliferan cuevas y abrigos que ofrecen unos requisitos de habitabilidad idóneos, muchas veces localizados en lugares estratégicos de control de pasos, confluencias entre ríos o crestas (Utrilla, 1996). Esta ubicación en un *territorio mixto*, o *territorio de transición*, permite tener un acceso inmediato a diferentes biotopos para su explotación, combinando el bosque para la caza y recolección y, en época ya más avanzada, el llano para la agricultura y ganadería (Montes et al., 2006). La llegada del Holoceno favorecerá la ocupación de estos territorios.

Sin embargo la concentración de los asentamientos conocidos y estudiados en estas áreas debe ser tomada en cuenta en un marco de interpretación más amplio. Por un lado, la práctica ausencia de vestigios de asentamientos al aire libre en las tierras bajas de la depresión central del Ebro no tiene por qué corresponderse con un vacío poblacional real, ni mucho menos, pudiendo deberse quizás a una reducción de la visibilidad de los items arqueológicos. La falta de resaltes rocosos bajo los que instalarse y la fuerte erosión que sufren los materiales de tipo sedimentario en este territorio han podido provocar el camuflaje de los yacimientos, que se convierten así en prácticamente indetectables, o aún su completa desaparición. Ejemplos de ocupación de tierras bajas y al aire libre, y de la existencia de ese posible sesgo tafonómico, pueden ser hallazgos como las cabañas mesolíticas del Cabezo de la Cruz (Rodanés y Picazo, 2013), o los poblados neolíticos de Los Cascajos (García Gazólaz et al., 2012) o Paternanbidea (García Gazólaz, 1998). Por otro lado, la intensificación de los trabajos de prospección y excavación en contextos de alta montaña en los últimos años está poniendo de manifiesto la explotación también de estas áreas, *a priori* menos favorables para el asentamiento humano. Según apuntan algunos datos, existiría una frecuentación, al menos puntual, del Pirineo axial central por parte de grupos humanos mesolíticos llegando a los 2000 msnm (Gassiot et al., 2010), aunque no es hasta el VII milenio cal BP cuando se constata un establecimiento continuado o permanente de las primeras poblaciones humanas en zonas subalpinas, en relación principalmente con la trashumancia (Gassiot et al., 2012; 2013; 2016; Rojo et al., 2013; Rodríguez Antón et al., 2016; Antolíin et al., e.p.).

Por otra parte la cuenca hidrográfica del Ebro es un eje de más de 900 km vertebrado por un gran río y sus numerosos afluentes, los cuales discurren en todas direcciones, que

se convierte en ruta de comunicación hacia la costa cantábrica y suroeste de Francia; hacia el sureste del país galo por los cursos de los ríos Cinca y Segre; hacia el Levante español a través del Maestrazgo o por el corredor del Segura; o hacia el interior de la península por el Jalón, el Iregua o por Pancorbo. La ausencia de grandes barreras geográficas en el interior de ese eje ha hecho posible la circulación de ideas, bienes y personas, constituyéndose así en una entidad territorial en la que, como se ha dicho, se reconocen ya determinados rasgos culturales desde la Prehistoria (Montes y Alday, 2012). Las evidencias de un constante aumento demográfico, que se traduce en la existencia de más de tres decenas de yacimientos con uno o más niveles datados en los inicios del Holoceno, y la formación de verdaderas redes de asentamientos que ocupan extensas áreas territoriales, han llevado a algunos investigadores a hablar de un *proceso de colonización definitiva* del territorio en esta etapa. La información arqueológica disponible en estos momentos parece apuntar a una continuidad entre las redes de poblamiento del Mesolítico Reciente y el Neolítico Antiguo (Montes y Alday, 2012). El proceso de neolitización del territorio, que incluirá la ocupación de espacios más abiertos y con mejores condiciones para la explotación agropecuaria, se verá favorecido por la existencia de un sustrato “indígena”, formado por las poblaciones mesolíticas, dotado de una movilidad que facilitará el contacto intergrupar y la circulación de bienes y de ideas, favoreciendo la rápida difusión de los elementos neolitizadores (Cava, 2004; Montes, 2007; Montes y Alday, 2012).

2.2. LOS ÚLTIMOS CAZADORES-RECOLECTORES DEL PLEISTOCENO EN EL VALLE DEL EBRO.

El proceso evolutivo de las tecnologías de estas poblaciones es un proceso unitario, ya que los rasgos generales de los grandes procesos se siguen en buena parte del suroeste de Europa, y regionalizado, puesto que cada territorio permite una especialización que le es propia y característica dentro de aquella dinámica general (Cava, 2004). Sin embargo, este carácter de etapa de transición ha provocado que durante mucho tiempo no se le tratara como un periodo con entidad propia. La obra de J. Fortea (1973) supone el primer intento de poner orden en un panorama inconexo, de información dispersa y escasa dominada por estudios con carácter regional, en base a los complejos industriales recuperados en una serie de yacimientos peninsulares. Lo básico de esta ordenación continúa todavía vigente aunque en los últimos años se han ido introduciendo matices

en la secuencia industrial (Cava, 2004). Desde hace algunos años se ha puesto especial interés en estudiar toda la secuencia Epilaleolítico/Mesolítico-Neolítico de forma unitaria favoreciendo los trabajos de síntesis (Alday, 2006; Utrilla y Montes, 2009). En la actualidad se reconoce una sucesión de distintas facies industriales que se enmarcan en un amplio espacio temporal (13500-7500 cal BP). Aunque en ocasiones han sido consideradas como parcialmente contemporáneas o dotadas de perduraciones temporales que en ocasiones dan lugar a encabalgamientos o superposiciones de facies aparentemente sucesivas, a partir de las dataciones disponibles se pueden considerar procesos evolutivos sucesivos con un espacio cronológico nuclear propio (Cava, 2004).

El Magdaleniense Superior-Final y la transición al Epipaleolítico

El Magdaleniense Superior y Final (15800-13500 cal BP) ponen fin al Paleolítico Superior en la Península Ibérica. La originalidad de esta fase en el valle del Ebro frente a las precedentes, poco representadas en este territorio, es que se produce una proliferación de yacimientos en el interior de la cuenca, especialmente en la zona prepirenaica y el Bajo Ebro (Utrilla et al., 2014). La Costa Cantábrica y el territorio costero de las cuencas internas de Cataluña se encuentran densamente poblados durante el final del Paleolítico, produciéndose la sobreexplotación de determinados elementos durante el Magdaleniense Inferior (González Sainz, 1995). La búsqueda de nuevos territorios de caza y de una diversificación en la obtención de recursos explicaría la intensificación del poblamiento en esta área colindante.

En el Alto Ebro, Atxoste (*niveles h2, g, f2, f, VII, VIIc y VIIb*) (14871±308-13602±140 cal BP) (Alday y Cava, 2006), Martinarri (*nivel 103*) (13788±143 cal BP) (Alday et al., 2012) y Anton Koba (*nivel VIII*) (13603±224 cal BP) (Barandiarán et al., 2006) presentan ocupaciones tardiglaciares adscribibles a esta etapa cultural, así como Zatoya (*nivel IIb*) (14267±266 cal BP) (Barandiarán y Cava, 1989 y 2001a) y Abauntz (*nivel e1/2r*) (14275±247-13643±151 cal BP) (Utrilla et al., 2010) en el Pirineo navarro. En el prepireneo central aragonés contamos con los yacimientos de Forcas I (*niveles 14, 13d, 13a/11b y 10*) (15776±678-13990±207 cal BP) (Utrilla y Mazo, 2007; 2014) y Legunova (*nivel q*) (14808±321-13138±102 cal BP) (Montes y Domingo, 2013), donde arrancan en este período largas secuencias de poblamiento, y la cueva de Chaves (*nivel 2b y 2a*) (15763±407-14199±562 cal BP) (Utrilla, 1995), que verá interrumpida su ocupación hasta la llegada del Neolítico. Más al este, el yacimiento de la Cova del Parco

(Mangado et al., 2006-2007) presenta una amplia secuencia estratigráfica con ocupaciones magdalenienses (*niveles II a XI*) (15898±395-14741±314 cal BP).

Otro núcleo de poblamiento para esta etapa es el que se concentra en el Bajo Ebro, esencialmente en la zona del Montsant, con los yacimientos de Colls (*nivel IV*) (14196±278 cal BP) y Hort de la Boquera (*nivel II*) (14326±266-13670±113 cal BP) (Fullola et al., 2012; García Argüelles et al., 2014) y Molí del Salt (*nivel B2 y B1*) (14820±329-13907±225 cal BP) (Vaquero, 2004). Al sur del Ebro, el hallazgo aislado de un arpón con una hilera de dientes procedente de un nivel revuelto en la cueva Bolichera en el Moncayo (Utrilla et al., 2012).

El paso de los complejos industriales del Magdaleniense Superior Final a los conjuntos epipaleolíticos más antiguos se produciría de forma progresiva y diacrónica, dando lugar a situaciones de transición. Ambos muchas veces se confunden ante la inexistencia de criterios de discriminación objetivos en el ámbito de la cultura material, más allá de la existencia o no de industria ósea y arte mobiliario (Cava, 2004). Estos primeros conjuntos epipaleolíticos, de siempre compleja adscripción, en los que domina el uso de materias primas locales, están dominados por el binomio dorso/raspador (con microgravettes, puntas curvas, dorsos triedros espesos y puntas fusiformes) (Soto et al., 2016), y son adjetivados como Epimagdalenienses, Microlaminares o Azilienses. Las evidencias más antiguas de estos conjuntos industriales aparecen en el noreste peninsular, en los yacimientos de Balma Guilanyà (*niveles K, Ej y E*) (14450±328 cal BP) (Martínez Moreno y Mora, 2009) o Balma Margineda (Guilaine y Evin, 2007; Martzluff et al., 2012), esta última en el interior de la cuenca aunque en territorio andorrano, que presenta ocupaciones a caballo entre el Magdaleniense Final y el Aziliense (*niveles 10 y 7*) (13790±174-11944±430 cal BP).

Estos conviven con algunos yacimientos adscritos Magdaleniense Superior Final, ya mencionados, y en ellos se observan cambios en la configuración industrial, con el aumento de los dorsos apuntados, curvos y espesos, o la generalización de los raspadores pequeños sobre lasca (Soto et al., 2015). Este sería el caso por ejemplo de Anton Koba (*nivel VIII*) (13603±224 cal BP), donde a pesar de la presencia de una industria lítica de rasgos paleolíticos aparecen arpones aplanados más propios del Aziliense (Armendáriz, 1997). En secuencias amplias, como la ofrecida por la Cova del Parco, paralelamente a la simplificación y microlitización de la talla se observa una

regionalización en las estrategias de aprovisionamiento de materias primas (Mangado et al., 2014).

Los conjuntos microlaminares: Aziliense, Epipaleolítico microlaminar, Sauveterroide.

El desarrollo pleno del Epipaleolítico comienza en nuestro área de estudio en torno al 13500 cal BP. El inicio del Epipaleolítico en el valle del Ebro constituye un epílogo del Paleolítico Superior con una persistencia de los modos de vida magdalenenses (Montes, 2007) y como ya hemos comentado es una etapa de una complejidad enorme en lo que respecta a la definición de las diferentes entidades industriales y culturales (Soto et al., 2015). En cualquier caso, si por algo se caracterizan los complejos industriales de este período es por su componente microlaminar (Fortea, 1973), dando lugar a diferentes horizontes microlaminares que engloban las series sauveterrienses y azilienses y propiamente microlaminares (Cava, 2004).

El área catalana constituye un lugar privilegiado en el conocimiento de este período dada la concentración de yacimientos con una cronología tardiglaciaria, donde además las labores de investigación desarrolladas han sido intensas. A pesar de ello, este territorio no es tampoco ajeno a la dificultad de atribuir al Paleolítico superior o al Epipaleolítico las ocupaciones de esta cronología (Cava, 2004). Son abundantes los yacimientos con ocupaciones adscritas Epipaleolítico microlaminar, entre los que podemos destacar podemos destacar Balma del Gai (13069±178-11421±635 cal BP) (García Argüelles et al., 2001), Balma Guilanyà (13023±192-11910±459 cal BP) (Martínez Moreno y Mora, 2009), Molí del Salt (1290±100 cal BP) (Vaquero, 2004), Font Voltada (12862±230 cal BP) (Mir y Freixas, 1993), La Cativera (12556±175 cal BP) (Morales et al., 2013), Balma Margineda (12434±355 cal BP) (Martzluff, 1995), Picamoixons (12864±100-10375±98 cal BP) (García Catalán et al., 2009), Can Sadurní (12477±169-10593±56 cal BP) (Fullola et al., 2011), Cova de la Guineu (11310±89 cal BP) (Fullola et al., 1993) o Cingle Vermell (11142±272 cal BP) (Vila, 1981).

En la cuenca del Ebro, la información relativa a este momento es todavía escasa. Está bien atestiguado en el alto y bajo Ebro pero prácticamente ausente en el Ebro medio, donde faltan horizontes sedimentarios con ocupación antrópica (Cava, 2004, Montes, 2007). Esta primera fase de ocupación epipaleolítica tardiglaciaria se documenta en algunas ocupaciones en cuevas y abrigos. En el sector más oriental de la cuenca las encontramos en Filador (*niveles 9 y 7*) (12914±103-10281±331 cal BP) (García

Argüelles et al., 2005), cuya secuencia dio nombre a las industrias más antiguas definidas por Fortea (1973), y Colls (11609±208 cal BP) (Fullola et al., 1993), ambos en el Montsant, y en els Ports con las ocupaciones más antiguas de las Cova del Vidre (*nivel 2 interior*) (12695±147 cal BP) (Bosch, 2001). Las ocupaciones en yacimientos pirenaicos de este a oeste comienzan con la Cova del Parco (*niveles Ic, Ib y Ia2*) (13339±133- 12323±219 cal BP) (Mangado et al., 2006), Forcas I (*niveles 9 y 7*) (11051±149-10628±228 cal BP) (Utrilla y Mazo, 2007), Esplugón (*niveles 5 y 6*) (9400±60-8889±93 cal BP) (Utrilla et al., 2012), Legunova (*nivel m*) (12740±59 cal BP) (Domingo y Montes, 2009), Peña 14 (*nivel d*) (12543±162 cal BP) (Montes 2001-2002), Zatoya (*nivel Ib*) (9055±293 cal BP), Abautz (*nivel d*) (10858±405 cal BP) (Utrilla y Mazo, 1993), Portugain (12280±215 cal BP) (Barandiarán y Cava, 2008), Atxoste (*niveles VIb, VIb2, e, e2*) (11267±291-10688±69 cal BP) (Alday, 2014), Mendandia (*nivel V*) (9502±30 cal BP) (Alday, 2006), Martinarri (*niveles 101 y 102*) (9486±29 cal BP) (Alday et al., 2012), Berroberia (*niveles C y D*) (12087±360-9940±178 cal BP) (Barandiarán, 1993-1994), Socuevas (*niveles III y IV*) (13033±127-10426±88 cal BP) (Soto et al., 2016). Al sur del Ebro, exclusivamente el *nivel II* de Peña del Diablo que entregó una fecha de 12720±152 cal BP (Utrilla y Domingo, 2003).

Atendiendo a las dataciones de estos conjuntos, vemos que algunas de estas industrias microlaminares con dominio de dorsos perduran hasta bien entrado el Holoceno a lo largo de toda la cuenca, solapándose con las fases mesolíticas subsiguientes, dificultando aún más la definición de estas entidades culturales (Soto et al., 2015).

Se trata de industrias en las que predominan los soportes laminares, de láminas y laminitas, en las que se acentúa la microlitización. En lo que respecta a las piezas retocadas que caracterizan el utillaje retocado existe como ya hemos comentado en la fase de transición predominan los raspadores, sobre lascas cada vez más cortas, y dorsos apuntados, frente a la mayor incidencia de las laminitas en el periodo previo. El resto del utillaje está constituido por denticulados, raederas y truncaduras. Se observa además un descenso de los buriles, así como de la industria ósea (Soto, 2014; Soto et al., 2016). Cuando en estas industrias aparecen microlitos geométricos acompañando a los dorsos que por sus tipos y dimensiones, principalmente triángulos isósceles y escalenos de pequeñas dimensiones (*hipermicrolíticos*) configurados mediante la técnica del microburil, se relacionan con el geometrismo que inaugura el Epipaleolítico al norte de los Pirineos, estas industrias se clasifican como sauveterroides (García-Argüelles et al.,

2014; Soto et al., 2015). En lo que respecta a las estrategias de aprovisionamiento de las materias primas líticas durante esta etapa parece consolidarse el proceso de regionalización, es decir, la preferencia por la explotación de recursos locales, incorporando incluso rocas de peor calidad, iniciado durante el Magdaleniense Superior Final (Mangado et al., 2006; Tarrío, 2006; Fernández Eraso et al., 2010; Martzluff, et al., 2012; Soto, 2014). Esta tendencia a la microlitización ha sido puesta en relación por algunos autores con la explotación de materias primas de menor calidad (Morales et al., 2013; Mangado et al., 2014) aunque para otros estaría relacionado con las particularidades de los modelos de organización económica epipaleolíticos (Soto, 2014).

En cualquier caso, los diferentes horizontes industriales microlaminares, considerados como un epílogo del Magdaleniense dentro de la mejoría climática del Tardiglacial y el inicio del Holoceno y que preceden a la implantación del Mesolítico Reciente en el valle del Ebro, dan lugar entre el 13500 y el 1000 cal BP a un panorama enormemente complejo y difícil de definir en el estado actual de las investigaciones.

2.3. LAS POBLACIONES CAZADORAS-RECOLECTORAS DEL HOLOCENO EN EL VALLE DEL EBRO.

La fase reciente del Epipaleolítico, lo que en sí consideramos como Mesolítico, engloba aquellas situaciones culturales previas a la neolitización, que ya no pueden ser consideradas como un mero epílogo del Paleolítico Superior, en la bonanza climática del Holoceno. En la cuenca del Ebro este periodo se compone de dos grandes etapas: el Mesolítico macrolítico o de muescas y denticulados y el Mesolítico geométrico, que se solapan durante la segunda mitad del VIII milenio BP. Estas fases están mejor representadas en la cuenca del Ebro que las precedentes, observándose un aumento del número de yacimientos conforme avanza el tiempo.

El Mesolítico macrolítico o de muescas y denticulados.

Este complejo es la unidad industrial de más reciente definición. No formaba parte del modelo secuencial del Epipaleolítico mediterráneo establecido por Fortea (1973), entre otras cosas porque no se puede esperar que una propuesta de secuencia arqueológica elaborada hace más de 40 años, a partir de una serie de datos litoestratigráficos pero sin datos radiométricos, tenga cualidades predictivas sobre un dinamismo evolutivo que era

desconocido cuando se elaboró (Aura et al., 2006), aunque a pesar de ello sí reconoció una “invasión macrolítica denticulada y nucleiforme” ajena a los episodios microlaminar y geométrico en el yacimiento de Filador (García Argüelles et al., 2005). En 1978 Barandiarán utilizó el término “campiñoide” para definir piezas de aire tosco, con delineaciones denticuladas, retoques inversos, sobre sílex de aspecto grosero aparecidas en el nivel inferior de Botiquería dels Moros (aunque también estaban presentes con ratios más bajos en el resto de la secuencia). La existencia de un nivel de carácter pre-geométrico, separado estratigráficamente de los niveles con geométricos, se registró y publicó por primera vez en el abrigo de El Pontet (*niveles g e i*), donde se recuperaron sendos lotes líticos (escasos en número) que no encontraban acomodo ni en lo microlaminar ni en lo geométrico, y que fueron asignados a un *Epipaleolítico genérico* (Mazo y Montes 1992), siguiendo la propuesta de Barandiarán y Cava para Costalena (*nivel d*) (Barandiarán y Cava, 1981). A la vez que El Pontet se presentaba el yacimiento de Font del Ros (*nivel SG*) (Terradas et al., 1992), con una industria que no encajaba en ninguna de las facies de Fortea y para el que sólo se encontraban entonces paralelos en el vecino yacimiento de Sota Palou. El epipaleolítico macrolítico, con hogares y entidad propia por su datación radiométrica en el noveno milenio se registró como tal en el nivel Ib de Forcas II (Graus) en el Alto Aragón, también a partir de un conjunto escaso de efectivos (Mazo y Utrilla, 1994; Utrilla y Mazo, 2014). El sentido de estas piezas “macrolíticas” como fósiles directores de un Epipaleolítico genérico se difundió de un modo significativo, documentándose en todo el valle del Ebro dentro de secuencias epipaleolíticas, a mediados del noveno milenio BP, precediendo a los niveles con geométricos o a techo de series microlaminares, generándose un importante volumen de aportaciones sobre todo en el alto y medio Ebro (Cava, 1994; 2001 y 2004a; Alday, 1997 y 2002; Garcia, 2001; y Barandiarán 1978; Barandiarán y Cava 1989; Mazo y Montes; 1992; Montes, 2001; 2002 y 2004; Utrilla, 1997 y 2002; Utrilla y Mazo, 1997; Utrilla et al., 1998; Utrilla y Domingo, 2002; Utrilla y Rodanés 2004). En Cataluña han sido las industrias de tipo microlaminar o sauveterriense las que tradicionalmente han copado la mayor parte de los esfuerzos de los investigadores y no fue sino hasta 2004 (Vaquero et al., 2004) que no hubo un tratamiento de conjunto sobre este “macrolitismo” en el ámbito catalán.

La celebración del Simposio Transregional sobre el Mesolítico de la Cuenca del Ebro y Litoral Mediterráneo organizado en Vitoria en 2006 (Aura et al., 2006; Fullola y García

Argüelles, 2006; Vaquero, 2006; Martínez Moreno et al., 2006; Montes et al., 2006; Alday y Cava, 2006) sirvió para una mejor concreción y caracterización de este complejo industrial. Los conjuntos adscritos a este mesolítico son unidades arqueológicas determinadas por la alta frecuencia de soportes masivos y retoques escaleriformes y muescas y denticulados entre las piezas retocadas, que constituyen una entidad geográfica, temporal y cultural (Alday, 2006). Aun así, no existe a día de hoy un consenso en cuanto a la nomenclatura, siendo las más utilizadas: *facies de fortuna*, *epipaleolítico macrolítico*, *unidad de muescas y denticulados* o *industria campiñoide*. A lo largo del texto nos referiremos a esta etapa como *Mesolítico macrolítico* o *Mesolítico de muescas y denticulados*. Estas denominaciones hacen referencia a los tipos dominantes en la industria lítica e incide en las dimensiones métricas superiores de ésta frente al microlitismo imperante en el Epipaleolítico/Mesolítico (Montes et al., 2006).

El valle del Ebro, donde se han excavado más de una veintena de yacimientos con ocupaciones adscritas al Mesolítico de muescas y denticulados (Montes et al., 2006; Cava y Alday, 2006; Fullola y García Argüelles, 2006; Soto et al., 2016), junto al litoral mediterráneo peninsular (Aura et al., 2006; Vaquero et al., 2006), constituye el área de dispersión más importante de este complejo tecno-cultural, aunque la escasa descripción de estas industrias en muchas áreas peninsulares, como el sur, la cornisa cantábrica, el interior peninsular o la costa atlántica se deba probablemente al escaso conocimiento arqueológico de este periodo (Alday, 2006).

El marco temporal en el que se desarrolla esta etapa crono-cultural es amplio. En las cuencas internas catalanas existen niveles de ocupación macrolíticos que se remontan al periodo Tardiglaciario, como el *nivel 4.7c* del Abric Agut (11660±220 cal BP) (Vaquero, 2006) coexistiendo con los registros epipaleolíticos microlaminares o sauveterroides. No obstante se ha sugerido que los resultados antiguos obtenidos en Cataluña son llamativos por varias razones: porque cuentan con discontinuidades evidentes (por referirse a un único yacimiento, el de Agut, que además no cuenta con la presencia de otras tradiciones técnicas, lo que impide integrarla en cualquier tipo de proceso de transición) y porque no encuentran réplicas en los otros entornos (Alday, 2006), en donde estos tecno-complejos no se remontan mucho más allá de los inicios del IX milenio cal BP. Las dataciones más recientes en este territorio corresponden a la Bauma del Serrat del Pont (*nivel 4.1*) (8124±55 cal BP) (Alcalde y Saña, 2008) y Can Sadurní (*nivel 19/20*) (8120±58 cal BP) (Fullola et al., 2011), lo que supondría pues casi 4000

años. El desarrollo cronológico del Mesolítico de muescas y denticulados en el valle del Ebro es algo más ajustado (10300-8400 cal BP), existiendo no obstante un desfase de más de 1500 años entre el extremo oriental y el occidental (Alday, 2006; Soto et al., 2016). Se desarrolla paralelamente al Sauveterriense medio francés al otro lado de los Pirineos, que como hemos visto cuenta con una escasísima presencia en la cuenca del Ebro (Cava, 2004), a los que en ocasiones se solapa en este territorio. Se ha planteado una evolución interna dentro del tecno-complejo, con una fase anterior al 9500 cal BP, sin presencia de elementos geométricos y con toscas piezas denticuladas, y una posterior a esa fecha, caracterizada por una mayor presencia de *ecaillés*, una mejor factura y la aparición en algunos yacimientos de los primeros geométricos (Montes et al. 2006).

La mayor parte de los asentamientos conocidos adscritos a este periodo se localizan en abrigos situados en altitudes medias que se interpretan por lo general como ocupaciones especializadas, cortas y recurrentes, de un restringido número de personas (Alday, 2006). El modelo de ocupación territorial y las pautas económicas nos varían, aunque pueda destacarse ahora la distribución de los sitios por un área geográfica más amplia, que incluye la margen derecha del Ebro; y la existencia de un poblamiento al aire libre, que constituye una novedad en este periodo, aunque los únicos yacimientos al aire libre conocidos se sitúan fuera de nuestro área de estudio, como Font del Ros y Sota Palou (Martínez Moreno et al., 2006-2007) en Cataluña o el excepcional caso de Parque Darwin (Pérez González et al., 2007; Berihuete et al., 2017) en el interior peninsular.

Gran parte de los yacimientos excavados se localizan en el Prepirineo, como ha ocurrido en las etapas precedentes. Este mesolítico aparece en Balma Margineda (*nivel 4*) (10042±174 cal BP) (Guilaine y Martzluff, 1995), Forcas II (*nivel I*) (9646±80 cal BP) (Utrilla y Mazo, 2014), Espantalobos (*nivel e*) (8771±123 cal BP) (Montes et al., 2015), Legunova (*niveles 1 y 2*) (9831±82-9163±86 cal BP) (Montes, 2004), Peña 14 (*nivel b*) (9864±203-8853±127 cal BP) (Montes, 2001-2002), Artusia (*niveles 1 y 2*) (9252±89-8566±38 cal BP) (García Martínez de Lagrán, 2015), Fuente Hoz (*nivel 4*) (9023±310 cal BP) (Baldeón et al., 1983), Atxoste (*niveles V, VI, D*) (9770±103-8592±34 cal BP) (Alday, 2014), Kanpanoste (*niveles Lahns y Lanhi*) (9173±103-8445±62 cal BP) (Cava, 2004b), Kanpanoste Goikoa (*nivel IIIinf*) (8443±71 cal BP) (Alday, 1998) y Mendandia (*nivel 4*) (8594±49 cal BP) (Alday, 2006). En el Montsant, este complejo tecno-cultural

aparece exclusivamente representado en el *nivel 2* de Filador (9510±23- 9130±119 cal BP) (García Argüelles et al., 2005).

Una de las grandes novedades del período la constituye el poblamiento de nuevas áreas, como el piedemonte ibérico, con los yacimientos de Los Baños (*nivel 2b1*) (8906±98 cal BP) (Utrilla y Rodanés, 2004), Ángel 1 (*nivel 8d*) (9402±71) y Ángel 2 (*nivel 2b*) (9312±97 cal BP) (Utrilla et al., 2009), y en el Bajo Aragón, con Costalena (*nivel d*) (Barandirán y Cava, 2000), Plano del Pulido (*nivel cm*) (Utrilla y Martínez Bea, 2008) y El Pontet (*nivel i y g*) (Mazo y Montes, 1992) donde parece que esta etapa no está datada salvo por la reciente datación todavía inédita del *nivel g* de El Pontet en el 8810±128 cal BP.

Por lo que respecta a la cultura material, durante esta fase mesolítica se restringe prácticamente a la industria lítica, que se define por los soportes tipo lasca, con una irregular presencia de *chunks*, elementos laminares y soportes nucleiformes, sobre los que se realiza un retoque principalmente simple o escaleriforme dando lugar a raederas, raspadores, muescas y denticulados, perforadores y *écaillés* como tipo principales. Las muescas y los denticulados constituyen, como hemos apuntado, el grupo tipológico mayoritario, aunque las variaciones entre yacimientos son elevadas (Aura et al., 2006; Fullola y García Argüelles, 2006; Vaquero, 2006; Martínez Moreno et al., 2006; Montes et al., 2006; Alday y Cava, 2006). La aparente reducción de la cultura material constituye una de las grandes problemáticas en la interpretación de este complejo tecnocultural. La simplificación de la cadena operativa y de la variedad tipológica instrumental genera una serie de incertidumbres en relación a la interpretación de la funcionalidad de este complejo industrial (Alday, 2006). Los escasos análisis funcionales llevados a cabo sobre estas industrias parecen desmentir la multifuncionalidad de los artefactos macrolíticos mesolíticos (Mazo, 2004) lo que ha llevado a algunos investigadores a proponer la existencia de herramientas realizadas en soportes perecederos que complementarían la funcionalidad de la industria lítica, especialmente la madera, en cuyo trabajo estarían especializados estos útiles. Para algunos investigadores la vinculación entre la industria que caracteriza el Mesolítico macrolítico y el medio forestal tupido que reflejan los registros polínicos en determinadas áreas de marcada influencia atlántica (González Sampéris, 2004a) es clara (Utrilla et al., 2009 y 2014), aunque para otros la supuesta especialización de esta industria sobre un medio forestalmente denso está totalmente descartada.

Un aspecto llamativo de los niveles macrolíticos es la persistente presencia de grandes fuegos, a veces en hogares muy bien estructurados (Montes et al., 2006). Los datos paleoeconómicos disponibles son escasos pero apuntan al desarrollo de una economía de amplio espectro que se ve favorecida por la ubicación de los campamentos en el piedemonte ibérico y el Prepirineo. En el área mediterránea tiene especial importancia la caza de lagomorfos (*Oryctolagus cuniculus*), mientras que en el área pirenaica dominan los ungulados de gran talla y las especies de tipo forestal, como el ciervo (*Cervus elaphus*), el corzo (*Rupicapra rupicapra*), el jabalí (*Sus scrofa*), el uro (*Bos primigenius*) y el caballo (*Equus ferus*). Los estudios arqueobotánicos en relación con la explotación de recursos vegetales, aunque escasos, sugieren visitas otoñales para el abastecimiento (Alday, 2006).

En lo que respecta a su estratificación con otras facies mesolíticas, los horizontes de muescas y denticulados en el valle del Ebro en ocasiones se superponen a los horizontes microlaminares relativamente inmediatos como ocurre en Filador, Balma Margineda, Mendandia, Legunova, o Atxoste, constituyendo una continuidad habitacional con o sin hiatos ya sean sedimentarios o radiocarbónicos, mientras que en otras ocasiones constituyen la base del yacimiento ante la inexistencia de ocupaciones anteriores como en Los Baños, Ángel 1 y Ángel 2, Pontet, Costalena, Kanpanoste, Kanpanoste Goikoa, etc. suponiendo el arranque definitivo de un poblamiento que continuará en el resto del Mesolítico y durante el Neolítico (Alday, 2006).

El Mesolítico geométrico

La última etapa del Mesolítico peninsular está representada por el *geometrismo clásico tardenoide*, homónimo de la región francesa de Fère-en-Tardenois (Hauts-de-France), o *de tipo Cocina*, por el yacimiento de Cocina (Valencia) en base a cuya estratigrafía definió un primer momento la división del mesolítico peninsular (Fortea, 1973), al que nos referiremos en el valle del Ebro como *Mesolítico geométrico*. Esta industria (8500-7300 cal BP) representa un cambio profundo frente a la anterior realidad industrial, y supone la recuperación de la producción laminar y una vuelta al microlitismo aunque las muescas y denticulados no desaparecen de forma brusca, sino que continúan presentes en muchos conjuntos industriales y ambas ocupaciones se solapan en sus primeros momentos de desarrollo. Esta tradición industrial conecta a la región con las contemporáneas del occidente europeo (Soto et al. 2016), a excepción parece de las

tierras más orientales, en Cataluña, ya que estamos ante un proceso de renovación de gran amplitud geográfica.

Los útiles característicos son los microlitos geométricos obtenidos mediante la técnica del microburil. Dentro del Mesolítico geométrico de la cuenca del Ebro podemos hablar de dos facies sucesivas cuya diferencia se articula en la morfología de las armaduras geométricas: una primera fase (8500-8100 cal BP) geométrica de trapecios, dominada por la incorporación masiva de trapecios de retoque abrupto, y una segunda de triángulos (8100-7650 cal BP), con equilibrio o dominio de los triángulos respecto a los trapecios, con variantes regionalizadas en la transición al Neolítico (7800-7100 cal BP) y el incremento del doble bisel (Cava, 2004a). La manufactura laminar se desarrolla bajo parámetros de gran regularidad y estandarización, exigiendo calidad en las materias primas líticas. Aunque se mantiene el aprovisionamiento local que hemos visto en etapas anteriores, se observan en algunos yacimientos del Alto Ebro gestiones diferenciadas según las variedades silíceas en función de su calidad (Cava et al., 2007-2008). La regularidad laminar se relaciona con las exigencias del nuevo armamento, formado mediante el ensamblaje de dorsos y microlitos geométricos, como decimos primero trapecios y luego triángulos. Se trata en cualquier caso de un equipamiento de dimensiones y tipología diferentes a los sauveterroides. Dentro de este complejo industrial son también abundantes las raederas y los raspadores y las láminas (Soto et al., 2016).

Esta fase mesolítica es la mejor documentada en el valle del Ebro, apareciendo en el Alto, Medio y Bajo Ebro, donde han proliferado en las últimas décadas artículos generales referidos al tema (Alday, 1999, 2002; Alday y Cava, 2009; Barandiarán y Cava, 1992, 2000; Bosch, 2001; Cava 1994, 2004, Domingo, 2005; García Martínez de Lagrán, 2015; Rodanés y Picazo, 2009; Utrilla, 1997, 2002; Utrilla et al., 1999; 2009; 2016; Utrilla y Mazo, 2007, 2014; Vaquero y García Arguélles, 2009). La explotación del territorio se lleva a cabo mediante una red de abrigo rocosos que funcionan como puntos de abastecimiento y transformación de materias primas principalmente silíceas y la presencia de emplazamientos al aire libre (Montes y Alday, 2012) como podría ser el Cabezo de la Cruz (7970 ± 67 cal BP) (Rodanés y Picazo, 2013).

Entre las ocupaciones en abrigo, algunas de las dataciones más antiguas, que como hemos dicho se solapan con las dataciones más recientes del Mesolítico macrolítico, las encontramos en el Alto Ebro con La Peña (*nivel d*) (8763 ± 170 cal BP) (Cava y

Beguiristáin, 1991-1992), Fuente Hoz (*nivel III*) (8754±173-7976±129 cal BP) (Baldeón et al., 1983) y Aizpea (*niveles I y II*) (8577±87-7684±64 cal BP) (Barandiarán y Cava, 2001b). Otros abrigos pirenaicos de la cuenca donde se documentan estas industrias son Socuevas (*nivel II*) (8399±23 cal BP) (Soto et al., 2016), Kanpanoste Goikoa (*nivel III*) (7301±83 cal BP) (Alday, 1998), Mendandia (*nivel III inf*) (8436±42 cal BP) (Alday, 2004), Atxoste (*niveles IV y IIIb2*) (7968±36-7773±50 cal BP) (Alday, 2014), Artusia (*niveles III, IV y V*) (8477±45-8012±24 cal BP) (García Martínez de Lagrán, 2015), Peña 14 (*nivel a*) (8474±73 cal BP) (Montes, 2001-2002), Rambla Legunova (*nivel 2*) (8088±57 cal BP) (Montes et al., 2015a), Valcervera (*nivel b*) (7847±61 cal BP) (Domingo y Montes, 2009), Forcas II (*niveles II y IV*) (853±58-78077±60 cal BP) (Utrilla y Mazo, 2014), Esplugón (*niveles 3 inf y 4*) (8424±26-7784±59 cal BP) (Utrilla et al., 2016) o Espantalobos (*nivel c*) (Montes et al., 2015b) (8242±54 cal BP).

Aunque se trata de un fenómeno generalizado en todo el territorio peninsular, existen algunos vacíos importantes, donde los horizontes mesolíticos geométricos se encuentran ausentes por el momento. Es llamativo el caso del territorio catalán, donde no se han documentado industrias adscribibles al Mesolítico geométrico y este período constituye un hiato cronológico (Vaquero y García Argüelles, 2009; Morales y Oms, 2012). Como ya hemos visto, en las cuencas interiores catalanas el Mesolítico macrolítico se extiende cronológicamente hasta el 8000 cal BP con las ya mencionadas dataciones de Bauma del Serrat del Pont (*nivel 4*) (8124±55 cal BP) (Alcalde y Saña, 2008) y Can Sadurní (*niveles 19/20*) (8120±58 cal BP) (Fullola et al., 2011). La llegada del Neolítico a la costa catalana se produciría en torno al 7500 cal BP (Martins et al., 2015; Oms, 2017) de forma que la ausencia de mesolítico geométrico en la región coincide con la existencia de un vacío radiométrico difícil de explicar en la actualidad. Se han esgrimido diferentes causas como cambios en los patrones del poblamiento, lagunas en las labores de prospección y excavación o procesos erosivos. Exclusivamente los yacimientos tarraconenses de Cova del Vidre (*nivel 2 central*) (8106±68 cal BP) (Bosch, 2001) en Els Ports, y probablemente el recientemente excavado de Coves del Fem (*niveles 109 a 106*) (7983±19-7563±30 cal BP) (Palomo et al., e.p. a, b y c) en el Montsant, ambos en el interior de la cuenca hidrográfica del Ebro, presentan complejos industriales adscribibles a facies mesolíticas acompañadas de dataciones radiocarbónicas coherentes.

Otro llamativo vacío radiométrico es el que se produce en la Bajo Aragón. Los valles del Martín, Guadalope y Matarraña, al sur del Ebro, constituyen uno de los núcleos más potentes y antiguos de este complejo tecno-cultural con ocupaciones como la de Ángel 1 (*nivel 8c*) (8916±95-8269±54 cal BP) (Utrilla et al., 2009), Botiquería dels Moros (*nivel 2*) (8411±32 cal BP) (Barandiarán y Cava, 2000), Los Baños (*nivel 2b3*) (8366±34-8171±92 cal BP) (Utrilla y Rodanés, 2004) o El Pontet (*nivel e*) (8167±100 cal BP) (Mazo y Montes, 1992) Ángel 2 (*nivel 2a2*) (7940±50 cal BP) (Utrilla et al., e.p.). Algunos investigadores (González Sampériz et al., 2009; Utrilla et al., 2009) han planteado, frente a la existencia de un *silencio arqueológico* en el Bajo Aragón, especialmente el valle del Matarraña, de al menos 500 años (8200-7700 cal BP) marcado por la ausencia de dataciones radiométricas y la presencia de niveles de desocupación, un posible abandono de una zona tan intensamente poblada durante el anteriormente con el impacto que podría haber tenido el evento climático del 8.2 cal BP (Alley y Agustsdottir, 2005) en este territorio tan frágil donde la evapotranspiración potencial alcanza una de las más altas cotas de la Península Ibérica en la actualidad. Según esta hipótesis, estas poblaciones se desplazarían a zonas más húmedas como el Maestrazgo o Els Ports, o incluso a zonas del Pirineo o el Alto Ebro con una pluviosidad más elevada y donde el poblamiento es intenso durante esta horquilla temporal (Utrilla et al., 2014). La decisiva influencia de la crisis de aridez del 8.2 en las poblaciones mesolíticas del valle del Ebro ha sido defendida por otros investigadores, que relacionan directamente una supuesta disminución del bosque en este momento con el cambio en la morfología de las armaduras geométricas que produce en el seno de esta etapa (García Martínez de Lagrán et al., 2014; 2015).

Es posible segregar de esta una última facies mesolítica la representada por aquellos conjuntos industriales, que plenamente inmersos en la tradición geométrica, reciben o desarrollan las primeras evidencias materiales propias de la expansión del Neolítico como son la aparición del retoque en doble bisel y las primeras cerámicas aunque no se han documentado en estas ocupaciones indicios de domesticación vegetal ni animal. Esta etapa se caracteriza por la generalización de un tipo específico de microlitos geométricos, los triángulos de espina central (tipo Cocina o Muge). Este epílogo, considerado por algunos autores un Neolítico aculturado, aparece documentado en algunos abrigos pirenaicos como Mendandia (*nivel III sup*) (8055±81 cal BP) (Alday, 2006), Kanpanoste Goikoa (*nivel III*) (7301±83 cal BP) (Alday, 1998), Aizpea (*nivel II*)

(7684±64 cal BP) o Forcas II (*niveles V y VI*) (7810±116-7613±31 cal BP) (Utrilla y Mazo, 2007), y en otros del núcleo del Bajo Aragón como Costalena (*nivel c3*) (7272±246-7192±189 cal BP) (Barandiarán y Cava, 2000), El Pontet (*nivel c inf*) (7313±77 cal BP) (Mazo y Montes, 1992), Botiquería dels Moros (*nivel 4*) (7669±43 cal BP) (Barandiarán y Cava, 2000) y Els Secans (*nivel IIb*) (sin fecha) (Rodanés et al., 1996). En este grupo podríamos englobar la ocupación más antigua del abrigo de Valmayor XI (sin fecha) (Rojo et al., 2015).

En los últimos años, algunos autores han puesto cierto énfasis en la existencia de una mayor ruptura entre las fases más antiguas (microlaminares) del Epipaleolítico/Mesolítico y las más recientes (macrolítico y geométrico), frente a una mayor continuidad entre estas últimas y el Neolítico antiguo (Cava, 2004a; Montes y Alday, 2012) con respecto a la industria lítica y las redes de poblamiento. Las redes de ocupación establecidas en el valle del Ebro desde la facies mesolítica de muescas y denticulados siguen un modelo de asentamiento en abrigos ubicados estratégicamente para asegurar la captación de recursos diversificados y se mantendrán en el Neolítico antiguo (Alday, 2002; 2006; Cava, 2004a; Montes, 2007; Montes et al., 2006; Montes y Alday, 2012).

En lo que respecta a los medios de subsistencia podemos hablar de continuidad durante todo este período. La mayor parte de los asentamientos conocidos son de pequeña extensión y se establecen en abrigos bajo roca orientadas al sur o al este e inmediatas a cursos de agua estables que se ubican en biotopos de transición valle/montaña que les permite disponer de forma relativamente inmediata de un mosaico ecológico diversificado en el aprovisionamiento de materias primas y fuentes alimenticias (Alday y Cava, 2009; Utrilla et al., 2009; Vaquero y García Argúelles, 2009; Rodanés y Picazo, 2009). Como ha ocurrido con las etapas precedentes, los datos paleoeconómicos de los que disponemos son escasos. La fauna recuperada se compone, por un lado, de especies forestales, ciervo (*Cervus elaphus*), sarrio (*Capra pyrenaica*), corzo (*Rupicapra rupicapra*) y jabalí (*Sus scrofa*), que son especialmente importantes en las áreas montañosas que nos están sugiriendo la existencia de paisajes con cierto componente boscoso en el entorno de los yacimientos. Por otro lado, otro componente importante de los registros faunísticos de este periodo son los lagomorfos (*Oryctolagus cuniculus*), presentes en todos los yacimientos pero especialmente abundantes en el Bajo Aragón, donde la presencia de fauna reconocibles es más bien escasa, con porcentajes cercanos

al 75% en algunos casos. Estos pequeños animales encontrarían el espacio óptimo para su desarrollo en los paisajes abiertos generados en aquellos territorios con mayor influencia climática mediterránea árida (Utrilla et al., 2009; 2014).

2.4. NEOLITIZACIÓN Y NEOLÍTICO EN EL VALLE DEL EBRO: LOS PRIMEROS AGRICULTORES Y GANADEROS.

El Neolítico supone la implantación de una economía productora y viene acompañado de profundos cambios en los modos de vida y la cultura material que quedan reflejados en el registro arqueológico. Como hemos visto en el apartado anterior, las primeras evidencias neolíticas aparecen en la Península Ibérica durante el VIII milenio cal BP. El *paquete* neolítico completo aparece en yacimientos costeros como Guixeres de Vilobí (7535±36 cal BP) (Oms et al., 2014), Cavet (7457±23 cal BP) (Martins et al., 2015), Cendres (7415±47 cal BP) (Bernabeu y Fumanal, 2009) o Cova de l'Or (7387±39 cal BP) (Martí, 2012) y también en el interior con cronologías muy antiguas como en el caso de la Cueva de Chaves (7628±47 cal BP sobre carbón o 7484±31cal BP sobre hueso de animal doméstico) (Baldellou, 2011; Utrilla, 2012).

Una serie de cuestiones focalizan el debate de la neolitización en la Península Ibérica y han dado pie a una cuantiosa producción científica en los últimos años. La cuestión cronológica para la irrupción del Neolítico basada en dataciones absolutas y modelos predictivos, las vías de penetración en el interior peninsular, ha dado pie a una cuantiosa producción de trabajos en los últimos años, la definición de los elementos de la cultura material que caracterizan a los primeros grupos neolíticos y el ritmo de la dispersión neolítica en relación con las comunidades mesolíticas preexistentes centran algunos de los temas de debate más controvertidos de la Prehistoria en el región mediterránea en la actualidad (García Puchol, et al., 2009; Zilhão, 2011; 2014; Morales y Oms, 2012; Alday et al., 2012; e.p.; Baldellou et al., 2012; Bernabeu y Martí, 2014; Isern et al., 2014, 2017; Utrilla et al., 2014; 2016; García Martínez de Lagrán, 2014; Martins et al., 2015; Rojo et al., 2015; Fort, 2015; Bernabeu et al., 2015; 2016; Oms et al., 2016; e.p.; Oms, 2017). En cualquier caso, al margen de estas cuestiones, en las que no vamos a entrar porque desbordan los objetivos planteados en este trabajo, la irrupción de los modos de vida neolíticos supone el punto de partida sin retorno hacia un profundo cambio social, económico y cultural (Morales y Oms, 2012) que va a influir

significativamente en la forma en la que los grupos humanos se relacionan con su entorno.

La neolitización del valle del Ebro

Como ya hemos avanzado, es posible hablar de una fase de transición, con la aparición y generalización de los primeros *elementos neolitizadores* en algunos niveles de ocupación con una economía cazadora-recolectora, como son cerámicas de diversos tipos y el retoque en doble bisel en los microlitos geométricos. El proceso de neolitización en el valle del Ebro estará fuertemente influenciado por la existencia o ausencia de un sustrato mesolítico en el territorio. La información arqueológica disponible muestra una clara continuidad en muchas de las estratigrafías. Según han propuesto algunos investigadores la llegada del Neolítico a este territorio no evidencia un desmantelamiento de las anteriores redes mesolíticas, sino que, más bien al contrario, “la instalación neolítica se apoyó en lo mesolítico” (Montes y Alday, 2012). De esta forma, la continuidad en las redes de poblamiento del Mesolítico reciente y del Neolítico antiguo, favorecería la rapidez de entrada y difusión de los *elementos neolitizadores*.

En lo que respecta al modelo de implantación del Neolítico en el valle del Ebro, esto es, la presencia de asentamientos con una economía verdaderamente productora, parece imperar el conocido como *modelo dual* (Baldellou y Utrilla, 1999; Utrilla, 2002, 2012; Utrilla et al., 2009; 2014; García Martínez de Lagrán, 2014). Este modelo diferencia la existencia de un *auténtico Neolítico* en yacimientos que pueden funcionar como focos neolitizadores, como puede ser el caso de Chaves (7628±47-7264±101 cal BP) (Baldellou et al., 2012), Vidre (7200±38-7086±58 cal BP) (Bosch, 2015b) o Vallmayor IX (7473±24-6958±39 cal BP) (Rojo et al., 2015), frente a la existencia de grupos *mesolíticos aculturados* en otras áreas, como el núcleo del Bajo Aragón o algunas zonas del pirineo, donde los yacimientos neolíticos presentan escasas cerámicas cardiales y un dominio de triángulos de doble bisel además de la ausencia de evidencias de la domesticación de plantas y animales. En este segundo caso se trata de ocupaciones en abrigo que coronan más o menos extensas secuencias mesolíticas, lo que lleva a estos investigadores a pensar más en una aculturación de poblaciones mesolíticas por contactos esporádicos con poblaciones neolíticas que en una auténtica economía agrícola o ganadera. Otros investigadores han planteado una *hipótesis funcional* (Barandiarán y Cava, 2000) para explicar esta aparente dualidad en los modelos de

asentamiento. Para éstos, las diferencias en el registro arqueológico se deberían a una diferente funcionalidad de los asentamientos. Estas últimas ocupaciones consistirían lugares de hábitat esporádico y rotatorio mientras que otras ocupaciones como la cueva de Chaves, en cuyo interior se interpreta la existencia de un verdadero poblado con actividades diversificadas (Baldellou, 2011), constituiría un hábitat permanente con la etiqueta de *verdaderos neolíticos*. La definición de estos *contextos mesolíticos con elementos neolíticos* como neolíticos es un tema no exento de debate (García Martínez de Lagrán, 2014).

El Neolítico antiguo: los primeros agricultores y ganaderos.

La industria lítica continúa privilegiando el sílex como materia prima y presentando un importante componente laminar. Los microlitos geométricos en forma de trapecios y segmentos de círculo, con la novedad del retoque en doble bisel, serán los tipos que perdurarán a lo largo de todo el Neolítico. Aparecen acompañados de elementos de hoz, hojas y hojitas retocadas y útiles de piedra pulida. Aparecen también una serie de elementos desprovistos de cualquier relación con la cultura material de los grupos mesolíticos, como una abundante industria ósea, caracterizada por los punzones, cucharas, espátulas dentadas, discos, colgantes y anillos de hueso, elementos de adorno realizados sobre diferentes conchas que forman un amplio conjunto ornamental malacológico. La aparición de una economía de producción queda atestiguada por los restos de animales y plantas domésticos.

La cultura material presenta la aparición de una novedad importantísima, la cerámica. Este elemento, y en concreto sus decoraciones, va a ser utilizado para periodizar el Neolítico en todo el Mediterráneo (Guilaine, 2007; García Martínez de Lagrán, 2014; Oms, 2017). El Neolítico antiguo de la vertiente mediterránea de la Península Ibérica se divide tradicionalmente en dos fases sucesivas basadas en la tendencia observada de sustitución de la cerámica cardial, realizadas con concha de *cardium*, por otros tipos decorativos, principalmente incisos (Bernabeu, et al., 2012). El *Neolítico antiguo cardial* constituye la primera fase y estaría caracterizado por el alto porcentaje de las decoraciones cardiales, realizadas con concha de *cardium*, generalmente superior al 50 % del total de las decoraciones cerámicas, acompañado de un llamativo barroquismo en las decoraciones. El *Neolítico antiguo epicardial o postcardial* supone una notable disminución de la importancia de la decoración cardial a favor de otros tipos decorativos. Va acompañada de una simplificación de formas, un menor cuidado de

pastas y superficies, y menor barroquismo (Bernabeu et al., 1987). En las áreas más occidentales de la cuenca del Ebro aparecen tipos cerámicos decorados con la técnica de *boquique* (Alday y Moral del Hoyo, 2012) que puede llegar a convivir con el mundo cardial en el sector central del valle (Bea et al., 2012).

Como hemos apuntado en el apartado anterior, la metamorfosis cultural que supone el proceso de neolitización fue un hecho continuo y difícilmente compartimentable (Alday et al., 2012). Según la clasificación para el Neolítico en el valle del Ebro que establecen Alday, Montes y Baldellou (Alday et al., 2012) en base a las dataciones radiocarbónicas disponibles y la cultura material, la primera fase, datada entre el 7650 y el 7250 cal BP, se caracteriza por la aparición de una serie de acciones pioneras que ponen de manifiesto la falta de uniformidad en el proceso de neolitización del territorio. En esta primera fase se incluirían los ya comentados niveles de Mendandia (*nivel III sup*) (8055±81 cal BP) (Alday, 2006b), Forcas II (*niveles V y VI*) (7810±116-7613±31 cal BP) (Utrilla y Mazo, 2007), que han entregado las dataciones más antiguas, así como Chaves (*nivel Ib*) (7628±47-7264±101 cal BP) (Baldellou et al., 2012), Balma Margineda (*nivel c3*) (7693±151-7521±134 cal BP) (Guilaine y Martzluff, 1995), Aizpea (*nivel b sup*) (7505±46 cal BP) (Barandiarán y Cava, 2001), Peña Larga (*nivel IV*) (7588±33 cal BP) (Fernández Eraso, 2012), Mendandia (*nivel II*) (7446±69 cal BP) (Alday, 2004) y Zatoya (*nivel I*) (7162±291 cal BP) (Barandiarán, 1982). En este momento se constata una continuidad poblacional, los contextos neolíticos se superponen a niveles mesolíticos, y no se conocen por el momento registros de poblados al aire libre (Alday et al., 2012).

En un segundo momento, desarrollado entre el 7250 y el 6500 cal BP (Alday et al., 2012; Gibaja y Clop, 2012), se multiplican los asentamientos conocidos en el valle del Ebro, algunos de ellos de nueva planta, lo que podría estar reflejando un aumento poblacional: Ambrolla (sin fecha) (Bea et al., 2012), Atxoste (*nivel IIIb*) (7128±92 cal BP) (Alday et al., 2012), Botiquería dels Moros (*niveles 6 y 8*) (7147±87-6889±68 cal BP) (Barandiarán y Cava, 2000), Los Cascajos (7368±40-5837±66 cal BP) (García Gazólaz et al., 2012), Costalena (*nivel c2*) (6279±49 cal BP) (Barandiarán y Cava, 2000), Chaves (*nivel Ia*) (7271±81-7023±107 cal BP) (Baldellou, 2012), Forcón (sin fecha) (Baldellou, 1985), Los Husos I (*nivel 15*) (6613±74 cal BP) (Fernández Eraso, 2007-2008), Los Husos II (*niveles IV a VII*) (6901±55-5663±54 cal BP) (Fernández Eraso, 2007-2008), Paternanbidea (6971±61 cal BP) (Sesma, 2005; García Gazólaz, y

Sesma, 2007a), El Pontet (*nivel c superior*) (sin fecha) (Mazo y Montes, 1992), Espluga de la Puyascada (*nivel II*) (6769±75 cal BP) (Baldellou, 1987), Riols (6921±140-6802±53 cal BP) (Royo y Gómez, 1996), Els Trocs (7219±31-6364±38 cal BP) (Rojo et al., 2012; 2013), Cova del Vidre (7200±38-7086±58 cal BP) (Bosch, 2015a y b).

Durante esta fase se consolidan los nuevos patrones económicos y las evidencias de agricultura y ganadería se multiplican en los asentamientos, sin que esto implique la desaparición de las prácticas de caza y recolección de animales y plantas salvajes (Zapata, 2000; Zapata et al., 2004; 2005; Peña Chocarro et al., 2013; Antolín y Jacomet, 2015). En lo que respecta a la cultura material, la industria lítica retocada no muestra diferencias con la fase precedente, mientras que los principales cambios se producen en la industria lítica pulimentada, con la aparición de hachas y azuelas. Asistimos también a un aumento en la importancia de la industria ósea, con punzones apuntados de base reservada, cucharas, y algunos elementos de carácter supuestamente simbólico (Alday et al., 2012). Se multiplican los enterramientos en fosa y aparecen las primeras necrópolis, asociadas a la estabilidad del poblamiento y la sedentarización (García Gazólaz y Sesma, 2007a y b; 2008; Utrilla et al., 2008).

En lo que respecta al hábitat y los usos del territorio durante el Neolítico antiguo en la cuenca del Ebro el registro arqueológico presenta diferentes realidades. Por un lado, los abrigos rocosos con ocupaciones mesolíticas a los que nos hemos referido en los apartados anteriores siguen ocupados durante el Neolítico Antiguo prácticamente en su totalidad, a menudo ofreciendo una línea de continuidad estratigráfica y de uso, culminando secuencias de larga ocupación (Montes y Alday, 2012; García Gazólaz et al., 2012). En estos asentamientos, los estigmas de neolitización quedan restringidos a determinadas manifestaciones, por lo general de naturaleza tecnológica mientras que los sistemas de subsistencia continúan basados en la caza, pesca y recolección de especies silvestres. Algunos ejemplos son los abrigos de Forcas II, Esplugón, Ángel 1 y 2, Aizpea, Zatoya, Mendandia o Atxoste (Barandirán y Cava, 2001a y b; Alday, 2004; Utrilla y Mazo, 2007; Domingo et al., 2009; Utrilla et al., 2010; 2016).

Por otro lado, se registran nuevas ocupaciones en cavidades de grandes dimensiones, visitadas por primera vez en este momento o tras una larga época de abandono. Estas ocupaciones quedan ligadas muchas veces a actividades secundarias como el almacenaje (Cova 120) (Agustí et al., 1987), la trashumancia y la estabulación (Cova de

la Guineu, Cova dels Trocs) (Morales et al., 2013b; Rojo et al., 2013) o la inhumación (Cova de l'Avellaner) (Bosch et al., 2015). No obstante, lo habitual en este tipo de asentamientos es la documentación de una variedad de usos y funcionalidades del yacimiento en momentos potencialmente sincrónicos (Oms et al., 2013). Muchas veces se interpretan usos compartidos del espacio no simultáneas, con importancia de los momentos de utilización como hábitat, como Cova Colomera (7086±61-6869±64 cal BP) (Oms et al., 2008; 2013), Cova del Parco (7304±236-6623±192 cal BP) (Petit, 1996), Cova del Vidre (7200±38-7086±58 cal BP) (Berguedà, 1998, Bosch, 2015a y b) o Balma Margineda (7721±139-7521±134 cal BP) (Guilaine i Martzluff, 1995). En otros casos, como la cueva de Chaves, se interpreta la existencia de un verdadero poblado en su interior (Baldellou, 2012) donde se han documentado diferentes usos y actividades relacionados con el hábitat y la inhumación (Baldellou y Utrilla, 1999; Utrilla et al., 2008; Utrilla, 2012) aunque otros usos complementarios no quedan descartados (Alcolea et al., e.p.). Al igual que ocurría con los abrigos de tradición mesolítica muchas de estas cuevas, con una clara vocación habitacional combinada con otros usos complementarios, se ubican en áreas de media y baja montaña, ocupando espacios de transición entre diferentes biotopos ecológicos que permiten el acceso a una gran variedad de recursos. Otras cuevas y abrigos menos aptos para un hábitat permanente o semipermanente ya sea por sus características o por una altitud mayor, por encima de 1000 msnm, podrían haber tenido usos específicos como el almacenaje, la inhumación, el refugio puntual a veces en zonas de paso trashumante o el aprovechamiento cinegético y ganadero del entorno. Algunos ejemplos son Cova del Coscoll, Cueva del Moro de Olvena, Cova del Sardo, Pas de la Lloba o Espluga de la Puyascada (Baldellou, 1987; Rovira y Cura, 1992; Utrilla y Baldellou, 1996; Oms et al., 2013; Gassiot et al., 2012 y 2013; Bosch, 2015a y b).

Por último, proliferan también en este periodo los poblados al aire libre en los que se constata una diversificación de actividades económicas, como Font del Ros (Pallarés et al., 1997), Plansallosa (Bosch et al., 1999), Guixeres de Vilobí (Baldellou y Mestres, 1981) o La Draga (Bosch et al., 2000). En el interior del valle del Ebro los hallazgos al aire libre son realmente escasos. Encontramos algunos ejemplos en el sector central de la cuenca como Los Cascajos (7368±40-5837±66 cal BP), Paternanbidea (6971±61 cal BP), Riols (6921±140-6802±53 cal BP), Torrollón, Fornillos o Alonso Norte (6934±32 cal BP) (Andrés y Benavente, 1989; Rey y Ramón, 1992; Royo y Gómez, 1996; Sesma,

2005; García Gazólaz, y Sesma, 2007a y b; Rodanés y Ramón, 2009; Utrilla, 2012; García Gazólaz et al., 2012) o Barranc d'en Fabra (6707 ± 138 cal BP) (Bosch et al., 1996) en la desembocadura del Ebro (Amposta). En algunos casos no se trata que de hallazgos aislados en superficie, mientras que en otras ocasiones podemos hablar de verdaderos poblados. En este caso se trata de lugares al aire libre en zonas de valles o amplios piedemontes, sin ocupación precedente con una serie de rasgos comunes como la presencia de inhumaciones dispuestas en posición flexionada dentro de fosas circulares en el área de habitación, la construcción de cabañas de planta circular levantadas con postes de madera y paredes de barro, la presencia de cereal (Peña Chocarro et al., 2005), empleo de grandes hogares en cubeta para el calentado-cocción, la hegemonía de la fauna doméstica en el registro, especialmente vacuno, la industria lítica tallada protagonizada por instrumentos novedosos como las hoces y, por supuesto, la presencia de cerámica (García Gazólaz et al., 2012).

Para algunos investigadores, la red mesolítica de poblamiento y explotación del territorio apenas se habría modificado durante el Neolítico antiguo. Los asentamientos en cuevas y abrigos, muchas de ellas con una clara vocación habitacional, combinada con otros usos complementarios aunque no necesariamente sincrónicos como la estabulación y el almacenaje, son probablemente vertebradores de la ocupación del territorio durante este período (Oms et al., 2013). Así mismo, los poblados al aire libre continuarían una tradición habitacional anterior con escasos vestigios arqueológicos reconocidos (Montes y Alday, 2012). Para otros, los asentamientos en refugios rupestres de tradición mesolítica durante el Neolítico Antiguo de la cuenca del Ebro suponen la existencia de grupos humanos en un momento determinado de su proceso de neolitización (Fernández Eraso, 2004) que desemboca en el abandono de estos refugios tradicionales a favor de aldeas o poblados al aire libre junto a sus necrópolis, lo que debe ser valorado como una verdadera ruptura (Barandiarán y Cava, 2001a).

En cualquier caso, podemos hablar para este momento de cambio económico y social de una mezcla de continuismos, abandonos y fundaciones de asentamientos, que acabará desembocando finalmente en un aumento del número de yacimientos (Alday y Montes, 2012) y la consolidación de los modos de vida sedentarios y productores a partir del Neolítico pleno que dará comienzo en torno al 6850 cal BP (Alday et al., 2012).

El Neolítico pleno o Neolítico Medio-Final

Esta etapa, que se desarrolla *grosso modo* entre el 6500 y el 5000 cal BP (Alday et al., 2012), es una de las peor conocidas en la Prehistoria del valle del Ebro. En la escasez de la información disponible confluyen una serie de factores. Por un lado, una falta de interés de la investigación en este período, que se ha tratado muchas veces como un mero epílogo de la fase anterior. Por otro lado, la desocupación de los abrigos y la generalización del poblamiento al aire libre repercute negativamente en la localización del registro. Continúa el poblamiento en algunos poblados como Los Cascajos (6435±85-5837±66 cal BP) (Sesma, 2007) o Riols (6921±140 cal BP) (Royo y Gómez, 1996). También continúan las visitas a habitats más esporádicos, ya sean abrigos, como El Pontet (*nivel b*) (6420±53-6212±247 cal BP) (Mazo y Montes, 1992; e inédito) o Costalena (*nivel c2*) (6279±49 cal BP) (Barandiarán y Cava, 2000), o cavidades, como Abauntz (*nivel c4/2r*) (6623±53 cal BP) (Utrilla y Mazo, 1996), Olvena (*nivel c5*) (Utrilla y Baldellou, 1996), Los Husos I (*niveles XV y XVI*) (7039±93-6413±66 cal BP) y Los Husos II (*niveles IV, V y VI*) (6339±42-5663±54 cal BP) (Fernández Eraso, 2007-2008), usados en ocasiones como rediles para el ganado. El final de este período, en el que aparecen las primeras sepulturas colectivas megalíticas y las primeras manifestaciones metálicas, es difícil de establecer, ya que no existe una ruptura clara en la cultura material con respecto al subsiguiente período Calcolítico (Andrés, 1998).

En el sector más oriental de la cuenca este período es mejor conocido. Esto probablemente se deba al mayor interés que la arqueología prehistórica en Cataluña ha puesto en este período. Las transformaciones son profundas y se producen en los patrones de asentamiento, las prácticas funerarias, la explotación de ciertas materias líticas, la morfología de los productos cerámicos y la circulación de ciertos bienes (Gibaja y Clop, 2012). En lo que respecta a los patrones de asentamiento asistimos al abandono de cuevas y abrigos como lugares de hábitat. Se generaliza la utilización de rocas exógenas como materia prima y se generaliza la cerámica lisa o con discretas incisiones acanaladuras o cordones, mientras que la morfología de los vasos se relaciona con los tipos poscardiales. Proliferan las necrópolis con inhumaciones en fosas y cistas generalmente individuales aunque a veces presentan más de un individuo con ajuares que incluyen objetos que se asocian a determinados individuos en función de su sexo o edad. Este mundo funerario gana gran relevancia, de forma que la compartimentación del Neolítico Medio en Cataluña se basa en las especificidades de las estructuras

funerarias que llevan a establecer la existencia de 3 facies (sepulcros de fosa del Vallès, sepulcros del Empordà y sepulcros del Solsonès). Entre los yacimientos excavados destacan Ca n'Isach (6695 ± 263 - 5801 ± 105 cal BP) (Tarrús et al., 1996), Bòbila Madurell (6380 ± 60 - 5233 ± 151 cal BP) (Martín, 1988), las Minas de Gavà (6123 ± 193 - 4921 ± 250 cal BP) (Borrell et al., 2009) o Feixa del Moro (6082 ± 332 - 5678 ± 191 cal BP) (Llovera, 1986), este último situado en el interior de la cuenca.

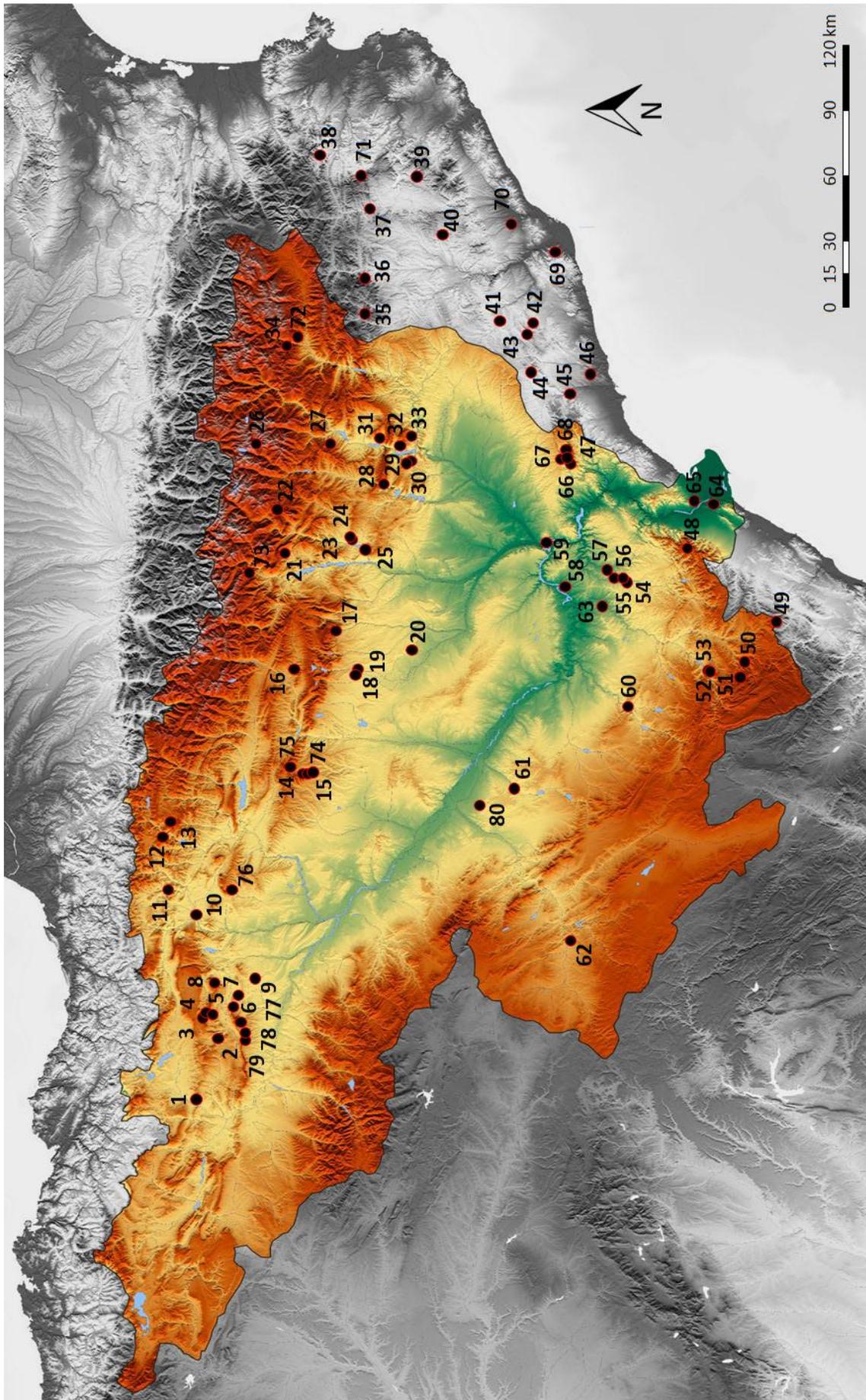


Figura 5. Mapa de la cuenca del Ebro (en color) sobre el mapa del noreste peninsular (en gris) donde se sitúan los yacimientos mencionados a lo largo del texto del capítulo 2:

(Según números correlativos) Fuente Hoz (1); Mendandía (2); Atxoste (3); Kampanoste (4); Kampanoste Goikoa (5); La Peña (6); Peña Marañon (7); Portugain (8); Los Cascajos (9); Paternanbidea (10); Abauntz (11); Aizpea (12); Zatoya (13); Peña 14 (14); Legunova (15); Esplugón (16); Chaves (17); Espantalobos (18); Fornillos (19); Torrollón (20); Espluga de la Puyascada (21); Els Trocs, Cova de (22); Forcas I (23); Forcas II (24); Moro de Olvena, Cueva del (25); Cova del Sardo (26); Cova del Cavet (27); Cova Colomera (28); Forat de Conqueta (29); Cova Gran (30); Pas de la Lloba, Cova de (31); Cova del Coscoll (32); Cova del Parco (33); Balma Margineda (34); Balma de Guilanyà (35); Font del Ros (36); Sota Palou (37); Plansallosa (38); Cingle Vermell (39); Balma del Gai (40); Abric Agut (41); Guixeres de Vilobí (42); Cova de la Guineu (43); Font Voltada (44); Picamoixons (45); La Cativera (46); Filador (47); Cova del Vidre (48); Mas Nou, Cingle del (49); Mas Cremat, Cingle del (50); Toros de Cantavieja, Cueva de los (51); Ángel 1, Abrigo de (52); Ángel 2, Abrigo de (53); Botiquería dels Moros (54); Els Secans (55); El Pontet (56); Costalena (57); Vallmayor XI (58); Riols I (59); Los Baños (60); Cabezo de la Cruz (61); Peña del Diablo (62); Plano del Pulido (63); Barranc d'en Fabra (64); Molló de la Torre (65); Colls (66); Hort de la Boquera (67); Coves del Fem (68); Gavà, Minas de (69); Bòbila Madurell (70); La Draga (71); Feixa del Moro (72); Coro Trasito (73); Rambla de Legunova (74); Paco Pons (75); Artusia (76); Peña Larga (77); Los Husos II (78); Los Husos I (79); Ambrolla (80).

(En orden alfabético): Abauntz (11); Abric Agut (41); Aizpea (12); Ambrolla (80); Ángel 1, Abrigo de (52); Ángel 2, Abrigo de (53); Artusia (76); Atxoste (3); Balma de Guilanyà (35); Balma del Gai (40); Balma Margineda (34); Barranc d'en Fabra (64); Bòbila Madurell (70); Botiquería dels Moros (54); Cabezo de la Cruz (61); Chaves (17); Cingle Vermell (39); Coro Trasito (73); Colls (66); Costalena (57); Cova Colomera (28); Cova de la Guineu (43); Cova del Cavet (27); Cova del Coscoll (32); Cova del Parco (33); Cova del Sardo (26); Cova del Vidre (48); Cova Gran (30); Coves del Fem (68); El Pontet (56); Els Secans (55); Els Trocs, Cova de (22); Espantalobos (18); Espluga de la Puyascada (21); Esplugón (16); Filador (47); Font del Ros (36); Font Voltada (44); Forat de Conqueta (29); Forcas I (23); Forcas II (24); Fornillos (19); Feixa del Moro (72); Fuente Hoz (1); Gavà, Minas de (69); Guixeres de Vilobí (42); Hort de la Boquera (67); Kampanoste (4); Kampanoste Goikoa (5); La Draga (71); La Cativera (46); La Peña (6); Legunova (15); Los Baños (60); Los Cascajos (9); Los Husos I (79); Los Husos II (78); Mas Cremat, Cingle del (50); Mas Nou, Cingle del (49); Mendandía (2); Molló de la Torre (65); Moro de Olvena, Cueva del (25); Paco Pons (75); Pas de la Lloba, Cova de (31); Paternanbidea (10); Peña 14 (14); Peña del Diablo (62); Peña Marañon (7); Peña Larga (77); Picamoixons (45); Plano del Pulido (63); Plansallosa (38); Portugain (8); Rambla de Legunova (74); Riols I (59); Sota Palou (37); Toros de Cantavieja, Cueva de los (51); Torrollón (20); Vallmayor XI (58); Zatoya (13).

Capítulo 3.

MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA ANTHACOLÓGICA APLICADA.

3.1. PLANTEAMIENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS Y PROBLEMÁTICAS ESPECÍFICAS.

3.1.1. El estudio de los carbones procedentes de contextos arqueológicos.

El trabajo desarrollado se ha sustentado en los procedimientos metodológicos propios de la antracología, una disciplina arqueobotánica que a día de hoy cuenta con un amplio recorrido de aplicación en la investigación prehistórica.

Los orígenes de la disciplina se remontan a mediados del siglo XIX, cuando el interés por los restos botánicos que aparecen en contextos arqueológicos se hace visible en los trabajos de Kunth (1826), Passerini (1864), Heer y Passerini (1865), Heer (1866), Góngora (1868), Siret (1890), Préjawa (1896), Breuil (1903), Fliche (1907), Hollendonner (1926) y Saint-Laurent (1926, 1934). Las décadas centrales del siglo XX (1940-1980) constituyen sin embargo una etapa de desarrollo, debate y maduración de la disciplina. Su proceso de maduración ha estado profundamente marcado por el debate sobre la validez de las interpretaciones paleoecológicas del registro antracológico. Durante esta etapa destacan los trabajos de Salisbury y Jane (1940), Godwin y Tansley (1941), Jones (1941), Momot (1955), Balout (1952), Santa (1961), Western (1963), Heizer (1963), Stieber (1967), Santa y Vernet (1968), Couvert (1968, 1969; 1970; 1976), Follieri (1969), Vernet (1967, 1973, 1976) y Dimpleby (1978). Es también el momento en que los avances metodológicos que permiten que la incorporación de esta técnica de análisis al estudio de los yacimientos arqueológicos se fuera generalizando a partir de la década de los años 70.

El término castellano antracología (del griego *anthrax*, *-akos*, que significa “carbón ardiente”), traducción directa del francés *anthracologie*, alude al estudio de los carbones vegetales resultantes de la combustión incompleta de la madera aparecidos en contextos arqueológicos (Vernet, 1976; Badal, 1992; Chabal, 1992; Chabal et al., 1999). Fuera de la tradición hispano-francesa no existe un término específico para referirse al estudio de los carbones arqueológicos. La tradición anglosajona utiliza los términos *archaeobotany* o *palaeoethnobotany* para referirse a cualquier disciplina encargada de la recuperación y estudio de los restos de plantas aparecidos en este tipo de contextos (Ford, 1979; Hastorf y Popper, 1988; Pearsall, 1989). No obstante, la denominación *charcoal analysis* o *wood charcoal analysis* es la más empleada hoy en las publicaciones de carácter internacional para hacer referencia a estudios de carbones vegetales

procedentes de contextos arqueológicos (Figueiral y Mosbrugger, 2000; Scheel-Ybert, 2000; Asouti y Hather, 2001; Thiébault, 2002; Figueiral y Bettancourt, 2004; Marston, 2009; Scott y Damblon, 2010; Rubiales et al., 2011; Chrzaszvez et al., 2014; Henry y Thèry Parisot, 2014; Dussol et al., 2017; Delhon et al., 2017; Diogo et al., 2017, e.p.).

El carbón vegetal se origina a partir de la combustión incompleta (o carbonización) de la parte leñosa de las plantas vasculares, esto es, la madera. Los carbones vegetales que aparecen en los yacimientos son vestigios de las plantas leñosas consumidas (en el sentido más amplio) por los grupos humanos. Por lo tanto, no se acumulan en los yacimientos a causa de procesos de deposición aleatorios (Piqué, 1999; Zapata, 2001b), sino que son un subproducto generado mediante procesos de trabajo concretos que nos informa acerca de las estrategias socioeconómicas de la sociedad que los produjo (Buxó y Piqué, 2008). Su análisis, antracoanálisis, se sustancia en su identificación botánica, lo que posibilita la elaboración de listas florísticas de las plantas consumidas. Pero no sólo eso. El registro de ciertos rastros sugestivos de alteración puede informar del estado o de las condiciones en que fue consumida y/o de procesos tafonómicos que pudieron afectarla durante su integración en el registro arqueológico. En cualquier caso, la antracología, como disciplina arqueobotánica, tiene por objeto de estudio la gestión humana de los recursos vegetales leñosos, es decir, todos los usos de la madera por parte de la sociedad que los ha consumido, así como los medios vegetales desaparecidos de los que procede la madera recolectada por los seres humanos y sus transformaciones (Chabal et al., 1999; Rodríguez-Ariza, 2005; Buxó y Piqué, 2008). Como intentaremos reflejar a lo largo de este trabajo, los usos de la madera conciernen directamente a las actividades, las tecnologías y la economía de las sociedades prehistóricas, por lo que los datos antracológicos deben integrarse en el discurso arqueológico en aras de una aproximación multidisciplinar al registro y no quedar aislados o limitarse a meros anexos. También conciernen a la disponibilidad de recursos del entorno y por lo tanto a las condiciones medioambientales, por lo que contribuyen a caracterizar los paisajes pasados.

3.1.2. La importancia de los recursos forestales para las sociedades prehistóricas.

Los grupos humanos prehistóricos, como cualquier otra sociedad humana o cualquier organismo vivo, se enfrentaron a la tarea de cubrir una serie de necesidades energéticas, alimentarias y materiales para garantizar su subsistencia. La satisfacción de estas

necesidades pasó por el desarrollo de diferentes estrategias generales de gestión, aprovisionamiento y transformación de los recursos que proporciona el entorno dentro de las que se integra la gestión y de recursos los forestales. Estas están ligadas tanto a las necesidades del grupo como a la disponibilidad que ofrece el medio. Ambas variables dependen a su vez de una serie de factores sociales y naturales que condicionan la demanda humana y la oferta medioambiental (Figura 6) (Piqué, 1999; Théry-Parisot et al., 2010).

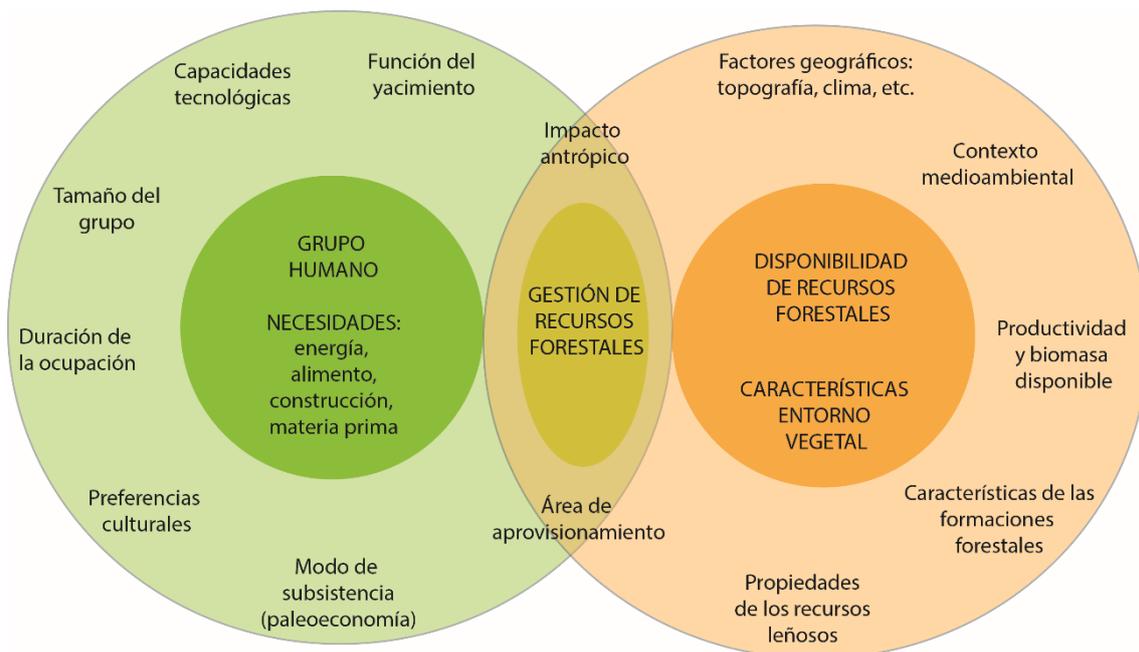


Figura 6. Representación esquemática de la interacción entre factores naturales y sociales que intervienen en la gestión humana de los recursos forestales.

Respecto a la oferta medioambiental, esto es, la cantidad y variedad de recursos vegetales disponibles para su consumo existen una serie de condicionantes que determinarán las características y estructura de las formaciones forestales existentes y su productividad. El tipo de formaciones explotadas, ya sean arbóreas, arbustivas o matorrales, estarán condicionada por factores biogeográficos, topográficos, paleoclimáticos, e incluso históricos. Por otro lado, las necesidades del grupo humano vienen determinadas por condicionantes como su tamaño, la duración de la ocupación, la función del asentamiento, las capacidades tecnológicas alcanzadas y sus preferencias culturales, así como los modos de subsistencia desarrollados por esas poblaciones (Heizer, 1963; Piqué, 1999; Picornell, 2012; Caruso, 2013), así como el área de aprovisionamiento de recursos. La intensidad de la explotación humana influye de

manera importante en la evolución de las formaciones leñosas, dando lugar a lo que conocemos como impacto antrópico, la huella humana en el paisaje vegetal (Marguerie, 1992; Dufraisse y Gauthier, 2002; Delhon, 2005).

El abanico de usos de los recursos vegetales explotados durante la Prehistoria es amplísimo. La madera es utilizada como leña para el fuego, imprescindible para cocinar, ahumar alimentos para su conservación, iluminarse, calentarse, ahuyentar a las fieras e insectos, ahumar pieles, tratar térmicamente materias primas líticas como el sílex, cocer la cerámica u otras producciones artesanales, etc. (Asouti y Austin, 2005; Thèry-Parisot et al., 2010 ; Picornell et al., 2011 ; Henry y Thèry-Parisot, 2014; Vidal Matutano et al., 2017). La madera es también utilizada como materia prima para la fabricación de todo tipo de objetos cotidianos, exclusivamente confeccionados con este material o en combinación con otras materias primas, como el hueso o el sílex, relacionados con la caza como lanzas, arcos o los fustes de las armaduras geométricas, para el trabajo agrícola como los magos de las hoces, para el trabajo forestal como los mangos de las hachas y azuelas, para la fabricación de recipientes fabricados en madera tallada o con elementos leñosos flexibles entrelazados, y otros objetos domésticos como cucharas, fusayolas, etc (Oeggel, 2009; Di Lernia, 2012; Berihuete y Lozovskaya, 2014; López Bultó, 2015; Piqué et al., 2015; e.p.). La madera es también el principal elemento constructivo, utilizados en la construcción de cabañas o empalizadas para retener el ganado, los troncos de los árboles producen fustes largos y rectos para ser usados como postes o vigas, las ramas y ramitas para la confección de techumbres o mezcladas con barro para recrecer las paredes (Fairweather y Ralston, 1993; Asouti, 1995; 2003; Grabner et al., 2007; Tegel et al., 2012; López Bultó, 2015). Otros elementos de las plantas leñosas como la corteza, las hojas, los frutos o las semillas son un recurso importante en la alimentación humana y del ganado o proporcionan materiales derivados como taninos para teñir tejidos o resinas para fabricar adhesivos (Berihuete y Piqué, 2006; Berihuete et al., 2014; Antolín y Jacomet, 2015; Kloos et al., 2016). Todo esto no lleva a pensar que los recursos vegetales serían importantísimos para las sociedades prehistóricas, cubriendo una amplia gama de necesidades cotidianas, mucho mayor que otros elementos de la cultura material como el sílex o la cerámica. Parece complicado comprender las formas de organización social y la paleoconomía de estas sociedades sin prestar atención a este tipo de recursos.

Sin embargo, los enormes problemas de conservación que presentan la madera y otros recursos forestales sin duda han condicionado la escasa importancia que se ha dado tradicionalmente a su aprovechamiento en el estudio de la paleoconomía de las sociedades prehistóricas. La baja preservación de este tipo de restos en condiciones normales, su conservación diferencial ligada a actividades concretas que entrañan el uso del fuego, la escasa visibilidad de estos restos en el registro y la falta de tradición en su adecuada recuperación, que aún persiste en determinados ambientes, representan hándicaps importantes, condicionando que nuestro conocimiento sobre el aprovechamiento de los recursos vegetales sea enormemente limitado.

3.1.3. Los estudios antracológicos aplicados a contextos epipaleolíticos y neolíticos: límites y posibilidades.

El ser humano utiliza el fuego cotidianamente desde el Paleolítico. No obstante, los usos del fuego han ido evolucionando y diversificándose a lo largo de la historia de la humanidad, de la misma forma que aumenta la variedad de contextos en los que encontramos residuos asociados a su uso conforme avanza la complejidad socioeconómica de los asentamientos. Las aportaciones del estudio del carbón a la discusión arqueológica dependen en gran medida de la etapa crono-cultural a la que se aplican.

Al inicio del Holoceno la mejora climática propició la expansión de los bosques caducifolios y por lo tanto los recursos disponibles para su explotación humana. Algunas autoras han propuesto que los bosques mesolíticos serían los representantes de la vegetación original en sus variantes regionales (Badal y Carrión, 2001; Carrión, 2005; Delhon, 2005; Delhon y Thiébault, 2009; Badal et al., 2016). Estas y otras autoras han planteado el carácter oportunista de la recolección del combustible entre las sociedades cazadoras-recolectoras del Pleistoceno e inicios del Holoceno (Thiebault, 1988; Badal, 1990; 2001; Chabal, 1997; Thèry-Parisot, 2001; Allué, 2002). Para muchas de ellas, los depósitos antracológicos mesolíticos, aunque sintetizan un número desconocido de ocupaciones recurrentes e indiferenciadas, por lo general son el resultado de sucesivas recogidas puntuales de leña en las que se limita el esfuerzo de colecta de forma no selectiva a la recolección de madera muerta, lo que sustentaría su representatividad paleoecológica.

El proceso de neolitización en Europa se produjo en diferentes formas y ritmos. Como hemos visto, los modos de vida neolíticos llegaron a la Península Ibérica en torno al 7600 cal BP y experimentan una rápida expansión hacia el interior de la meseta y valle del Ebro. Las primeras sociedades agrícolas se establecen sobre un medio vegetal en su máximo desarrollo forestal dando inicio al imparable impacto antrópico en el paisaje (Badal y Carrión, 2001; Carrión, 2005; Badal et al., 2016). Durante este periodo, aunque continúa la ocupación de abrigos con una función especializada o indiferenciada, asistimos a cambios sustanciales en la ocupación del territorio, los patrones de asentamiento y la funcionalidad de los yacimientos. Proliferan los hábitats en cuevas o al aire libre en los que se documenta una multifuncionalidad del espacio. La introducción de la economía de producción supone un importante cambio en los modos de vida de los grupos humanos (Buxó y Piqué, 2008), con novedades como la tecnología cerámica y agrícola y la sedentarización van a cambiar sustancialmente la forma en que el ser humano se relaciona con el medio y cubre sus necesidades energéticas, alimentarias y materiales.

En el plano económico la instalación de los modos de vida neolíticos supone una diversificación de actividades con respecto a las sociedades cazadoras-recolectoras mesolíticas. Los primeros agricultores talan los bosques, pero no solo para abrir espacios agrícolas, sino también para obtener recursos (Palomo et al., 2013; Revelles et al., 2014; Revelles, en prensa). Por otro lado, la estabulación del ganado en cuevas y abrigos origina niveles arqueológicos que contienen evidencias acerca del uso de determinadas especies vegetales para la alimentación o lecho de los animales, poniendo de manifiesto el potencial pecuario de la vegetación mediterránea (Badal, 1999; 2002; Carrión, 2005; Allué, 2002; 2005; Allué et al., 2009b). Además de la obtención de forraje, los grupos humanos neolíticos necesitan el bosque para cubrir las crecientes necesidades de combustible impuestas por las innovaciones tecnológicas, como la producción cerámica (Buxó y Piqué, 2008). Los registros antracológicos pueden permitir relacionar el uso de determinados taxones con actividades concretas, como ocurre por ejemplo con el forrajeo arbóreo en algunas áreas peninsulares como Cataluña y Levante, donde se han excavado abundantes y diversos tipos de asentamientos y donde existe una amplia tradición en la aplicación de este tipo de estudios (Bernabeu y Badal, 1990; Vernet, 1991; Badal, 1999; Uzquiano, 2002; Carrión, 2002; Allué, 2002; 2005).

A partir de este momento se va a producir una explotación reiterada de las áreas de captación de las materias primas leñosas durante largos períodos de tiempo, debido a la existencia de asentamientos más estables, lo que comporta un mayor impacto en el entorno (Revelles et al., 2014). Esto daría lugar a un impacto importante en la composición de la vegetación favoreciendo el desarrollo de comunidades vegetales propias de etapas de sustitución de los bosques, con un importante componente arbustivo, que serían más accesibles y abundantes en las inmediaciones de los asentamientos (Buxó y Piqué, 2008; Badal et al., 2016). Sin embargo, se trata de un impacto limitado al entorno más inmediato de los yacimientos, asociado a las ocupaciones más intensas o específicas. Los cambios en la composición de la flora durante el Neolítico antiguo son todavía débiles y locales. Lo que demuestran los datos polínicos es la resiliencia de los bosques y el limitado impacto de la actividad antrópica a escala regional en los inicios del Neolítico (Revelles et al., 2015; Aranbarri et al., 2016; González Sampérez et al., 2017; Antolín et al., e.p.).

En conclusión, podemos decir que la transición entre el Epipaleolítico y el Neolítico constituye un escenario de investigación privilegiado para la antracología tanto desde una perspectiva paleoclimática como paleoeconómica. Las condiciones climáticas asociadas a un momento de cambio ambiental ligado al inicio del presente interglaciar, determinan la cobertura vegetal y la disponibilidad de recursos de biomasa alrededor de los sitios arqueológicos para su consumo. Por otro lado, el cambio socioeconómico y cultural que supone la sustitución de los modos de vida cazadores-recolectores por los modos de vida productores va a suponer un cambio radical en las necesidades energéticas, alimentarias y materiales de los grupos humanos, lo que va a repercutir significativamente en su forma de relacionarse con el entorno forestal. El aumento en la diversidad e intensidad de las actividades humanas permite detectar los primeros indicadores antrópicos en el paisaje neolítico. La proliferación de estudios arqueobotánicos y publicaciones centradas en esta etapa en los últimos avala su interés para la investigación arqueológica (Zapata et al., 2004; Aura et al., 2005; Martollini, 2005; Allué et al., 2009b; 2013; Ryan y Blackford, 2010; Holst, 2010; Antolín et al., 2010; Antolín y Buxó, 2011; Martín et al., 2012; Regnell, 2012; Asouti y Fuller, 2012; Henry et al., 2013; Peña Chocarro et al., 2013; Deforce et al., 2013; Antolín et al., 2013; e.p.; Morales et al., 2013; Berihuete y Lozovskaya, 2014; Caruso y Piqué, 2014; Bishop et al., 2015; Battentier et al., 2015; Ruíz Alonso y Zapata, 2015; Uzquiano et al., 2016a;

Arranz Otaegui et al., 2016; 2017; Diogo et al., 2016; e.p., Ntinou y Kyparissi-Apostolika, 2016; Piqué et al., 2016; e.p.).

3.2. LA FORMACIÓN DEL REGISTRO ANTRACOLÓGICO.

Como ha quedado definido, nuestro objeto de estudio son las estrategias de gestión de los recursos forestales desarrolladas por los grupos humanos prehistóricos en relación a los paisajes vegetales desaparecidos que condicionan la oferta medioambiental. ¿Pero cuáles son nuestras posibilidades de conocer o reconstruir estos elementos a partir de los resultados del estudio antracológico? La comprensión del contexto de formación del registro antracológico es clave para una correcta interpretación del registro y la formulación de hipótesis de trabajo, entendiendo las posibilidades y limitaciones de los datos obtenidos. Los agentes o factores que intervienen en la formación del registro antracológico, que expondremos a continuación, han sido ampliamente definidos y analizados por diversos autores (Piqué, 1999; Chabal et al., 1999; Zapata 2001; Badal 2006; Allué et al., 2009a; Scott, 2010; Scott y Damblon; 2010; Lancelotti et al., 2010; Théry-Parisot et al., 2010; 2016). Estos factores, incorporan sesgos y distorsiones en el registro antracológico tanto en relación a la biodiversidad existente (vegetación pasada) como sobre la biomasa utilizada (gestión de recursos) (Figura 7). Entender los procesos de formación del registro arqueológico es fundamental para proponer estrategias de muestreo adecuadas y para poder interpretar los conjuntos antracológicos.



Figura 7. Sucesivos factores que afectan a los restos de las plantas hasta la reconstrucción antracológica. Redibujado a partir de Théry-Parisot et al., 2010.

Factores antrópicos

El primer elemento que condiciona la formación del registro es el grupo humano prehistórico que recolecta los recursos forestales y los transporta al yacimiento para su consumo inmediato o aplazado con diversos objetivos. De esta forma los conjuntos antracológicos son siempre registros de origen antrópico, pues las partes de las plantas aparecidas en un yacimiento arqueológico han sido aportadas intencionalmente. Sin embargo, las estrategias de aprovisionamiento desarrolladas condicionan la mayor o menor representatividad del registro. La identificación de las maderas utilizadas permite inferir algunos de los componentes de las formaciones vegetales contemporáneas a la ocupación (Piqué, 1999).

El carbón vegetal aparecido en un yacimiento arqueológico puede ser un buen representante de la vegetación pasada sobre la que los grupos humanos, en sus prácticas diarias de recolección de leña, realizan un efecto de síntesis. Las estrategias de recolección suelen estar condicionadas por la ley del mínimo esfuerzo, según la cual se consumirían indistintamente todas las especies disponibles en un área de aprovisionamiento limitada (Chabal, 1991; Heinz y Thiébault, 1998; Shackelton y Prins, 1992).

Sin embargo, resulta algo arriesgado asumir que todas las especies disponibles serían recolectadas en proporción directa a su abundancia en el entorno. La selección de determinadas especies por sus propiedades combustibles o de otro tipo o por preferencias culturales supone un sesgo importante para la representatividad paleoambiental del registro aunque es un buen indicador de las estrategias socioeconómicas del grupo (Piqué, 1998; 1999). Sin embargo, estos condicionantes son muy difíciles de detectar en el registro arqueológico. El factor antrópico representa un doble papel constituyendo a la vez una práctica económica que pretendemos reconstruir y un factor de distorsión respecto a la vegetación pasada (Théry-Parisot et al., 2010; Scott y Damblon, 2010; Chrzazvez, et al., 2014). Asumimos por lo tanto, y así se refleja a lo largo del desarrollo del trabajo, que a nivel cuantitativo no tenemos la certeza de la biodiversidad y biomasa original existente o la utilizada por los grupos prehistóricos. Sin embargo, nuestro trabajo nos permite aportar datos cualitativos acerca de las especies consumidas, valorar las causas de su aparición o desaparición del registro y detectar los cambios en las estrategias de consumo que pueden estar relacionados con variables ambientales o socioeconómicas.

El proceso de combustión

Los elementos vegetales son materiales perecederos que debido a los procesos de degradación biológica que actúan sobre ellos presentan enormes problemas de preservación en el registro arqueológico. El hecho de que la carbonización sea casi la única forma de conservación de restos botánicos en muchos yacimientos supone un sesgo de datos, ya que supone una conservación diferencial de los restos. Algunos usos de la madera que implican el contacto con fuego, como su uso como combustible, quedan bien documentados en el registro arqueológico mientras que otros, como el uso como materia prima para la fabricación de objetos o la construcción, apenas se documentan o sólo lo hacen en casos excepcionales, como la conservación de madera saturada de agua (Bosch et al., 2006; López Bultó, 2015; Piqué et al., 2015) o en medios anaerobios (Piqué, 1999b, Buxó y Piqué, 2008; Picornell, 2012; Rodanés y Alcolea, 2017).

Todos los restos de madera estudiados en este trabajo se han conservado mediante carbonización, que es la forma más frecuente de preservación en la Europa mediterránea. El fuego transforma la materia vegetal en carbón, un elemento fósil inerte que no puede ser afectado por agentes biológicos. Y es que para que la preservación en el registro arqueológico sea posible es necesario no sólo que la madera entre en contacto con el fuego, es decir, que se inicie el proceso de carbonización, sino también que este proceso no se complete, porque de hacerlo desembocaría en la reducción de la madera a cenizas, esto es, su desaparición (Zapata, 2001b).

La carbonización de la madera es una degradación química producida por efecto del calor. La pared celular de los tejidos vegetales que componen la madera está compuesta por tres moléculas (hemicelulosa, lignina y celulosa), que se degradan a diferente temperatura (entre 200 y 300°C), lo que aumenta la inestabilidad de los componentes químicos de la materia vegetal. Una vez degradadas estas moléculas, sus productos residuales pueden soportar temperaturas más elevadas (hasta 500°C) (Marcos, 1989). Durante el proceso de combustión se distinguen cuatro fases sucesivas en función de la elevación de la temperatura. Durante las dos primeras (deshidratación y torrefacción) el combustible pierde el 35% de su peso total en forma de vapor de agua, gas carbónico y diversos componentes orgánicos (Badal, 2006). Estas son fases endotérmicas, es decir, producen reacciones que necesitan un aporte de calor para producirse y si no lo reciben se interrumpen (Chabal et al., 1999). Las dos últimas fases (pirólisis o carbonización y

comburación) se suceden rápidamente a partir de 270°C con la degradación química de la celulosa y la lignina (Carrión, 2005). En el curso de la pirólisis la reacción que requería hasta ahora un aporte de calor, se vuelve exotérmica, es decir, la temperatura se eleva espontáneamente, sin contribución exterior de energía (Chabal et al., 1999). En esta fase, que conduce a las brasas, se produce la destrucción térmica del combustible por el fuego (Marcos, 1989), dando lugar a dos subproductos: un residuo sólido rico en carbono (el carbón vegetal, nuestro objeto de estudio) y compuestos volátiles. Finalmente, la comburación, un proceso de oxidación que también se puede producir sin llama, que conduce a las cenizas, constituye la última fase del proceso. Es fundamental para la antracología que el proceso de combustión no se complete.

La madera, al quemarse, preserva su estructura anatómica, lo que es fundamental para el análisis antracológico. Sin embargo la mineralización y deshidratación sufridas durante el proceso de combustión producen algunas distorsiones de la anatomía de la madera a nivel microscópico. Algunos caracteres utilizados por los anatomistas de la madera desaparecen o se alteran con la combustión. Por ejemplo, se produce un encogimiento del tamaño celular, que puede suponer un adelgazamiento de las paredes celulares de hasta 1/5 de su espesura inicial (Chabal et al., 1999), que dificulta la utilización de los caracteres biométricos en algunos aspectos (Buxó y Piqué, 2008).

El escape de los productos volátiles, puede producir fisuras o grietas de contracción, así como otras alteraciones de causa desconocida pero asociadas al proceso de combustión, como la vitrificación, que enmascaran algunos caracteres diagnósticos. De esta forma, la combustión mediatiza la conservación de la madera al mismo tiempo que limita la información taxonómica produciendo modificaciones anatómicas en su estructura (Allué et al., 2009a; Lancelloti et al., 2010; Chrzaszewski; 2013; Chrzaszewski, et al., 2014), lo que tiene consecuencias sobre nuestras posibilidades de identificación del carbón vegetal.

Por otro lado, uno de los efectos más importantes producidos por el proceso de combustión es la fragmentación, un fenómeno que influye significativamente en la representatividad de los conjuntos (Théry-Parisot et al., 2010). L. Chabal (Chabal, 1982; 1988; Chabal et al., 1999) propone que la fragmentación del carbón es un proceso de tendencia exponencial aunque la fragmentación final atiende a múltiples factores y está sujeta a una variabilidad de naturaleza aleatoria y no explicable. En Antracología, tradicionalmente se ha utilizado el recuento de fragmentos de carbón como unidad de

medida sea cual sea su tamaño. Aunque no tenemos la certeza de que un mismo volumen de madera quemada produzca siempre un mismo número de fragmentos de carbón y la fragmentación depende en gran medida de las condiciones de preservación, parece existir una correlación lineal positiva entre recuento y peso, de modo que las frecuencias relativas se pueden calcular tanto pesando los fragmentos de carbón por rango de identificación, como mediante el recuento de los fragmentos por rango de identificación (Castelletti, 1975; Thinon, 1979; Krauss-Marguet, 1981; Marquer, 2009; 2010a y b; Vidal Matutano et al., 2015; Arranz Otaegui, e.p.).

Ante la imposibilidad de establecer una relación entre el volumen de leña quemado y el residuo en forma de carbón obtenido, en nuestro caso hemos adoptado el recuento de fragmentos sin tener en cuenta su tamaño a la hora de reconstruir las estrategias de aprovisionamiento y uso del combustible. El fragmento de carbón constituye una unidad de identificación y recuento práctica además de que, al ser la unidad más comúnmente utilizada en antracología, facilita la comparación entre registros.

Procesos deposicionales y postdeposicionales.

Estos factores aluden a la integración del carbón en el registro arqueológico y su preservación dentro del mismo. La fragmentación del carbón, que puede conducir a la sobrerrepresentación o infrarrepresentación de determinados taxones, también puede producirse durante la etapa en la que estos pasan a integrarse en el registro a través de las estrategias de acondicionamiento del espacio (Zapata, 2001b; Badal et al., 2003). A fin de cuentas se trata de residuos y deshechos generados por los procesos de trabajo en los que interviene la madera que pasan a integrarse en el registro arqueológico.

Respecto a la afectación por este tipo de procesos deposicionales y postdeposicionales, a los que afectan de forma general a todos los materiales arqueológicos deberíamos incluir algunos que son exclusivos que los restos arqueobotánicos (Antolín, 2012) y por los que pueden verse afectados en diferente grado. Entre los procesos postdeposicionales que más pueden afectar a los carbones destacan, dada su ligereza y fragilidad, los de origen físico relacionados con la movilización. Estos pueden provocar desde una sobrefragmentación (Marquer, 2009; 2010a y b) hasta la mezcla de carbones de origen diverso dificultando su adscripción funcional (Piqué, 1999). Por otro lado, los restos vegetales que se depositan pueden incluso desaparecer en la fase postdeposicional según

el tipo de sustrato y los agentes que actúen sobre ellos (Braadbaart y Poole, 2008 ; Braadbaart et al., 2009).

Metodología arqueobotánica.

Por último, los métodos y técnicas desarrollados por el arqueólogo y/o el especialista en arqueobotánica pueden suponer un factor de distorsión del espectro antracológico. A lo largo del desarrollo histórico de la Arqueobotánica en general y la Antracología en particular, se ha ido forjando un método riguroso de recogida del material en el yacimiento, así como del tratamiento de los datos en el laboratorio, todo ello con la finalidad de mejorar la interpretación (Badal et al., 2003).

La correcta recuperación y muestreo durante el trabajo de campo es un elemento clave para la correcta interpretación de los registros. La correcta recuperación de este tipo de materiales está relacionada necesariamente con el tamaño de la muestra (cantidad de material recuperado) pero también con la calidad de la misma (la fracción de material recogida y estudiada debe ser representativa del total). A pesar de que el interés por este tipo estudios está cada vez más extendido por la geografía peninsular, las dificultades económicas y técnicas de muchas excavaciones o el propio desconocimiento en ocasiones de los métodos y técnicas a emplear por parte de los arqueólogos (Rodríguez Ariza, 2005; 2010) han suscitado que la comunidad arqueobotánica peninsular haya puesto un especial interés en las últimas décadas en sacar adelante publicaciones que abordan aspectos metodológicos centrados en esta etapa de la investigación (Badal, 1987; 1992; Buxó, 1990; Aranz, 1993; Uzquiano, 1997; Zapata, 2001b; Buxó y Piqué, 2003; 2008; Allué, 2006; García Martínez y Grau, 2008).

Por otro lado, la correcta identificación taxonómica, la cuantificación y organización de los datos y las herramientas interpretativas utilizadas pueden comprometer también la representatividad del estudio. Todos estos aspectos relacionados con la correcta recuperación e interpretación del registro serán tratados en el siguiente apartado.

3.3. LA RECUPERACIÓN DE LOS MATERIALES DURANTE EL TRABAJO DE CAMPO.

Como decimos, una información antracológica completa sólo es extraíble a través de una metodología adecuada. Las dificultades económicas que atraviesan muchas excavaciones, las dificultades técnicas que puede implicar el procesado del sedimento, el desconocimiento de los métodos y técnicas a aplicar o, porque no, el propio desinterés por estos materiales poco llamativos y a veces invisibles, que con frecuencia pasan inadvertidos si no se aplican estrategias de muestreo y procesado del sedimento sistemáticas y exhaustivas encaminadas a su recuperación, pueden conducir a los profesionales a una recogida insuficiente o inadecuada de esta categoría de materiales arqueológicos.

3.3.1. Estrategias de muestreo: cantidad y dispersión.

Los restos arqueobotánicos, tal como ocurre con el resto de vestigios arqueológicos, son siempre parciales, y representan sólo una parte de la población original, esto es, de los recursos consumidos. Los restos más resistentes o aquellos depositados en un contexto que facilita su conservación constituirán la fracción conservada de la población original (Badal et al., 2003). La primera decisión a tomar es si la fracción recuperada, aquellos materiales que recuperamos para su estudio, constituirán el total de la fracción conservada o una parte. En algunos yacimientos de comienzos del Holoceno, es posible que la frecuencia de aparición de los restos (Peña Chocarro y Zapata, 1999) imposibilite la recogida de totalidad de la fracción conservada o que esto sea innecesario para alcanzar los objetivos de interpretación. Ante la imposibilidad de recuperar y estudiar la totalidad de restos lo ideal es aplicar un muestreo sistemático que tenga en cuenta la dimensión espacial y temporal así como la diversidad funcional de estructuras y/o espacios de forma que todos los usos de la madera en el yacimiento queden documentados. Además más restos estudiados no tienen por qué significar mejores datos.

Hay que tener presente que aplicar una o varias estrategias de muestreo implica hacer una elección respecto a los carbones que merecen ser extraídos y estudiados y aquellos que no, esto es, renunciar a una parte del material. Por ello el muestreo utilizado debe garantizar que la fracción recuperada sea representativa del total de la fracción conservada, y en la medida de lo posible, de la población original. Es aquí donde entran

en juego las llamadas estrategias de muestreo, un protocolo de carácter sistemático que permite representar de la mejor forma posible la totalidad de un depósito (Chabal et al., 1999). Un muestreo válido debe garantizar la mayor representatividad posible de forma que los materiales recuperados deben ser suficientes en número y proceder de todos los contextos posibles, por lo que hay que hacer frente fundamentalmente a dos problemáticas: la fragmentación y la dispersión espacial.

Los carbones que aparecen en los yacimientos arqueológicos son el resultado del consumo de leña para diversas finalidades, ya sean domésticas, artesanales o rituales, y pueden aparecer dispersos a lo largo de la superficie del yacimiento o concentrados, asociados a estructuras en las que fueron utilizados (Marguerie y Hunot, 2007). La disposición de los restos en el yacimiento es uno de los aspectos fundamentales a los que deben atender las estrategias de muestreo. Los carbones concentrados serán muestreados de manera independiente. Por lo general son pobres en especies, ya que reflejan pocas recogidas de leña (Badal, 1990; Uzquiano, 1997), y los resultados que nos ofrecen resultan incompletos a nivel ecológico, aunque, sin embargo, aportan información paleoetnológica relevante (Badal, 1987). Por otro lado, un muestreo dirigido, que recoge el carbón concentrado en áreas de almacenamiento o en estructuras de combustión claramente visibles durante el transcurso de la excavación, no es una estrategia de muestreo válida si se utiliza de forma exclusiva. Esta estrategia no nos ofrecerá muestras representativas del total de la población y supondrá un sesgo importante de la información.

Por su parte, el carbón disperso en los niveles arqueológicos es producto de diversas recogidas de leña y vaciados de estructuras realizados en un espacio de tiempo no determinado, por lo que a nivel interpretativo, es más representativo de los recursos utilizados y por lo tanto, probablemente, de la composición florística de las áreas de captación de la leña (Buxó y Piqué, 2008). A la hora de plantear el muestreo del carbón disperso es fundamental tener en cuenta los patrones de dispersión espacial. Esto quiere decir que los carbones deben recogerse de forma sistemática en todas las cuadrículas, que es el sistema de excavación más comúnmente empleado en nuestro área de estudio para estas cronologías, y en todas las capas naturales y sus divisiones artificiales (en la excavación mediante el sistema de tallas), de modo que con el transcurso de la excavación se pueda muestrear toda la superficie y toda la secuencia excavadas (Badal, 1987). En los casos en los que la superficie excavada es limitada o cuando la toma de

muestras antracológicas se realiza con posterioridad a los trabajos arqueológicos, existe la posibilidad de aplicar lo que llamamos un muestreo en columna estratigráfica. Aunque teniendo siempre en cuenta que la distribución de los restos en el yacimiento es heterogénea y que los resultados de este tipo de muestreo pueden presentar sesgos importantes, un muestreo en columna puede resultar representativo de los posibles cambios en las pautas de consumo de las plantas a lo largo de una secuencia estratigráfica (Arnanz, 1993).

Para la recuperación del material disperso, frente a un muestreo puntual, directo y manual, que recoge las concentraciones más evidentes y los fragmentos más grandes y visibles durante el transcurso de la excavación, es indispensable la aplicación de un muestreo exhaustivo. El tratamiento de la totalidad o un volumen significativo de sedimento en el que están inmersos es el procedimiento más adecuado para recuperar los carbones. Evidentemente, en este caso será necesario el procesado del sedimento con posterioridad a la extracción para recuperar las muestras antracológicas. Este procesado puede ser realizado *in situ*, en el propio yacimiento durante el transcurso de la excavación e integrado con las actividades de procesado del sedimento o criba para la recuperación de todo tipo de materiales arqueológicos o realizarse con posterioridad. Es importante que todos los tamaños de fragmentos que aparecen en el yacimiento estén representados en las muestras. Como hemos comentado, algunos autores han propuesto que la fragmentación es un proceso de tendencia exponencial (Chabal et al., 1999) de forma que si sólo recogemos los fragmentos más grandes y visibles estamos privilegiando las especies frecuentes y menos fragmentadas, mientras que las especies poco frecuentes no estarán representadas. Esto no significa que la recogida manual de los fragmentos más grandes y visibles durante el transcurso de la excavación no sea interesante, como ya se ha dicho aporta datos paleoetnográficos, además de su relación espacial con otros artefactos (Allué, 2002). Además, la recogida manual de fragmentos grandes evita su posterior fragmentación durante el tratamiento del sedimento y por lo tanto la distorsión de la muestra

3.3.2. El procesado del sedimento.

De la misma forma que ocurre con las estrategias de muestreo, la aplicación de los diferentes métodos de procesado del sedimento tiene una incidencia directa sobre los resultados del estudio (Buxó y Piqué, 2008). A la hora de procesar el sedimento hay que

tener en cuenta dos aspectos fundamentales: por un lado, la luz de malla de los tamices utilizados, por otro lado, los métodos de procesado del sedimento propiamente dichos o técnicas de recuperación.

La utilización de tamices con una luz de malla de entre 2 y 4 mm permite un procesado rápido y da unos resultados que se consideran muy satisfactorios en el estudio antracológico (Chabal et al., 1999). Lo ideal es combinar las necesidades de la antracología con las demandadas por otras disciplinas como la carpología o la arqueozoología, que demandan mallas mucho más pequeñas, tipo. La correcta recuperación de semillas y otros restos carpológicos, por ejemplo, exige la utilización de mallas de hasta 0,25 mm (Alonso Martínez et al., 2003). Sin embargo, en el caso de los carbones, por debajo de 2 mm la determinación taxonómica es muy incierta. Por esto, muchas veces lo más recomendable es el tamizado con una columna de mallas finas que permita una recuperación integral de todo tipo de restos en mallas separadas.

Las formas de extracción, que se describen a continuación, son múltiples y variadas y están sujetas a las condiciones que ofrece cada yacimiento, las posibilidades técnicas de la excavación y la naturaleza del sedimento a procesar (Buxó y Piqué, 2003). En cualquier caso, cualquiera de ellas, aplicado correctamente y de forma exhaustiva, permitirá una correcta recuperación del material antracológico. El principal problema, que comparten todos estos sistemas, es que pueden provocar la sobrefragmentación del carbón, ya sea por la fricción provocada en seco o porque estallan al entrar en contacto con el agua directamente.

El método más básico de procesado del sedimento es la recuperación de los carbones por tamizado en seco. Es un método sencillo que no implica requerimientos técnicos en yacimientos con limitaciones de infraestructura y sencillo de integrar en las tareas de recuperación de otro tipo de materiales arqueológicos. Se puede aplicar a matrices sedimentarias cenizas o arenosas pero se desaconseja cuando los sedimentos son muy arcillosos o compactos, ya que en estos casos el cribado sin agua no permite liberar los fragmentos más pequeños al igual que ocurre con otros tipos de materiales arqueológicos. En este tipo de terrenos es imprescindible el tamizado con agua del sedimento siempre que las posibilidades técnicas de la excavación permitan disponer de un chorro de agua constante.

Sin embargo, para una recuperación integral del material arqueobotánico, es decir, de todos los restos vegetales que pueden aparecer inmersos en la matriz sedimentaria de un yacimiento arqueológico, lo ideal sería procesar el sedimento mediante el sistema de flotación aunque también es el sistema que requiere más recursos técnicos (Buxó, 1990; 1997). Este sistema consiste en la separación de los materiales en base a las diferencias en su densidad que se consigue mediante un líquido separador, generalmente agua. El proceso, que se puede realizar de forma manual o asistida por una máquina, es muy elemental y consiste en introducir el sedimento en un recipiente con agua y generar una corriente (Figura 8). El material carbonizado, que es menos denso que el agua, flota, de modo que puede ser recogido mediante decantación en una columna de tamices. La fracción pesada se recoge con un tamiz interior cuando se trata de flotación asistida por una máquina, con posterioridad a un proceso de secado y triado del contenido arqueológico y el material orgánico que no ha flotado (Badal et al., 2003). La principal ventaja de la flotación mecánica respecto a la flotación manual es que permite procesar grandes cantidades de sedimento en un corto espacio de tiempo (Zapata y Peña Chocarro, 2013). Es un método apropiado para terrenos secos y/o con arenas margosas aunque no es recomendable para suelos anegados ni para depósitos de arcillas húmedas, ya que este tipo sedimentos se adhieren a los restos carbonizados e impiden que floten.

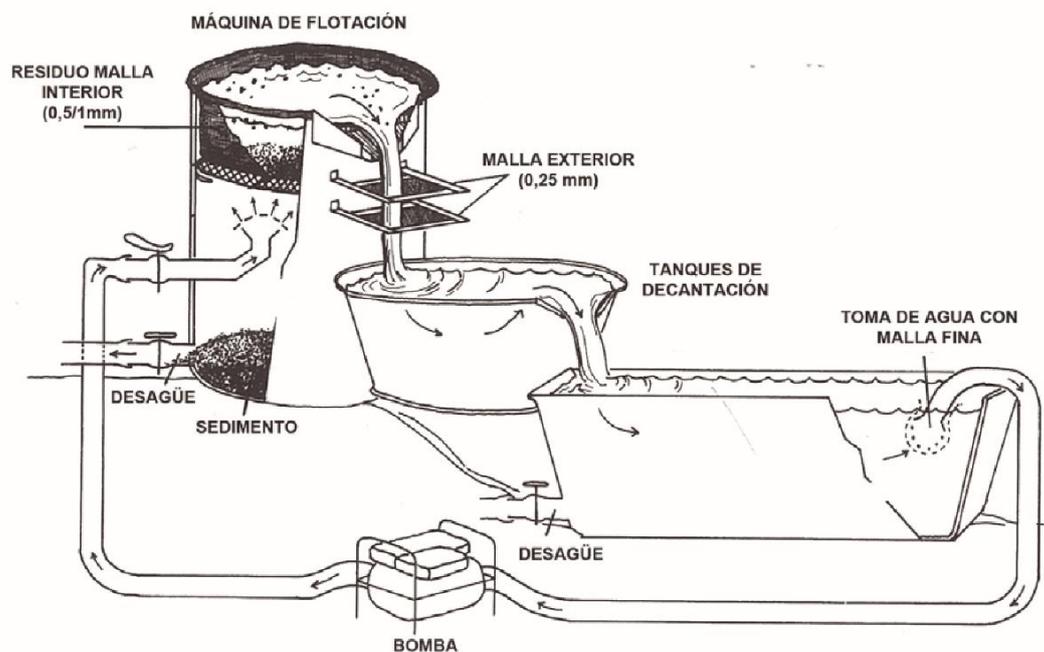


Figura 8. Máquina de flotación acompañada de tanques que permiten reutilizar el agua según G.Hillman (recogida en Zapata y Peña-Chocarro, 2013).

3.3.3. Estrategias de muestreo y procesado del sedimento utilizadas en los yacimientos estudiados.

En algunos de los yacimientos estudiados en este trabajo, especialmente en los casos en los que los materiales proceden de excavaciones antiguas, no se planteó ningún tipo de estrategia de muestreo de carácter sistemático y exhaustivo encaminada a la recuperación de este tipo de restos. En estos casos, las muestras se recuperaron exclusivamente de forma manual y directa. Evidentemente esto repercutirá negativamente en el tamaño de las muestras estudiadas y en su representatividad. En otros yacimientos, principalmente los que han sido excavados y muestreados durante este trabajo las estrategias utilizadas han atendido a los criterios de cantidad, tamaño y dispersión espacial descritos en el apartado anterior y en todos ellos se ha combinado la recogida manual de muestras puntuales con el procesado de al menos una parte del sedimento mediante diferentes sistemas, que han respondido a la naturaleza del sedimento a procesar y las posibilidades técnicas que ofrece cada excavación. Nos gustaría señalar que la realización de este trabajo ha coincidido con la eliminación del Plan General de Arqueología por parte de la Diputación General de Aragón, coincidiendo con la recesión económica que vive el país desde hace algunos años. Esto ha provocado una ralentización general del ritmo de los trabajos arqueológicos en esta Comunidad Autónoma y en algunos casos la interrupción de trabajos de excavación que estaban en marcha por falta de medios económicos. Este hecho, sin duda ha repercutido negativamente en las posibilidades técnicas que han ofrecido algunas de las excavaciones muestreadas.

3.4. EL ANÁLISIS ANTRACOLÓGICO EN EL LABORATORIO.

3.4.1. Una breve introducción a la anatomía de la madera.

El análisis antracológico, o antracoanálisis, consiste en la determinación botánica del carbón en base a las variaciones de la estructura anatómica del xilema secundario de las distintas especies vegetales leñosas. El xilema secundario, madera o leño, es un tejido con una doble función, conductora y de sostén, que se incrementa anualmente a partir de la actividad del cambium dando lugar a los llamados anillos de crecimiento y provocando el engrosamiento o crecimiento secundario del tronco (Gayral y Vindt, 1961). Cada uno de estos anillos anuales de crecimiento se compone por diferentes tipos y tamaños de elementos celulares en distintas proporciones y distribución que siguen

patrones más o menos regulares en los distintos géneros y especies (Strasburger, 1997). En el xilema de una planta leñosa viva se pueden distinguir dos zonas: la albura y el duramen. La albura es la parte activa del xilema y se corresponde con los anillos externos, de formación más reciente. Aunque la mayoría de sus células están muertas, contiene células vivas (parénquima) que contienen nutrientes y conducen gran cantidad de agua y de sales en solución. El duramen es leño biológicamente inactivo y se corresponde con los anillos más interiores ubicados entre la médula y la albura. Se compone de células que han ido perdiendo gradualmente su actividad vital y sólo conservan funciones de sostén (IAWA, 1964).

Las plantas leñosas que son objeto de nuestro estudio se denominan Espermatofitos y se originan en el Devónico Medio. En la actualidad comprenden más de 240.000 especies conocidas que dominan las biocenosis terrestres de casi todo el mundo. Los Espermatofitos se subdividen en dos grandes grupos de plantas leñosas: las Gimnospermas o coníferas, aquellas plantas que producen semillas al descubierto, y las Angiospermas o frondosas, que producen semillas encerradas en un recipiente (García Esteban et al., 2003). La discriminación entre ambas es relativamente sencilla ya que el leño presenta grandes diferencias en su composición.

Las Gimnospermas o coníferas, menos avanzadas en términos evolutivos que las Angiospermas, dominaron la tierra en el Mesofítico, y posteriormente o se extinguieron o persisten hasta la actualidad sólo como grupos relictuales. En la actualidad comprenden unas 800 especies agrupadas en Coniferofitinos y Cicadofitinos (García Esteban et al., 2003). Se trata exclusivamente de plantas leñosas perennes con engrosamiento secundario y un bajo nivel de diferenciación. Caracterizadas como plantas vasculares de madera homóxila, su xilema secundario es una estructura homogénea y monótona, compuesta únicamente de parénquima y traqueidas densamente agrupadas formando un tejido traqueal donde se distingue un leño tardío (con traqueidas de paredes más gruesas y lumen más estrecho) y un leño temprano (con traqueidas de paredes más delgadas y lumen más ancho) (Strasburger, 1997).

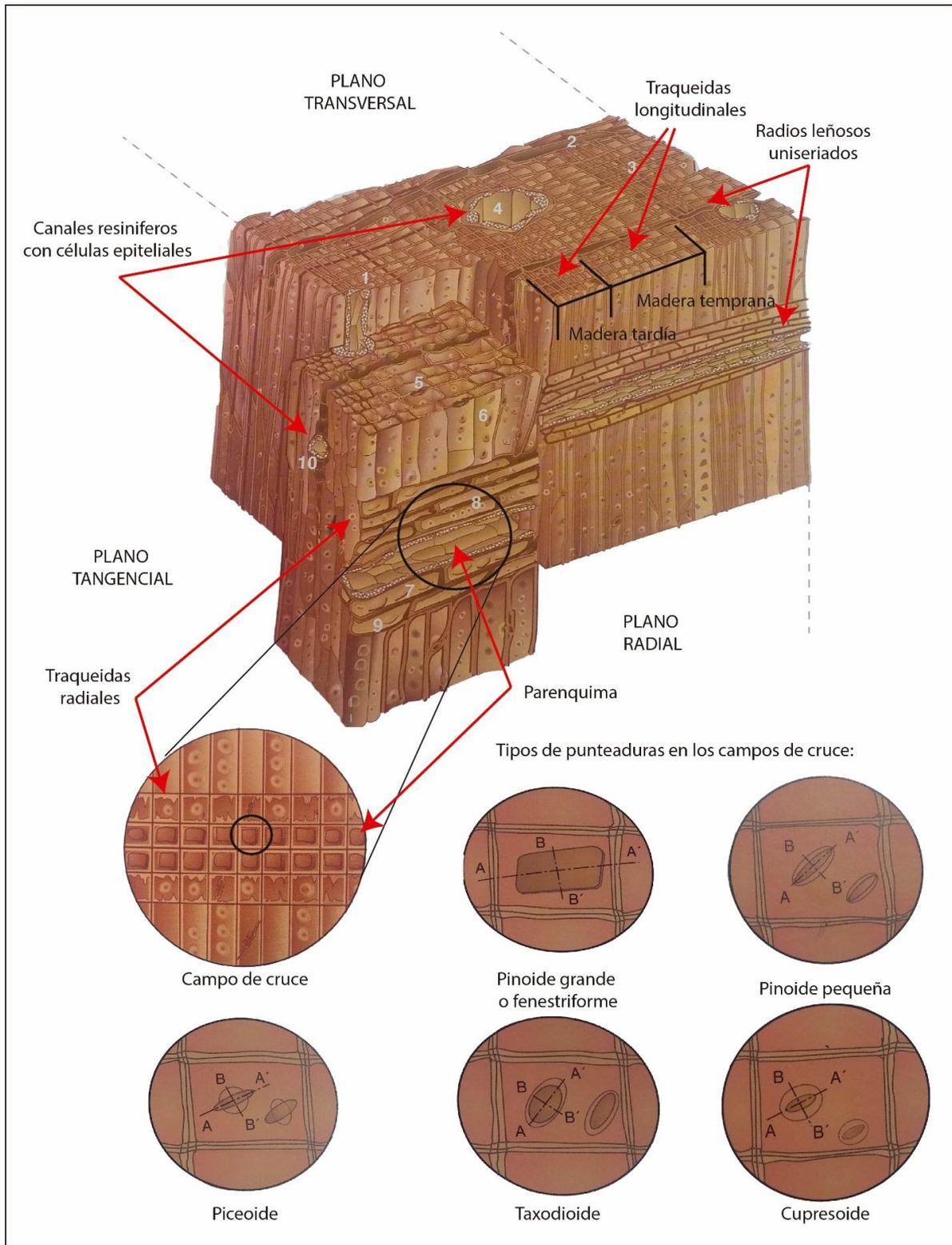


Figura 8b. Estructura microscópica de la madera de coníferas. Redibujado a partir de García Estéban et al., 2003.

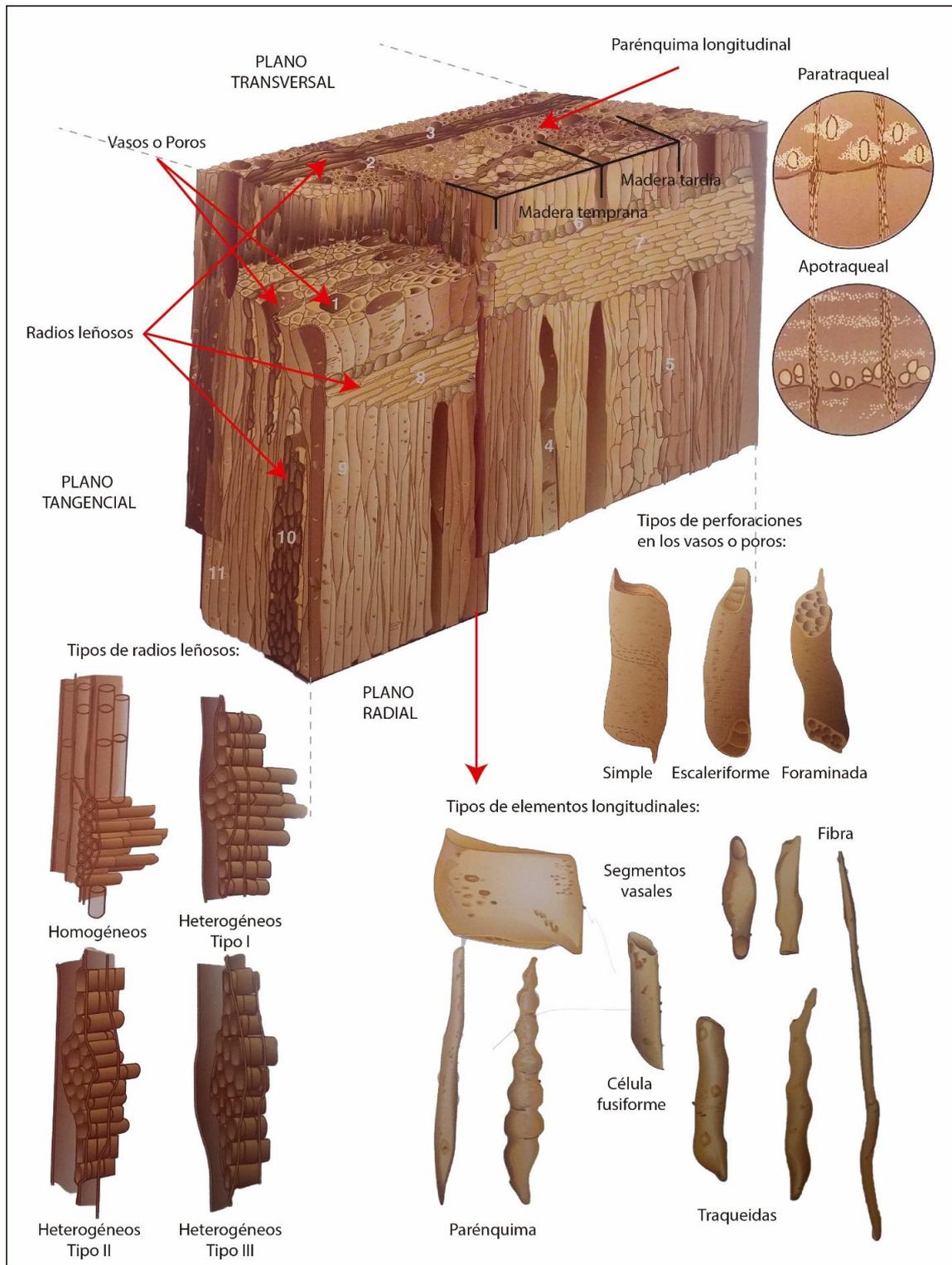


Figura 8c. Estructura microscópica de la madera de frondosas. Redibujado a partir de García Estéban et al., 2003.

Por su parte, las Angiospermas o frondosas dominan la biocenosis terrestre desde el Neofítico y se caracterizan por la multiplicidad de formas de vida y modos de desarrollo, ya que comprenden formas leñosas y herbáceas tanto perennes como anuales. Este gran grupo a su vez se puede subdividir en Monocotiledóneas y Dicotiledóneas (García Esteban et al., 2003). Las Angiospermas Monocotiledóneas no presentan un crecimiento secundario normal, en este grupo de plantas son importantes otros elementos como la estructura primaria y las formaciones secundarias fasciculares, por lo que presentan serios problemas para su determinación (Gayral y Vindt, 1961). La mayoría son especies subtropicales y tropicales, y aunque también podemos encontrar algunas que crecen de forma natural en la Península Ibérica, se trata por lo general de familias compuestas por plantas herbáceas o muy raramente leñosas, como las liliáceas (Lilaceae) o las gramíneas (Poaceae). En cambio, las Angiospermas Dicotiledóneas se caracterizan por presentar un xilema secundario mucho más complejo que las Gimnospermas debido a la gran cantidad de combinaciones de tejidos existentes (Strasburger, 1997). La madera heteróxila de las Dicotiledóneas se compone de fibras libriformes, fibrotraqueidas, traqueidas, vasos y parénquima que también se agrupan dando lugar a un leño temprano (que se suele caracterizar por la presencia de vasos más grandes) y un leño tardío (que se suele caracterizar por la presencia de vasos más pequeños) (García Esteban et al., 2003).

3.4.2. El procesado de las muestras para su análisis.

El método descrito por J.L. Vernet (1973) es el utilizado por la mayoría de los investigadores en la actualidad, y este método supuso el abandono de las láminas delgadas de carbón previamente imbuidas de parafina o resina (Couvert, 1970; Liphshitz y Waisel, 1973). Se trata de un método ágil, rápido y simple, que permite un alto nivel de identificación botánica y que además no resulta destructivo ni contaminante, ya que no requiere ningún tipo de tratamiento químico, de manera que el carbón puede ser utilizado posteriormente para la realización de dataciones radiocarbónicas (Badal, 2005). Este método consiste en la fractura manual de cada fragmento de carbón para la obtención de cortes limpios y frescos. Es necesario que la fractura se realice en el momento de la observación y que sea lo más plana posible. La fractura debe realizarse buscando los tres planos anatómicos de la madera (Pearsall, 1989; Chabal et al., 1999):

- Plano Transversal (ST). Perpendicular al sentido de las fibras, aporta una parte importante de la información, ya que revela al instante si se trata de una Gimnosperma o una Angiosperma, por lo que el estudio microscópico de los carbones debe empezar por este plano. Aporta información acerca de la disposición, tamaño y densidad de los elementos anatómicos en los anillos de crecimiento.
- Planos Longitudinales Radial y Transversal (SLR y SLT). Longitudinales al sentido de las fibras y perpendiculares al Plano Transversal (ST), complementan la información ofrecida por este. Aportan información acerca de la estructura y tipo de los elementos anatómicos.

El objetivo es obtener un bloque con superficies limpias orientadas según los diferentes planos anatómicos que nos permita observar los patrones celulares en los que basamos la determinación de cada género o especie desde diferentes puntos de vista (Piqué, 2006). El bloque obtenido de la preparación de cada fragmento de carbón se coloca sobre un soporte con pequeñas semillas, sal, arena, un pedazo de cera, plastilina o Blu-Tack, dependiendo de las preferencias de cada investigador. Sea cual sea el elemento utilizado debe cumplir dos requisitos: sostener correctamente el fragmento y permitir colocar y mantener horizontal el plano de observación. Para la observación de estas superficies de cuerpos opacos a ciertos aumentos es necesario el uso de un microscopio con iluminación episcópica (reflejada) con métodos de contraste de campo claro (BF) y campo oscuro (DF). Se manejan diferentes aumentos (por lo general entre 40 y 1000x) que nos aportan objetivos dispuestos en un revólver, y que se seleccionan en función del plano anatómico que se quiere observar o del grado de detalle que se quiere alcanzar.

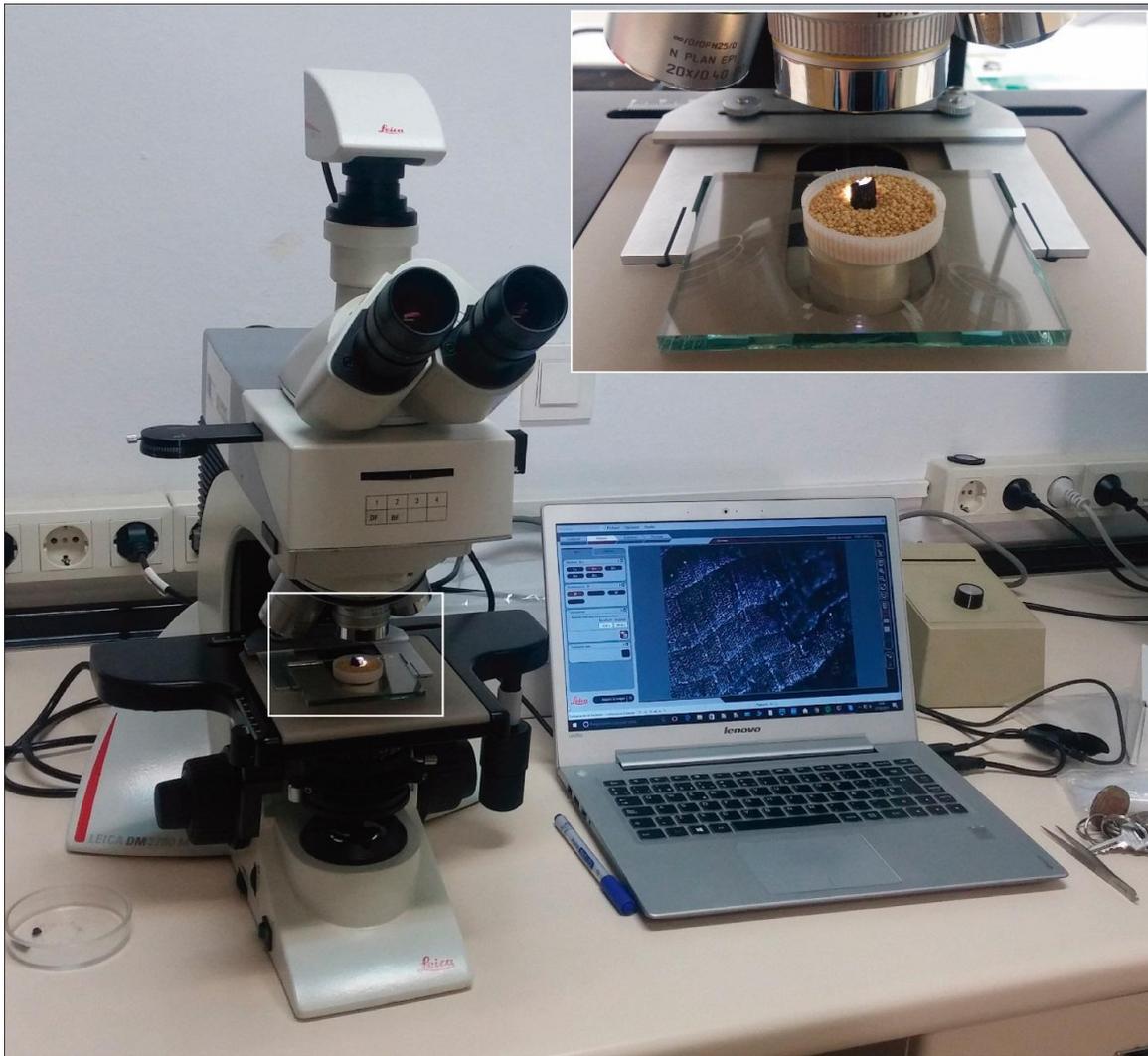


Figura 9. Microscopio metalográfico con iluminación LED episcópica y diascópica para métodos de contraste de campo claro/campo oscuro Leica DM2700M. En la pantalla del ordenador se puede observar el plano transversal de un fragmento de *Juniperus* sp. en tiempo real. En la esquina superior derecha plano de detalle del fragmento observado colocado sobre un soporte con semillas.

En nuestros análisis se han utilizado diferentes microscopios, que cumplieran los requisitos expuestos. El grueso de la identificación se ha realizado con un microscopio Nikon Optiphot con objetivos de 5x/10x/20x/40x/60x aumentos perteneciente al Servicio de Apoyo de la Investigación de la Universidad de Zaragoza, aunque durante las estancias de investigación en otros centros se han utilizado equipos de similares características ubicados en el *Laboratori d'Arqueobotànica* de la Universidad Autònoma de Barcelona, el *Centre de Bioarcheologie et Etnologie* de la Universidad de Montpellier y el *Laboratorio di palinologia e archeobotanica* de la Universidad de Roma La Sapienza. Para la toma de las imágenes que acompañan a la descripción de los

taxones determinados en este trabajo, y en aquellos casos en los que la profundidad de campo o la magnificación requeridas para la correcta observación de determinados elementos han sido necesarias, se ha utilizado Microscopía Electrónica de Barrido (SEM/SEM LV) que permite la observación de muestras biológicas y muestras no conductoras sin recubrimiento. El sistema de bajo vacío (LV) permite montar directamente los bloques de carbón sobre soporte especiales con fibra de carbono sin la utilización de recubrimiento, por lo que no implica tampoco la destrucción de las muestras. La utilización de estos aparatos se ha realizado mediante la asistencia de técnicos especializados en el *Service Commun de Microscopie Electronique* de la Universidad de Montpellier y el Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos de la Universidad de Zaragoza. Se ha utilizado también para la realización de algunas fotografías la cámara digital Leica MC190 HD acoplada a un microscopio Leica DM2700M con el software Image Builder XYZ de Leica Application Suite (LAS) del que recientemente dispone el Grupo de investigación consolidado Primeros Pobladores del Valle del Ebro.

3.4.3. Determinación taxonómica del carbón.

La identificación botánica del carbón procedente de contextos arqueológicos parte del principio de que la anatomía de las especies vegetales leñosas no ha variado a lo largo del Cuaternario, y en consecuencia con ese principio actualista, para su determinación taxonómica, la anatomía observada microscópicamente en los distintos fragmentos de carbón se compara con materiales actuales de referencia y bibliografía especializada en anatomía de la madera carbonizada y no carbonizada (Metcalfé y Chalk, 1950; Greguss, 1955, 1959; Jacquot, 1955; Metcalfé, 1960; Jacquot et al., 1973; Schweingruber 1978, 1990; Wheeler et al., 1989; Ritcher et al., 2004; Vernet et al., 2001; García Esteban et al., 2003; Schoch et al., 2004 entre otros). Por otro lado, resulta muy eficaz la comparación con materiales actuales carbonizados. Cada vez son más las instituciones que albergan colecciones de referencia de maderas actuales carbonizadas o no carbonizadas procedentes de individuos de diferentes edades, o que han crecido bajo diferentes condiciones ecológicas o geográficas que influyen en su crecimiento. Estas xilotecas son fundamentales en el desarrollo de cualquier estudio antracológico. Para realizar las identificaciones taxonómicas de nuestros restos antracológicos se ha utilizado tanto la colección de referencia del *Laboratori d'Arqueobotànica* de la Universidad Autònoma de Barcelona como la que nosotros hemos empezado a

organizar en el Laboratorio de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Zaragoza. También fue posible durante los meses de realización de una estancia de investigación del *Centre de Bioarcheologie et Ethnologie* de la Universidad Montpellier el acceso a sus magníficas colecciones de referencia.

En lo que respecta a las posibilidades de identificación botánica de los fragmentos determinables, hay una serie de factores que condicionan la precisión de identificación del taxón. Como hemos avanzado la determinación de la especie a partir del examen de los carbones parte de un número de rasgos menor que en el caso de la madera fresca (Chabal et al., 1999). Los principales factores limitantes en el caso de los carbones arqueológicos, que determinarán si la muestra es identificable al nivel de la especie o sólo se pueda clasificar a nivel de género o familia, son el tamaño de los fragmentos y su estado de conservación. En el caso del tamaño, muchas veces en evidencias pequeñas no es posible observar todos los caracteres diagnósticos necesarios, por lo que cuanto menor es la superficie más suele aumentar el nivel de incertidumbre (Piqué, 2006). Por norma general, se considera que el tamaño a partir del cual los carbones son determinables está por encima de 2 mm² de superficie (Zapata, 2001). Por lo que respecta al estado de conservación, no se deriva sólo del proceso de combustión o del propio crecimiento de la planta, sino también de los diversos procesos deposicionales y postdeposicionales por lo que se ha podido ver afectado su conservación, un hecho que suele agravarse conforme los materiales estudiados son más antiguos. Los problemas derivados de la conservación del material condicionarán la presencia de fragmentos indeterminables en los conjuntos estudiados (Badal et al., 2003). En otras ocasiones, aunque la conservación y el tamaño sean excepcionales, la propia pertenencia genérica de los carbones condiciona la precisión en la identificación del taxón, ya que algunos géneros presentan una variabilidad tan baja entre especies que su discriminación no es posible en términos estrictamente anatómicos. Por el contrario, en otros casos se dan convergencias anatómicas entre especies de diferentes géneros, lo que igualmente dificulta su asignación específica.

Para la ordenación de las especies leñosas o especies vegetales se emplean categorías taxonómicas, que son conceptos abstractos que se sitúan a distintos niveles en el marco de una ordenación jerárquica poniendo de manifiesto el grado de parentesco que existe entre unas y otras. La unidad taxonómica básica es la especie (*species*) seguida del género (*genus*) que es la unidad taxonómica más importante de nivel supraespecífico

(Strasburger, 1997). En antracología todos aquellos fragmentos que han podido ser identificados, independientemente del grado de determinación, reciben el nombre del taxón, que constituye la unidad básica de clasificación de los restos (Carrión, 2005). La nomenclatura utilizada en este trabajo sigue las directrices establecidas en *Flora europaea* (Tutin et al., 1980) y *Flora Iberica* (Castroviejo, 1986-2012) tratando de emplear siempre las denominaciones más recientes.

En aquellas ocasiones en las que ha sido necesario clarificar el nivel de clasificación, se han utilizado las siguientes convenciones, siguiendo las utilizadas habitualmente en arqueobotánica y recogidas por Buxó y Piqué (2008) y algunas recomendaciones de estandarización de los taxones en antracología recogidas por la Escuela de Montpellier y el Museo de Historia Natural de París:

1. Cuando la determinación se ha realizado a nivel de familia se ha utilizado el término que hace referencia a la familia (p.e. Rosaceae, Ericaceae).
2. Cuando la determinación se ha realizado a nivel de género se ha utilizado el término que hace referencia al género con la mención «sp.» (p.e. *Juniperus* sp.).
3. Cuando el resto analizado puede pertenecer a dos géneros o especies que no pueden ser diferenciados entre sí de manera objetiva en base a la anatomía de la madera se ha utilizado el signo de barra (/) (p.e. *Populus/Salix*, *Quercus coccifera/ilex*). En estos casos se ha seguido siempre el orden alfabético para equiparar la probabilidad.
4. Cuando hay una fuerte probabilidad que concierne al reconocimiento de un taxón pero sin que exista una certeza objetiva se ha anotado la mención «cf.» antes del término de la categoría afectada (p.e. cf. *Arbutus unedo*, *Pinus* cf. *halepensis*).
5. Para designar una determinación orientativa de una identificación lo más parecida posible a un género o especie se ha utilizado la mención «tipo» (p.e. *Pinus* tipo *sylvestris*).
6. Cuando la determinación se ha realizado a nivel de tribu se ha utilizado el término que hace referencia a la familia seguido del término que hace referencia a la tribu (p.e. Rosaceae Maloideae).
7. Cuando la determinación se ha limitado a la distinción más básica se ha utilizado el término latino Gymnospermae, Angiospermae o Monocotiledoneae, evitando la mención «indeterminada» o «no determinada».

8. Los restos sin ninguna atribución propuesta se han clasificado en «indeterminados» si a pesar de que conservan suficientes caracteres diagnósticos no se ha podido aventurar una determinación, o «indeterminables» si la ausencia de caracteres o el mal estado de conservación no lo han permitido.

Los criterios de identificación de las maderas carbonizadas utilizados en nuestros análisis se especifican en el apartado de resultados.

3.4.4. Las alteraciones de la anatomía.

En algunos de los fragmentos de carbón analizados se han detectado alteraciones de la estructura anatómica de la madera. La madera puede sufrir diferentes procesos que afectan a la estructura de sus células, dando lugar a la presencia de alteraciones en su anatomía. Algunas de estas alteraciones se producen durante el crecimiento de la planta y otras en las etapas previas o durante la combustión (Thèry-Parisot, 2001; Allué, 2002; Allué et al., 2009a; Caruso, 2012). Se produzcan en el momento que se produzcan, el estudio de esas alteraciones nos aporta datos sobre las características de la leña, las estrategias de gestión del combustible, las condiciones de combustión o los procesos deposicionales y postdeposicionales (Martín Seijo y Uzquiano, 2010), informándonos pues sobre el estado fenológico y fisiológico en el que la madera fue utilizada (Thèry-Parisot et al., 2016). En los conjuntos antracológicos que hemos analizado en este trabajo se ha documentado la presencia de 4 tipos de alteraciones: (i) las grietas radiales de contracción, (ii) la madera de reacción, (iii) la vitrificación y (iv) las alteraciones producidas por microorganismos.

Las grietas radiales de contracción.

Una alteración ampliamente documentada en el registro antracológico son las grietas radiales de contracción. Las llamadas *fentes de retrait* (Thèry-Parisot, 2001; Henry, 2011) en francés, o *shrinkage cracks* (Caruso y Thèry-Parisot, 2011), *radial cracks* (Marguerie y Hunot, 2007; Thèry-Parisot y Henry, 2011; Caruso y Civalero, 2014) o simplemente *cracks* (Allué et al., 2009a) en inglés, han sido también objeto de diferentes denominaciones en la bibliografía española, utilizándose indistintamente grietas de contracción (Allué, 2002; Caruso, 2012) o grietas radiales (Martín Seijo y Uzquiano, 2010). Nosotros utilizaremos el término *grietas radiales de contracción* que aúna ambas traducciones, y por lo tanto ambos conceptos (Carrión, 2005b; Caruso, 2013).

Se trata de deformaciones en forma de grietas o fisuras observables en los cortes frescos de los carbones, que afectan por lo general al plano transversal. Durante la carbonización, la contracción axial es menor que la contracción tangencial y radial, por lo que se habla de una contracción anisótropa de la estructura celular de la madera, que provoca la aparición de estas grietas o fisuras de forma frecuente en los carbones arqueológicos (Théry-Parisot, 2001; Allué et al., 2009a), siendo la principal causa el escape del vapor de agua y otros gases contenidos en la madera, que se produce de forma violenta al aumentar artificialmente la temperatura durante el proceso de combustión (Théry-Parisot, 2001; Allué, 2002).

Por ello esta alteración, se considera un indicador potencial de la tasa humedad que contenía la madera puesta al fuego; esto es, si se trataba de madera verde o seca (Caruso, 2012). Los estudios experimentales (Théry-Parisot y Henry, 2011; Caruso y Théry-Parisot, 2011) están demostrando que la aparición o no de grietas radiales no se correlaciona directamente con el contenido de humedad, si bien, el número de grietas radiales de contracción por cm^2 de superficie estudiada en el plano transversal ha permitido a las autoras discriminar madera seca de la madera verde en carbones experimentales de *Pinus* sp. *sylvestris* (Théry-Parisot y Henry, 2011). Es en todo caso una alteración que se considera asociada al proceso de combustión y al estado previo de la madera. Esta alteración anatómica por lo general no impiden la determinación taxonómica, aunque sí puede dificultarla.

La madera de reacción.

En una parte importante de las coníferas estudiadas se ha detectado la existencia de un reforzamiento de lignina en las paredes de las traqueidas durante la observación de los planos longitudinales. Se trata de un engrosamiento de las paredes celulares que da lugar a fendas inclinadas entre 40 y 60°, fácilmente distinguibles de los engrosamientos helicoidales propios de la anatomía de algunas coníferas. Esta alteración se conoce genéricamente como madera de reacción y se produce como una respuesta a tensiones mecánicas durante el crecimiento de la planta. La madera de reacción puede afectar a las coníferas o a las frondosas, produciendo estas características fendas. La existencia de esta alteración es un indicador de la pérdida de verticalidad en el crecimiento de la madera, que se puede deber a que estos árboles han crecido en una ladera de fuerte pendiente o sometidos a vientos permanentes, o a que la madera procede de una rama

(García Esteban et al., 2003). Se trata por lo tanto de una alteración asociada al crecimiento de la planta, previa al proceso de combustión.

La vitrificación.

La vitrificación es un proceso de fusión y homogeneización de los diferentes elementos anatómicos de la madera que provoca la desaparición de algunos criterios de determinación (Théry-Parisot, 2001). Esta alteración aparece en diferentes grados y no afecta de la misma forma a toda la superficie del fragmento (Vaschalde et al., 2011). Para una aplicación práctica a carbones arqueológicos Marguerie y Hunot (2007) proponen establecer 3 diferentes grados de vitrificación, teniendo en cuenta la baja (1) o alta (2) afectación de la superficie de los fragmentos contra aquellos que resultan completamente afectados y por lo tanto son clasificados como indeterminables (3).

Aunque es una alteración que está presente en prácticamente todos los contextos arqueológicos estudiados desde el inicio de la antracología, se trata por lo general de un fenómeno raro y aislado, que afecta apenas a algunos fragmentos de cada muestra con porcentajes por lo general inferiores al 5% (Théry-Parisot, 2001; Zapata y Peña Chocarro, 2005). Este fenómeno, sin embargo, parece tener una incidencia mayor en contextos como las carboneras, los incendios naturales o las turberas (Théry-Parisot, 2001; Allué, 2002; Carrión, 2005a; Euba, 2008; Caruso, 2012). A día de hoy no se conocen sus causas, hasta el punto que ni siquiera existe un consenso en torno a si este fenómeno depende de las condiciones de combustión o de las condiciones de la madera previas a la combustión. Algunas interpretaciones tradicionales lo asocian con la combustión a altas temperaturas, una carbonización lenta y/o en medio reductor, o una tasa de humedad elevada en la madera en el momento de la combustión, asociada bien a un estado verde de la leña o a la presencia de resina, la existencia de una segunda combustión (Prior y Alvin, 1983; Thinon, 1992; Fabre, 1996; Talon, 1997; Tardy, 1998).

Los estudios experimentales llevados a cabo nos aportan una información diversa y no concluyente en este campo. Así por ejemplo, R. Scheel-Ybert (1998) lo atribuye a una cuestión química ligada al comportamiento termoplástico de la lignina, uno de los componentes principales de la madera. Para Scheel-Ybert un mayor contenido en lignina supondría un aumento en la vitrificación, de manera que las ramas (con más contenido en lignina debido al estrés que sufre el leño como consecuencia de la pérdida

de verticalidad) se vitrifican más. Así un mayor índice de vitrificación indicaría que la leña procede mayoritariamente de ramas y no de troncos. Establece también una relación entre la vitrificación y la madera verde y señala la importancia de las diferencias entre madera densas y no densas. Constata que la vitrificación se produce en nudos, tálides, límites de los anillos que son las partes más densas y en la corteza. Por otra parte, el trabajo experimental en hogueras al aire libre permitió a I. Thèry-Parisot (2001) reproducir de manera puntual el proceso de vitrificación pero no reproducirlo sistemáticamente, por lo que no le fue posible determinar las causas. Experimentos posteriores, tanto al aire libre como en condiciones de laboratorio (Py y Ancel, 2006; Braadbart y Poole, 2008; McParland et al., 2009; 2010), todos ellos relacionados ya con procesos industriales (metalurgia), han obtenido resultados desiguales y poco concluyentes. La experimentación de Py y Ancel (2006) en relación con un contexto minero de época medieval relaciona la vitrificación con un abundante contenido en resina de la madera quemada, por lo que su determinación podría ofrecer indicaciones sobre la estación de corte. Por su parte, los complejos experimentos realizados por McParland et al. (2009 y 2010), que en relación con la fundición de hierro y bronce, tienen en cuenta como variables las temperaturas máximas alcanzadas (hasta 1.100 °C, una temperatura impensable para un hogar prehistórico) y la existencia de un proceso de *re-carbonización*, tal como proponía Fabre (1996), no han obtenido en ningún caso resultados satisfactorios.

A pesar de la proliferación de estudios que tratan de esclarecer la causa o causas de la vitrificación, a día de hoy no podemos dar una explicación a este fenómeno. La conclusión que se puede extraer de todas estas experiencias es que es poco probable que la vitrificación se produzca a consecuencia de un único factor sino que probablemente se deba más bien a una combinación de ellos.

Las alteraciones producidas por microorganismos.

Podemos distinguir principalmente dos tipos de alteraciones por microorganismos: las producidas por hongos y las producidas por insectos xilófagos. Los ataques por hongos se detectan en la madera durante su análisis microscópico por la presencia de hifas (elementos filamentosos que constituye el cuerpo vegetativo de un hongo) y micelios (conjunto de hifas) en la estructura celular que se instalan en la madera previamente y se conservan tras la carbonización. Cuando hay una afectación seria por hongos la madera se ve afectada en su microestructura con un adelgazamiento y pérdida de consistencia

(Badal y Carrión, 2004; Carrión, 2005a). En lo que respecta a los insectos xilófagos, los barrenadores son los más habitualmente detectados en los carbones arqueológicos, ya que generan galerías verticales y transversales que son visibles en los tres planos anatómicos de la madera (Carrión, 2005; Caruso, 2013). Ambos suelen instalarse en la madera una vez muerto el árbol, pudiendo afectar tanto a árboles en pie como a la madera muerta y almacenada, sin que se pueda determinar si el ataque se produjo antes o después de su recogida, pero siempre de forma previa a la combustión (Carrión, 2005a; Euba, 2008; Caruso, 2012). El estudio experimental llevado a cabo por M. Moskal del Hoyo (et al., 2010) en relación a la preservación de las hifas y micelios tras la combustión pone de manifiesto que estas estructuras biológicas se conservan en el registro arqueológico, aunque a día de hoy no es posible determinar en que momento se produciría el ataque. Es decir, no podemos determinar si se trata de madera sana abatida que se ha contaminado durante un almacenaje más o menos prolongado, o si se trata de madera muerta ya contaminada en el momento del abatimiento o recolección que ha podido o no ser almacenada posteriormente (Thèry-Parisot, 2001). En cualquier caso, la presencia de estos elementos fitopatógenos se asocia a la quema de madera degradada (Vidal Matutano y Thèry-Parisot, 2016).

3.5. EL TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

3.5.1. La cuantificación del registro.

El recuento de restos en arqueobotánica, o cuantificación del registro, que a fin de cuentas es la forma que tenemos de establecer la representación de los distintos taxones entraña una cierta problemática. Cuando realizamos un estudio antracológico debemos escoger entre la utilización de métodos cuantitativos o cualitativos, cuya contraposición historiográfica ha marcado en gran parte la evolución de la disciplina. Esta elección depende, en gran medida, de los objetivos perseguidos, la muestra disponible y la tradición de investigación en la que se inscriben los diferentes investigadores.

Los *métodos cualitativos* tienen en cuenta los diferentes taxones únicamente en términos de presencia o ausencia de los diferentes taxones en las diversas muestras antracológicas. Muy utilizado por la tradición anglosajona (Kohler y Matthews, 1988; Smart y Hoffman, 1988; Popper, 1988), el análisis de la *ubicuidad* tiene en cuenta la recurrencia de los taxones pero ignora totalmente el volumen de los residuos, que en algunos casos puede constituir una información relevante.

Si bien es cierto que aspectos como la reducción de la masa por la carbonización o la fragmentación diferencial (Castelletti, 1975; Thinon, 1979; Krauss-Marguet, 1981; Marquer, 2009) pueden suponer una deformación del espectro antracológico, dificultando el establecimiento de la importancia relativa de los diferentes taxones mediante la cuantificación de los restos analizados, podemos asumir que, en general, el taxón más utilizado es el que tiene más probabilidades de generar un mayor volumen de residuos.

De esta forma, los *métodos cuantitativos* han sido los más utilizados en Antracología (Bazile Robert, 1979; Thiébault, 1983; Heinz, 1983; Figueiral, 1990; Badal, 1990; Chabal, 1991; Uzquiano, 1992; Scheel Ybert, 1998; Ntinou, 2000; Allué, 2002; Carrión, 2003). Estos interpretan los datos a partir del recuento de fragmentos expresados en porcentajes relativos de cada taxón. Una variante es la utilización de *clases de abundancia* que permiten establecer categorías de frecuencia basadas en el número de fragmentos o el porcentaje de aparición, clasificando los taxones como *raros* o *esporádicos* (- 5%), *frecuentes* (5-40%) o *abundantes* (+ 40%).

En este trabajo se ha utilizado como unidad básica de análisis el fragmento de carbón. De este modo, la determinación botánica y el registro de las alteraciones se han realizado sobre cada uno de los fragmentos estudiados. Los resultados del análisis antracológico se expresan siempre en frecuencias tanto absolutas (en las tablas de presentación de datos) como relativas (tanto en las tablas como en los gráficos) haciendo referencia al número de fragmentos analizados independientemente tanto del tamaño de los fragmentos como del rango de identificación alcanzado (familia, género, especie).

Una vez escogido el método cuantitativo, utilizando el fragmento como unidad básica de análisis, el problema será determinar el número de fragmentos de carbón que es necesario analizar para obtener unos resultados sólidos y representativos, es decir, analizar la representatividad estadística de cada una de las muestras estudiadas. Para obtener datos suficientes y fiables que nos permitan cuantificar la importancia de los restos estudiados en un estudio antracológico se debe analizar una muestra antracológica, esto es, una cantidad de fragmentos de carbón representativa de cada unidad de muestreo (nivel arqueológico, unidad estratigráfica o estructura).

El objetivo es obtener una buena representación de la variabilidad taxonómica del conjunto y de los valores relativos de las especies frecuentes, es decir, a partir de qué momento, por un lado, dejan de aparecer nuevas especies y, por otro lado, los porcentajes de las especies más significativas se estabilizan. Diversos trabajos han establecido los valores ideales entre 200 y 500 fragmentos (Chabal et al., 1999; Badal et al., 2003) aunque este valor es distinto para cada muestra y depende en gran medida de algunas de sus características, como la diversidad taxonómica de cada muestra, la complejidad de las asociaciones vegetales explotadas, el tipo de contexto arqueológico del que proceden, el tamaño del área muestreada, etc. Por ello, el estudio de todas las *muestras antracológicas* analizadas en esta tesis ha llevado aparejada la elaboración de una *curva taxonómica* o *curva de esfuerzo-rendimiento* que es la fórmula normalmente utilizada en este tipo de estudios (Carrión, 2003; Duque, 2004; Picornell, 2012) para determinar cuándo una población o muestra se estabiliza cuantitativamente y establecer una relación positiva entre el esfuerzo invertido y el rendimiento (Figura 10).

Se trata de una representación gráfica en forma de curva acumulativa en la que se ponen en relación dos variables: el número de fragmentos analizados y el número de taxones aparecidos hasta el momento. La estabilización de la curva, es decir, el momento a partir del cual aunque aumentemos el tamaño de la muestra los porcentajes no varían o no lo hacen apenas, indica el número mínimo de carbones a partir del cual tendremos ya representadas todas las especies frecuentes, que son las que van a ofrecer la principal información cuantitativa. Las curvas revelan que al inicio el número de taxones nuevos documentados asciende rápidamente mientras que a medida que el número de fragmentos analizados se incrementa estas curvas tienden a estabilizarse. Se deduce fácilmente que cuando un conjunto tiene una variabilidad específica intrínseca baja las curvas tienden a estabilizarse rápidamente. En casos en los que la variabilidad específica de la muestra es mayor, porque ofrece una mayor riqueza o diversidad taxonómica, pueden aparecer especies menos frecuentes aunque la curva se estabilice si aumentamos el número de fragmentos analizados. Es evidente que ese aumento del repertorio puede proporcionar una información ecológica complementaria, pero no genera modificaciones cuantitativas representativas.

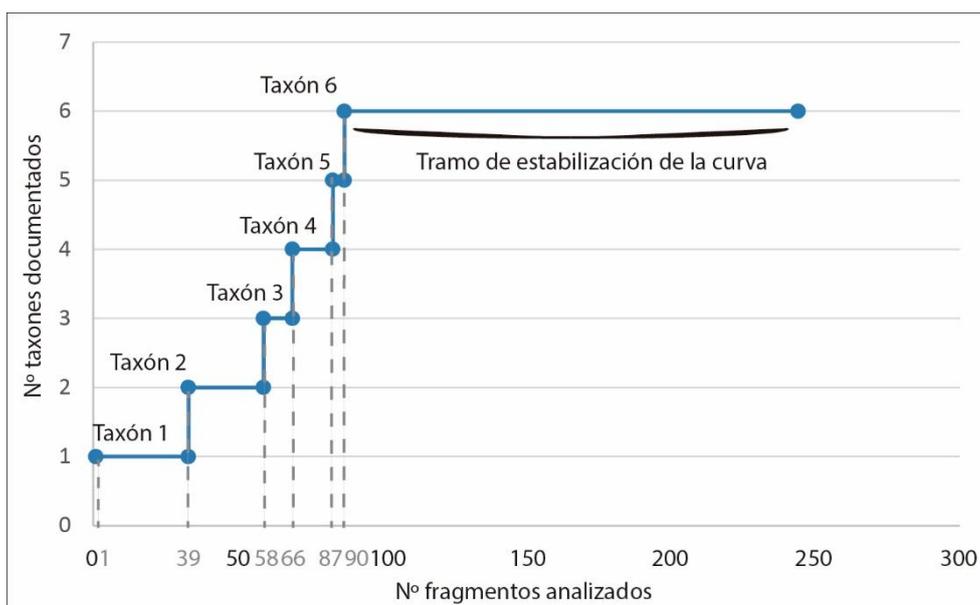


Figura 10. Ejemplo de curva taxonómica de una muestra antracológica.

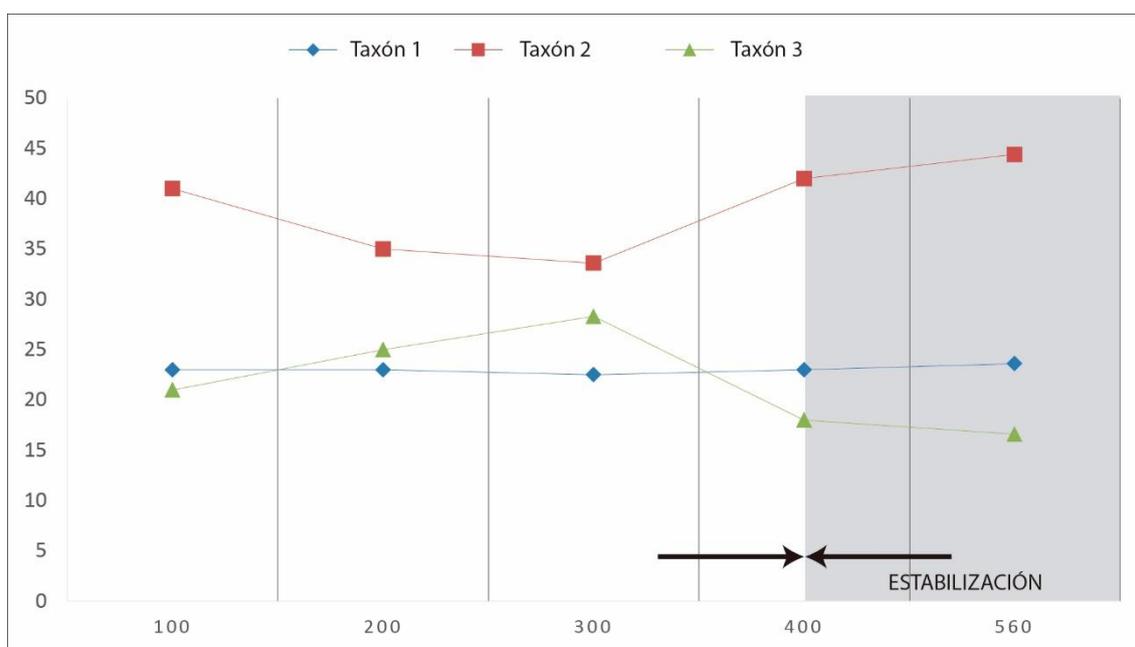


Figura 11. Ejemplo de curva de porcentajes de los taxones predominantes de una muestra antracológica.

En nuestro caso, algunas veces el número de fragmentos analizados ha venido determinado por el propio tamaño de las muestras disponibles. Esto es especialmente evidente en el caso de carbones procedentes de excavaciones en las que los objetivos de recogida perseguían la obtención de dataciones radiocarbónicas y no un estudio antracológico. En cambio, en los casos en los que hemos dispuesto de una muestra más amplia hemos podido establecer un número mínimo de fragmentos de carbón para obtener unos resultados estadísticamente representativos. Cuando ha sido necesario,

cuando la variabilidad taxonómica es elevada y las especies frecuentes comparten protagonismo, se han elaborado curvas complementarias (Figura 11) aplicadas a la relación entre el número de fragmentos analizados y las frecuencias de las especies más frecuentes, lo que ha permitido averiguar cuando se estabilizan estas frecuencias, es decir, a partir de qué momento, aunque aumentemos el tamaño de la muestra, los porcentajes no varían o no lo hacen apenas.

3.5.2. Presentación de datos y representación gráfica.

Asimismo, hemos calculado en la mayoría de los casos las frecuencias relativas de los resultados obtenidos en cada unidad de muestreo estudiada con el objetivo de homogeneizar los datos que se aportan. Las frecuencias relativas de cada taxón se han calculado siempre en base al número de fragmentos determinables y nunca en base al total de fragmentos estudiados, con el objetivo de ajustar al máximo los intervalos de confianza a los tamaños muestrales. Es decir, en base al total de fragmentos analizados calculamos el porcentaje de fragmentos determinables e indeterminables, mientras que la frecuencia relativa de aparición de cada taxón respecto al total de la muestra lo calculamos en base al total de fragmentos determinables. Un ejemplo llevado al extremo queda recogido en la siguiente tabla (Tabla 2):

	Frecuencias absolutas Número de fragmentos	Frecuencias relativas en base al total de fragmentos determinados	Frecuencias relativas en base al total de fragmentos analizados
<i>Pinus</i> sp.	50	50%	5%
<i>Quercus</i> sp.	50	50%	5%
Total determinables	100	10%	10%
Indeterminables	900	90%	90%
Total analizados	1000	100%	100%

Tabla 2. Ejemplo hipotético llevado al extremo del sistema de cálculo de las frecuencias relativas.

El cálculo de las frecuencias relativas facilita su representación gráfica, que permite observar la variación diacrónica en las frecuencias de los taxones documentados, a la vez que minimiza el impacto de las grandes diferencias ocurridas a veces entre los tamaños muestrales disponibles. Las frecuencias relativas de los taxones dominantes se han representado mediante la construcción de *diagramas antracológicos* para cada una de las secuencias arqueológicas estudiadas en los diferentes yacimientos (Figura 12). En ocasiones, se ha optado por los diagramas sintéticos, que recogen datos de niveles procedentes de diferentes yacimientos que por su proximidad geográfica forman parte del mismo conjunto arqueológico, como es el caso, por ejemplo, de los yacimientos del

Arba de Biel. En otros casos, Aquellos en los que los tamaños muestrales han sido reducidos, no hemos tenido como pertinente la realización de diagramas, ya que no consideramos que las variaciones diacrónicas en los espectros antracológicos sean estadísticamente fiables. En cualquier caso, cuando ha sido posible, los *espectros de frecuencias*, ordenados crono-estratigráficamente, se han representado mediante dichos diagramas antracológicos. Este tipo de representación gráfica permite una lectura sincrónica y diacrónica de la vegetación leñosa consumida, ya que puede ser leído en dos sentidos:

- *horizontal*: muestra las frecuencias de los taxones leñosos para un momento concreto de ocupación, lo que permite reconstruir las especies existentes en el área de aprovisionamiento.
- *vertical*: ofrece una visión diacrónica sobre los posibles cambios en las frecuencias de cada uno de los taxones a lo largo de la secuencia.

Una lectura combinada en ambos sentidos nos da la información de las variaciones diacrónicas de los espectros antracológicos documentados en cada momento de ocupación de una secuencia, mostrando las tendencias de captación de recursos leñosos en el yacimiento a lo largo del tiempo.

En este trabajo los diagramas se han realizado mediante una hoja de cálculo *Excel (Office 2010)* que permite la elaboración de diferentes tipos de gráficos e histogramas, y se han montado con el programa de diseño gráfico o editor de gráficos vectoriales *Adobe Illustrator CS5*.

3.5.3. Análisis estadístico de los datos.

La interpretación de los datos obtenidos se ha desarrollado en dos niveles. El primer nivel de análisis corresponde a los datos obtenidos para cada uno de los yacimientos estudiados. Esta discusión particular, que nos permite tener en cuenta aspectos particulares como las características biogeográficas del entorno, los procesos de formación del registro antracológico, la funcionalidad de los contextos analizados, la relación con otros elementos del registro arqueológico y, por consiguiente, integrar el aprovechamiento de los recursos forestales en las actividades productivas identificadas en el yacimiento se presenta en cada uno de los correspondientes subcapítulos.

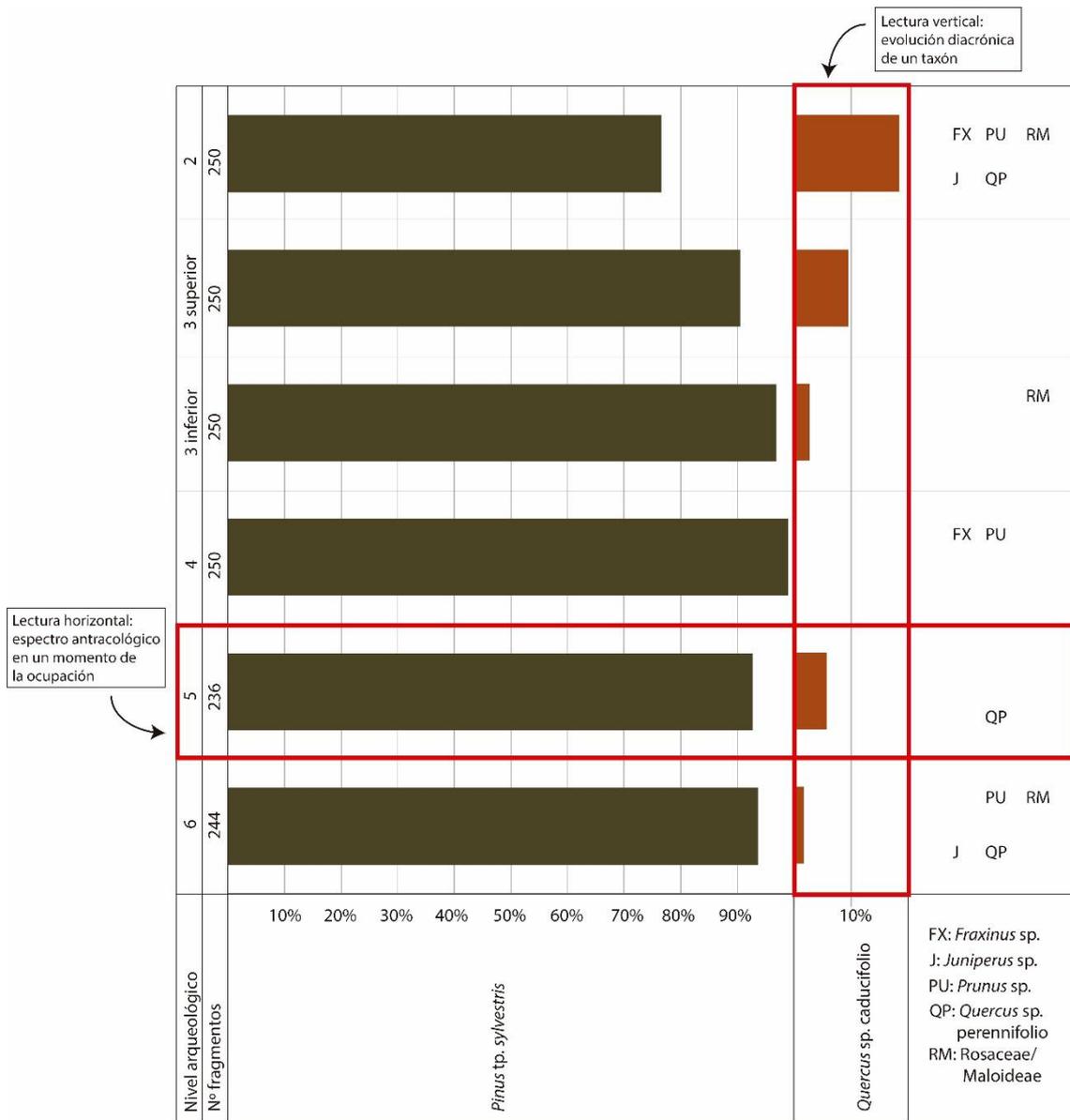


Figura 12. Ejemplo de diagrama antracológico (Esplugón).

El segundo nivel de análisis corresponde al contexto general del valle del Ebro. Para ello hemos integrado nuestros datos con los estudios antracológicos realizados previamente, lo que nos ha permitido detectar convergencias y divergencias entre las secuencias disponibles. En primer lugar, a partir de estos datos realizamos inferencias tanto a nivel sincrónico, comparando los datos antracológicos entre yacimientos en ámbitos de distinta o similar actividad, y a nivel diacrónico, que nos permite establecer la dinámica del aprovechamiento forestal durante los diferentes momentos culturales estudiados.

En segundo lugar, a la hora de poner en relación los datos obtenidos entre ellos, los hemos sometido a un tratamiento estadístico exploratorio. La aplicación de este tipo de herramientas estadísticas multivariantes es de uso común en antracología (Piqué, 1999; 2006; Heinz, 1999; Piqué y Barceló, 2006; Delhon, 2005, Delhon et al., 2010; Henry, 2011; Picornell, 2012; Henry et al., 2013). El primer paso del análisis ha consistido en la elaboración de tablas de contingencia de frecuencias en las que las variables utilizadas han sido los diferentes taxones identificados y los niveles arqueológicos o unidades estratigráficas en los que aparecen. La utilización de porcentajes en vez de los valores absolutos para minimizar la influencia de las grandes diferencias de los tamaños muestrales en los resultados.

A partir de esta tabla hemos realizado dos análisis estadísticos diferentes con la ayuda del programa *PAST (Palaeontological Statistics)* (Hammer et al., 2001) en su versión 2.17. Por un lado, hemos llevado a cabo un análisis *cluster* o de clasificación por conglomerados jerárquicos, representado mediante un dendrograma, que ha permitido el establecimiento de una serie de grupos de niveles arqueológicos. Dado que hemos decidido expresar los datos en frecuencias, hemos utilizado el algoritmo Manhattan para el cálculo de la distancia entre los conjuntos antracológicos tal como propone Fernández (2015). Por otro lado, hemos realizado un análisis factorial de correspondencias (AFC) utilizando el estadígrafo del chi-cuadrado (χ^2) sobre las mismas tablas de contingencia de frecuencias. Los resultados obtenidos, que se presentan en la discusión general en relación con el contexto arqueológico y paleoambiental, nos han permitido analizar la significación del conjunto de datos obtenido en este trabajo.

3.6. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

En este trabajo hemos tratado de realizar una aproximación holística al registro antracológico teniendo en cuenta la dualidad que caracteriza a los carbones de madera como objetos arqueológicos. Esta dualidad se deriva de su naturaleza como fuente de información paleoambiental y paleoetnobotánica.

Aún en la actualidad, es obligado hacer referencia a la existencia de dos grandes corrientes interpretativas principales basadas en la aplicación de diferentes enfoques. Retomando la problemática en cuanto a la terminología que hemos abordado en el primer apartado de este capítulo encontramos de nuevo la existencia de una dicotomía entre la tradición hispano-francesa y la tradición anglosajona en cuanto a los

planteamientos teórico metodológicos de los que parten y las interpretaciones que dan al registro. Mientras que la primera de ellas hace hincapié en la significación paleoambiental de los registros antracológicos, la segunda lo hace en su significación paleoetnobotánica.

Lo cierto es que a día de hoy los límites establecidos entre ambos posicionamientos teórico-metodológicos se hayan bastante diluidos, de forma que la gran mayoría de los estudios abordan un enfoque dual basado en la propia naturaleza de este tipo de restos arqueobotánicos aparecidos en contextos arqueológicos. La existencia de estas dos tendencias, que vamos a desarrollar brevemente a continuación, difícilmente puede ser desligada de la historia y desarrollo de la antracología como disciplina y constituye un aspecto clave para poder evaluar la significación de los carbones aparecidos en contextos arqueológicos. En cualquier caso, ambas corrientes asumen el valor de los carbones arqueológicos como testimonio directo de las condiciones ambientales pasadas aunque difieren en algunos aspectos a nivel interpretativo.

La corriente paleoambiental, encarnada en gran medida por la llamada *Escuela de Montpellier*, desarrolló trabajos teóricos y metodológicos en la vertiente más paleoecológica de la disciplina. Esta corriente, que equipara a la antracología en contextos arqueológicos con otras disciplinas paleoambientales, es propia de la tradición hispano-francesa. Los principales representantes de esta corriente pertenecen a la llamada Escuela de Montpellier desarrollada en Francia. La figura de J.L. Vernet es fundamental en el desarrollo metodológico de la disciplina (ver ap. 5.5.3.) y en la aplicación de los estudio de los carbones procedentes de yacimientos arqueológicos de forma sistemática en los yacimientos, publicando gran cantidad de trabajos (Vernet, 1967; 1973; 1980; 1991) y dirigiendo un importante número de trabajos y tesis doctorales (Heinz, 1983; 1990; Bazile Robert, 1979; Krauss-Marguet, 1981; Chabal, 1982; 1991; Figueiral, 1987; 1990; Badal, 1984; 1990; Thièbault, 1988; Grau, 1991; Uzquiano, 1992; Rodríguez Ariza, 1992; Machado Yanes, 1994). La preocupación por dotar a la disciplina de un sólido corpus teórico-metodológico basado en una rigurosa metodología de muestreo en el campo y el laboratorio y el tratamiento estadístico de los datos para su interpretación paleoambiental ha sido una constante en el trabajo de algunos de sus discípulos (Thièbault, 1988; Chabal, 1992; Chabal et al., 1999).

Desde este enfoque, a través del estudio taxonómico de los registros antracológicos y sus variaciones cuantitativas es posible la reconstrucción de los paisajes vegetales

pasados y sus transformaciones a lo largo del tiempo. En este sentido, los carbones procedentes de contextos arqueológicos se equiparan en su significación paleoambiental a los aparecidos en contextos no antrópicos o naturales. Se trata de una postura determinista ambiental, en la que el factor antrópico queda relegado a un segundo plano. Las plantas presentes en el entorno más o menos inmediato del asentamiento (*site catchment*) (Jarman et al., 1972) constituyen la oferta vegetal leñosa disponible para los grupos humanos. Sobre esta oferta vegetal los grupos humanos realizan un efecto de síntesis (Chabal et al., 1999) según el principio del mínimo esfuerzo (*Principle of least effort*) (Shackleton y Prins, 1992). Según los planteamientos ambientalistas de la antracología existen factores más importantes que las propiedades o características de la madera en función de la especie de la que procede, que influyen significativamente en la selección del combustible, como su disponibilidad en el entorno. De esta forma, el ya mencionado efecto de síntesis se produce tanto a nivel tanto cualitativo como cuantitativo de forma que los taxones más abundantes en el espectro antracológico lo serán también en el entorno y las variaciones cuantitativas de los restos son interpretables como cambios en el paisaje (Chabal et al., 1999). En suma, el enfoque paleoambientalista parte de la premisa de que la génesis antrópica de los depósitos antracológicos no desvirtúa su valor paleoambiental, de forma que las identificaciones taxonómicas del registro antracológico reflejan cualitativa y cuantitativamente la vegetación del entorno del yacimiento en su momento de uso.

Las principales críticas a este enfoque surgen de la dificultad de establecer una relación directa entre el registro antracológico y la biomasa real que le ha dado origen. Se puede establecer la relación de un fragmento de carbón con un sólo individuo de origen, pero no podemos saber si un segundo fragmento de carbón, perteneciente a la misma especie, procede del mismo individuo o de otro distinto, y así sucesivamente. En la actualidad, las posiciones ambientalistas tienen muy en cuenta los procesos tafonómicos que afectan a los registros antracológicos como registros arqueológicos, y la manera en la que estos pueden comprometer su representatividad paleoambiental (Thèry-Parisot et al., 2010; Chrzaszvez et al., 2014).

El enfoque, *a priori*, antagónico al que acabamos de ver, lo encarna la tradición anglosajona europea y estadounidense que hace hincapié en la relación dialéctica entre los grupos humanos y las comunidades vegetales, enmarcándose en una corriente de pensamiento funcionalista. Este enfoque hace hincapié en los carbones como objetos

arqueológicos o ecofactos, así como en el carácter antropogenético de los registros (Ford, 1979). En esta tradición, los carbones quedan englobados dentro del campo de estudio de la paleoetnobotánica (Pearsall, 1989). Esta disciplina se centra en el estudio de la relación dinámica entre los grupos humanos y las plantas, es decir, el entorno natural afecta al desarrollo cultural mientras que los grupos humanos alteran el entorno natural al utilizarlo (Hastorf y Popper, 1988).

Esta vertiente paleoetnobotánica o paleoeconómica de la antracología no puede negar la validez de los datos antracológicos para la reconstrucción paleoambiental, ya que el uso humano de los recursos vegetales leñosos va a depender siempre de su disponibilidad en el medio bajo unas condiciones paleoambientales determinadas (Smart y Hoffman, 1988). Sin embargo, como los carbones aparecidos en un yacimiento son el resultado de la selección humana que aporta las plantas según unas normas culturales determinadas, lo que revelan estos registros son los condicionamientos culturales del grupo que los genera, mientras que el registro que ofrecen de la vegetación prehistórica es siempre sesgado, mediatizado por este filtro cultural.

Además, a nivel cuantitativo, la antracología no puede establecer el número mínimo de individuos basándose en la cuantificación de los resultados debido a que un mayor número de fragmentos no significa necesariamente una mayor presencia de una determinada especie en el entorno (Piqué y Piqué, 1992), de forma que no es posible relacionar el volumen de carbón recuperado en un yacimiento arqueológico con la biomasa presente en el entorno (Piqué, 1995). De esta forma, las variaciones en las frecuencias relativas entre los distintos registros no tienen relación con la abundancia de su disponibilidad en el medio, es decir, no reflejan la biomasa real de las especies representadas, sino las preferencias en el consumo de determinados combustibles. Las fluctuaciones observadas en los diagramas antracológicos reflejan cambios en los patrones de aprovisionamiento de los combustibles (Piqué, 1999).

Las principales críticas a este enfoque surgen de la dificultad de establecer un marco teórico-metodológico que permita identificar elementos como las preferencias culturales a través del registro antracológico. En este sentido, los estudios etnográficos en sociedades tradicionales actuales constituyen un campo de estudio privilegiado para conocer la gestión de los recursos forestales por parte de los grupos humanos del pasado y enriquecer las interpretaciones acerca de la naturaleza de las relaciones entre las sociedades prehistóricas y su entorno a partir del registro antracológico (Piqué, 1999;

Zapata et al., 2003; Picornell, 2009; Henry et al., 2009; Caruso, 2013; Peña Chocarro et al., 2013).

Lo cierto es que ambos enfoques, el paleoambiental y paleoetnobotánico, son complementarios y se interrelacionan. El debate entre ambas posturas enfrentadas que ha acompañado al desarrollo de la disciplina a lo largo del siglo XX (Piqué, 1999; Allué, 2002), especialmente centrado en el asunto de la representatividad paleoecológica del carbón procedente de contextos arqueológicos, llega a un punto de estancamiento con el cambio de siglo (Picornell, 2012) y ambas corrientes han acercado posturas. En la actualidad, se considera que este dualismo, lejos de ser antagónico, como se ha considerado durante décadas, viene marcado por la propia naturaleza del registro arqueobotánico. Finalmente ambos enfoques convergen en cuestiones fundamentales, los carbones aparecidos en contextos arqueológicos (i) son residuos de materias primas consumidas, (ii) la disponibilidad de recursos en el entorno es un factor clave, (iii) aportan información acerca de la historia de las plantas y sus áreas de distribución, y (iv) los procesos tafonómicos y su influencia en la formación del registro son claves en la interpretación. En la etapa de la investigación en la que nos movemos actualmente gana importancia la idea de integración de los datos antracológicos en el discurso arqueológico. Cuestiones como la duración de la ocupación o la funcionalidad de los asentamientos, que unidos por supuesto a la aplicación de una metodología rigurosa parecen claves a la hora de cuantificar e interpretar los registros.

Entre los puntos de interés actuales de la antracología en contextos arqueológicos podemos destacar los siguientes:

- Desarrollo y aplicación de nuevas técnicas de análisis y metodologías como el estudio de isótopos estables (Ferrio et al., 2006; Hall et al., 2008; Masi et al., 2013a y b; Fiorentino et al., 2015; Baton et al., e.p.) u otras técnicas (Hammes et al., 2008; McParland et al., 2009; 2010; Veal et al., 2011).
- Nuevas respuestas a preguntas clásicas de la disciplina, como las relacionadas con el procesado e interpretación de las muestras (Moskal del Hoyo, 2011; O'Carroll y Mitchell, 2011; Arranz Otaegui, e.p.).
- Proyectos de investigación centrados en la arqueología experimental (Lancelotti et al., 2010; 2017; Théry-Parisot y Henry, 2011; Caruso y Théry-Parisot, 2011; Chrzavzez et al., 2011; 2014; Henry et al., 2014; Caruso et al., 2015) y la

etnoarqueología (Henry et al., 2009; Picornell, 2011; Picornell et al., 2011; Mallol y Henry, 2017).

- Dendrocronología y dendroantracología en materiales arqueológicos principalmente encaminadas a las estrategias de gestión de los recursos leñosos (Théry-Parisot et al., 2011; García Martínez y Dufraisse, 2011; Dufraisse y García Martínez, 2011; Marguerie, 2011; Out et al., 2013; Caruso et al., 2013; Peña Chocarro et al., 2013; Euba et al., 2016; Dufraisse et al., e.p.; Girardclos et al., e.p.)
- Estudios *multiproxy* (Robin et al., 2012; 2013; Wick et al., 2013; Uzquiano et al., 2011; Piqué et al., e.p.; Caruso et al., e.p.).
- Creciente interés en el uso de macrorrestos para conocer en la distribución pasada de determinadas especies forestales (Figueiral y Carcaillet, 2005; Carrión et al., 2010; Pérez Díaz et al., 2013; Di Pascuale et al., 2014; Cunill et al., 2015; Uzquiano et al., 2015; 2016a; Aranbarri, 2016, Magri et al., 2017)
- Desarrollo de bases de datos integradas, con proyectos como WODAN (Stuijts y O'Donell, 2011; Stuijts et al., 2012), ANTHRAKOS (Scheel Ybert, 2012; 2015a) o INDEX ANTHRACORUM (Scheel Ybert, 2015b).
- Obtención de datos taxonómicos en regiones y/o periodos poco explorados (Lityńska-Zajac et al., 2008; Ntinou, 2010; Moskal-del Hoyo, 2013; Dottesarout et al., 2015; Salavert et al., 2015).

Capítulo 4.

ANTECEDENTES
BIBLIOGRÁFICOS Y ESTADO
DE LA CUESTIÓN.

LOS ESTUDIOS
ANTRACOLÓGICOS EN EL
VALLE DEL EBRO ENTRE EL
TARDIGLACIAR Y EL
HOLOCENO MEDIO.

4.1. HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN.

En este capítulo vamos a realizar una revisión del estado de la cuestión con el objetivo de contextualizar el trabajo que hemos desarrollado en este trabajo de tesis doctoral. La historia de la antracología, se inicia en España en los años 80 con la salida de una serie de investigadoras al extranjero para su formación, período en el que llevarán a cabo los primeros trabajos de investigación sobre este territorio. El regreso de gran parte de estos investigadores y su inserción en algunas instituciones de investigación con la creación de laboratorios especializados permitirá el desarrollo y consolidación de la disciplina a lo largo de los años 80 y 90 (Ros, 1985; Badal, 1990; Grau, 1991; Uzquiano, 1992; Rodríguez Ariza, 1992; Machado Yanes, 1994; Piqué, 1997; Zapata, 1999). Desde entonces, los estudios antracológicos se han aplicado de forma sistemática en muchos yacimientos, especialmente los que se ubican en territorios cuyas instituciones de investigación cuentan con la presencia de especialistas, lo que se ha traducido en la publicación de un gran número de artículos. El potencial desarrollo de la disciplina ha permitido además la formación de nuevas generaciones de investigadores y la lectura de un importante número de tesis doctorales dentro del sistema universitario español centradas en determinadas épocas y territorios peninsulares o extrapeninsulares (Ntinou, 2000; Allué, 2002; Carrión, 2003; Duque, 2004; Euba, 2008; García Martínez, 2009; Caruso, 2012; Martín Seijo, 2012; Picornell, 2012, Ruíz Alonso, 2014; Celma, 2015; López Bultó, 2015; Arranz Otaegui, 2015; Vidal Matutano, 2016). Sin embargo, a día de hoy todavía existen importantes lagunas espaciotemporales en la aplicación de los estudios arqueobotánicos que afectan a determinados territorios y a determinados periodos (Peña Chocarro y Zapata, 1999; Zapata, 2001; Buxó y Piqué, 2008; Rodríguez Ariza, 2005; 2010). Este es el caso de la cuenca hidrográfica del Ebro donde es patente la existencia de un vacío central y una polarización de los datos disponibles en lo que se refiere a yacimientos sobre los que se han realizado estudios antracológicos en depósitos arqueológicos (Figura 13). Este gran vacío central constituye el punto de partida de este trabajo de tesis doctoral. La distribución espacial de los estudios debe ser explicada a través de un repaso de la historia de las investigaciones en este territorio.

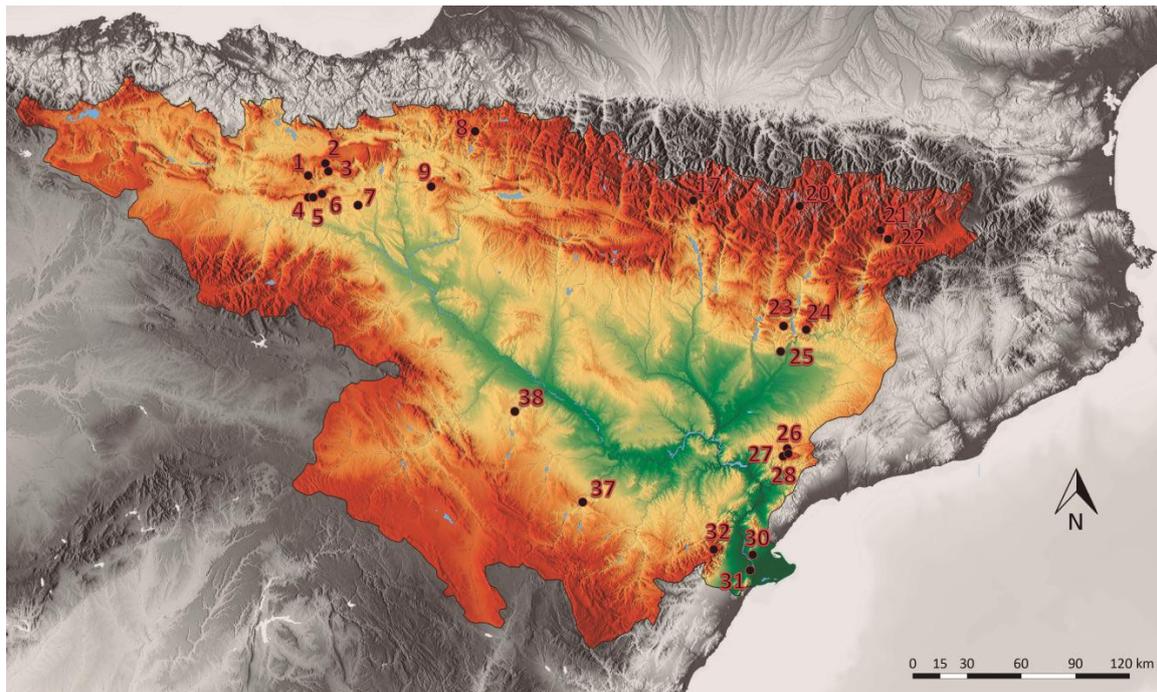


Figura 13. Localización de los estudios antracológicos publicados en el valle del Ebro hasta el momento, exceptuando los presentados en este trabajo: 1. Atxoste, 2. Mendandia, 3. Kampanoste Goikoa, 4. Los Husos II, 5. Los Husos I, 6. Peña Larga, 7. Los Cascajos, 8. Aizpea, 9. Artusia, 17. Coro Trasito, 20. Cova del Sardo, 21. Balma Margineda, 22. Feixa del Moro, 23. Forat de la Conqueta, 24. Cova del Parco, 25. Auvelles, 26. Hort de la Boquera, 27. Colls, 28., Filador, 30. Molló de la Torre, 31. Barranc d'en Fabra, 32. Cova del Vidre, 37. Los Baños, 38. Cabezo de la Cruz.

Uno de estos polos se concentra en el sector occidental, la zona que tradicionalmente conocemos como Alto Ebro. Las excavaciones en yacimientos arqueológicos con ocupaciones humanas mesolíticas y neolíticas impulsadas por diferentes investigadores de la Universidad del País Vasco han sido numerosas. En esta zona los estudios antracológicos son iniciados por L. Zapata, que en 1999 lee su tesis doctoral acerca de la explotación de los recursos vegetales y el origen de la agricultura en el País Vasco (Zapata, 1999) centrándose en la vertiente atlántica de este territorio histórico. Los estudios en la vertiente mediterránea, ubicada dentro de la cuenca, comienzan con los estudios arqueobotánicos en los yacimientos de Kanpanoste Goikoa (Zapata, 1998) y Mendandia (Zapata y Peña Chocarro, 2004) publicados en sendas monografías (Alday, 1998; Alday, 2004). Estos datos fueron recogidos y considerablemente ampliados por M. Ruíz-Alonso en su trabajo de tesis doctoral, centrado en esta vertiente del territorio. Aunque esta investigadora abarca un período temporal más amplio que el que aquí nos ocupa, estudia yacimientos con ocupaciones tardiglaciares, epipaleolíticas y neolíticas como Atxoste, Los Husos I, Los Husos II o Peña Larga (Ruíz Alonso, 2014). Podemos

incluir en este núcleo el territorio navarro, próximo al Alto Ebro. El estudio antracológico de Aizpea (Zapata, 2001a), realizado de nuevo por L. Zapata, se publica también en la monografía del yacimiento (Barandiarán y Cava, 2001). Por último, los estudios realizados en el yacimiento neolítico de Los Cascajos (Peña Chocarro et al., 2005) por L. Zapata y en el yacimiento mesolítico de Artusia (García Martínez de Lagrán et al., 2014; 2015) por M. Ruíz Alonso, se publican en sendos artículos que abarcan diferentes aspectos arqueológicos de estos sitios.

En el lado opuesto de la cuenca, en su sector más oriental, otro polo se constituye definiendo una nítida banda territorial paralela al extenso desarrollo de la cordillera Costero-Catalana en su vertiente continental. Los estudios antracológicos en el noreste peninsular, principalmente circunscritos al territorio catalán, cuentan con un amplio recorrido (Allué, 2002). Las investigaciones antracológicas en este sector de la cuenca se inauguran con el estudio realizado por A. Cebrià en el *nivel 2* de Filador (Cebrià et al., 1981). A continuación, durante las décadas de los 80 y 90, vienen los trabajos de M. T. Ros y, poco después, R. Piqué, que comienzan a sistematizar este tipo de estudios en el territorio. Esta investigadora realiza estudios antracológicos en el yacimiento neolítico pirenaico de Feixa del Moro (Llovera, 1985-1986), las también neolíticas necrópolis de Barranc d'en Fabra y Molló de la Torre en la desembocadura del Ebro (Bosch, 1989; Ros, 1993a) o las ocupaciones epipaleolíticas de Colls y Filador en el Monsant (Bergadà, 1998; García Argüelles et al., 1990; Ros, 1994). Algunos de ellos permaneciendo inéditos durante mucho tiempo como la Cova del Parco (Ros, 1997) o la Cova del Vidre (Piqué, e.p.). En el marco de los estudios llevados a cabo en Cataluña por la Escuela de Montpellier (Bazile-Robert, 1980; Vernet et al., 1984) se enmarca el extenso estudio de la amplia secuencia de la ocupación pirenaica de Balma Margineda (Heinz y Vernet, 1995) publicado en la monografía del yacimiento (Guilaine y Martzluff, 1995). Con el cambio de siglo, E. Allué (Allué, 2002), realiza en su tesis doctoral un trabajo de síntesis centrado en el noreste peninsular. No obstante, la mayoría de los yacimientos estudiados por esta autora se circunscriben a la Serralada Prelitoral y las cuencas interiores de Cataluña, con la excepción del yacimiento paleolítico aragonés de las Fuentes de San Cristobal. Es con posterioridad a este trabajo cuando esta autora analiza varios yacimientos epipaleolíticos y neolíticos ubicados en el interior de la cuenca del Ebro, como Forat de la Coqueta (Allué, 2011), Hort de la Boquera (García Argüelles et al., 2014), Cova del Parco (Allué et al., 2013). Recientemente, en trabajos

realizados en colaboración con R. Piqué, se incorporan los trabajos de M. Martín en el yacimiento neolítico leridano de Auvelles (Martín Seijo y Piqué, 2008) y los de L. Obea, centrados en áreas de alta montaña del Pirineo catalán y aragonés, como la Cova del Sardo (Obea et al., 2011; Gassiot et al., 2012-2013) y Coro Tracito (Obea, 2014).

La situación del sector central de la cuenca del Ebro es bien distinta. El territorio aragonés es sin duda la zona que más claramente adolece de una tradición en lo que a estudios arqueobotánicos se refiere. Mientras que el Holoceno Reciente (del 4200 cal BP hasta la actualidad) constituye el periodo mejor documentado para la antracología aragonesa (Ros, 1993b; Wetterstrom, 1994; Picazo et al., 1997; Piqué, 2003; 2008; Carrión, 2007; 2009; Badal et al., 2008; Badal, 2009; Vila y Piqué, 2012; Montes et al., 2016; Alcolea et al., e.p.), el Tardiglacial y las etapas formativas del período Holoceno constituyen un vasto vacío de datos en este territorio (Alcolea, 2016a). Este vacío de datos choca frontalmente con el interés que han despertado el Epipaleolítico y el Neolítico antiguo para la arqueología aragonesa y la gran cantidad de yacimientos excavados principalmente por la Universidad de Zaragoza en las últimas décadas (Utrilla, 2002; Montes et al., 2006; Utrilla et al., 2009; 2014). En sentido estricto, la primera referencia la identificación taxonómica del carbón aparecido en un contexto arqueológico aparece en el artículo de J. Tomás y J. Vallespí sobre el yacimiento de Botiquería de los Moros donde se habla de los materiales procedentes de las campañas de excavación llevadas a cabo entre 1955 y 1959 y se dice que “el carbón identificado es de pino” (Tomás y Vallespí, 1960), sin más precisiones acerca de la metodología empleada ni el tamaño de la muestra. Esta cita es recogida con posterioridad por I. Barandiarán, en la publicación de la monografía sobre el yacimiento (Barandiarán, 1978). Al margen de este dato anecdótico, de las decenas de yacimientos conocidos y excavados para este período, sólo contamos con 2 estudios que corresponden a los yacimientos mesolíticos de Los Baños (Badal, 2004) y Cabezo de la Cruz (Badal, 2013), ambos realizados por E. Badal, que fueron publicados en sendas monografías (Utrilla y Rodanés, 2004; Rodanés y Picazo, 2013).

A continuación hacemos un repaso de los resultados obtenidos por los estudios antracológicos realizados hasta la fecha en el valle del Ebro desde el Tardiglacial hasta el Holoceno Medio (14500-4200 cal BP), exceptuando, claro está, los presentados en este trabajo.

4.2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

Aizpea (Arive, Navarra) (Zapata, 2001).

Se trata de un abrigo rocoso localizado en torno a 720 msnm muy próximo al río Irati, en la vertiente sur del Pirineo navarro, bajo influencia climática eurosiberiana. El muestreo antracológico en columna se realizó en 1992 (con posteridad a las excavaciones realizadas en 1989 y 1991). Tanto el muestreo como el estudio fueron realizados por L. Zapata (Universidad del País Vasco) y los resultados se publicaron en la monografía dedicada al yacimiento (Barandiarán y Cava, 2001). De los 2400 fragmentos analizados, la gran mayoría proceden del *nivel b*, que datado entre el 8577±87 y el 7313±77 cal BP, contiene con ocupaciones que pertenecen al Mesolítico reciente y al Neolítico antiguo. El registro presenta una alta variabilidad con la presencia de al menos 15 taxones. Al inicio de la ocupación es importante la explotación del componente arbustivo como leña, aparecen pomoideas (Rosaceae Pomoideae), endrino (*Prunus spinosa*), cerezo (*Prunus*, *Prunus* cf. *avium*, *Prunus avium*-*P. padus*) y espino (*Rhamnus cathartica*, *Rhamnus saxatilis*-*Rhamnus cathartica*), siendo *Prunus* el combustible mejor representado en la base de la secuencia. En torno al 8000 cal BP el consumo de roble (*Quercus*, *Quercus* subgenus *Quercus*), como elemento dominante del bosque mixto caducifolio bien desarrollado, alcanza sus valores máximos, lo que para la autora sugiere un aumento de la termicidad. A partir del 7200 cal BP, con la llegada del Neolítico, casi toda la leña que se quema es de tejo (*Taxus baccata*) y boj (*Buxus sempervirens*), imponiéndose finalmente este último, lo que para esta autora debe asociarse al creciente impacto antrópico en el bosque (Zapata, 2001). Por último, se documenta una gran variedad de taxones relacionados con las riberas o zonas más húmedas como olmo (*Ulmus*), aliso (*Alnus glutinosa*), abedul (*Betula*), avellano (*Corylus avellana*), álamo/chopo (*Populus-Salix* cf. *Populus*), arce (*Acer*, *Acer platanoides*-*A. pseudoplatanus*) y fresno (*Fraxinus*, *Fraxinus excelsior*).

Artusia (Unzué, Navarra) (García-Martínez de Lagrán et al., 2014; 2015)

Se trata de un abrigo rocoso horadado por el arroyo de Artusia entre la sierra de Alaiz y la peña de Unzué en torno a 590 msnm que contiene una amplia estratigrafía con diferentes fases de ocupación mesolítica datadas entre el 9252±89 y el 8012±24 cal BP. Las excavaciones realizadas en 2009 y 2010 han permitido la recuperación de una

considerable cantidad de material antracológico que ha sido estudiado por M. Ruiz Alonso (CCHS-CSIC). Recientemente se ha publicado el estudio antracológico en el que se han identificado 866 fragmentos de carbón procedentes de 5 niveles arqueológicos (García Martínez de Lagrán et al., 2014; 2015). Toda la secuencia está dominada por la presencia de *Pinus* sp. y *Quercus* caducifolio aunque se observa un cambio en la tendencia de captación de los recursos leñosos a lo largo de la secuencia cronológica. A partir del 8477±45 cal BP se observa un retroceso en la captación de madera de pino paralelamente al acusado incremento de la madera de roble, que en las fases finales es la madera más utilizada. Se han podido determinar al menos 8 taxones más cuya presencia siempre cuenta con valores reducidos. Aparecen algunos taxones higrofilos como los fresnos (*Fraxinus* sp.), sauces/chopos (*Salix/Populus*), olmos (*Ulmus* sp.) o avellanos (*Corylus avellana*) junto a otras vinculadas con ambientes puramente mediterráneos, como encina/coscoja (*Quercus* perennifolio) y enebro/sabina (*Juniperus* sp.) Completan la lista las leguminosas (Leguminosae) y rosáceas (Rosaceae).

Atxoste (Virgala, Álava) (Ruíz Alonso, 2014; Ruíz Alonso y Zapata, 2015)

Se trata de un abrigo, parcialmente derrumbado y de escasas dimensiones, ubicado en el puerto de Azazeta, junto al río Berrón, en este caso a 800 msnm. Los trabajos arqueológicos en este yacimiento se desarrollaron por el mismo equipo de excavación entre 1996 y 2006 (Alday, 1996). A través de una amplia y compleja estratigrafía se ha revelado la existencia de ocupaciones humanas sucesivas fechadas entre el 14871±308 y el 3599±58 cal BP. El estudio antracológico realizado por M. Ruiz-Alonso afecta a todos los niveles excavados, de los que una veintena corresponden al periodo que nos ocupa en este trabajo. Se han estudiado un total de 16854 fragmentos de carbón, obtenidos tanto mediante flotación como mediante muestreo manual, además del material concentrado en diferentes estructuras. Se han identificado un total de 11 taxones, entre los que destacan numéricamente los pinos (tanto *Pinus* tipo *sylvestris* como *Pinus* sp.) y los robles (*Quercus* subg. *Quercus*). Los primeros dominan la base de la secuencia y son sustituidos por los segundos en la parte alta. Este cambio de tendencia se produce coincidiendo con la transición entre el Mesolítico geométrico (*nivel IIIb2*) y el Neolítico antiguo (*nivel IIIb*), por lo que se data entre el 7968±36 y el 6901±55 cal BP (Ruíz Alonso, 2014; Ruíz Alonso y Zapata, 2015). Completan el espectro antracológico algunos taxones exigentes con la humedad como el tejo (*Taxus*

baccata), aliso (*Alnus* sp.), abedul (*Betula* sp.), avellano (*Corylus avellana*), haya (*Fagus sylvatica*), y taxones arbustivos (*Juniperus* sp., *Prunus* tipo *spinosa*, *Prunus* sp. Ericaceae). En este yacimiento se observaba además, de nuevo, un alto grado de vitrificación, probablemente relacionada con la madera de pino (*Pinus* tipo *sylvestris*), tal como se puede constatar en aquellos fragmentos en los que no hay una afectación total de toda la superficie.

Auvelles (Castelló de Farfanya, Lérida) (Martín Seijo y Piqué, 2008).

Se trata de un yacimiento de la comarca de la Noguera con una altitud aproximada de 350 msnm que fue objeto de una excavación de urgencia. Escasamente publicado y datado de forma un tanto imprecisa a través de los materiales arqueológicos entregados entre el Neolítico y la Edad del Bronce Final, se recogió una importante cantidad de material antracológico recuperado mediante flotación. Este material, que fue estudiado por M. Martín (Universidad de Santiago de Compostela) y R. Piqué (Universidad Autónoma de Barcelona), procede de 3 tipos de estructuras identificadas como depósitos de almacenamiento, cubetas para el tratamiento térmico del sílex y estructuras de combustión. El estudio antracológico sobre 1760 fragmentos de carbón ha permitido documentar el consumo de 7 taxones distintos. Estas investigadoras detectan asimismo una clara diferenciación en la composición taxonómica de las muestras analizadas en función del tipo de estructura arqueológica de la que proceden. En las estructuras de combustión y cubetas la lista florística es muy limitada, siendo predominante la madera de roble (*Quercus caducifolio*) y/o encina/coscoja (*Quercus perennifolio*), especies que fácilmente producen brasas y una temperatura de combustión no muy elevada, lo que lleva a estas autoras a relacionarlas funcionalmente con el tratamiento térmico del sílex. En el caso de las estructuras de depósito, la variabilidad registrada es mayor lo que se interpreta como la acumulación de residuos procedentes de diferentes estructuras. En términos paleoambientales, dado que el espectro antracológico está claramente dominado por la presencia de *Quercus*, especialmente de tipo caducifolio, las autoras interpretan una importante presencia en el entorno de robledales o bosques mixtos de encinas y robles, donde prosperarían además otros taxones supramediterráneos como arces (*Acer*) o pinos (*Pinus* tipo *sylvestris-nigra*) (Martín Seijo y Piqué, 2008).

Balma Margineda (Aixovall, Andorra) (Heinz y Vernet, 1995).

Se trata de un abrigo ubicado en el desfiladero del río Valira a unos 970 msnm. Las primeras intervenciones arqueológicas se llevan a cabo en la década de 1950, aunque el grueso de las excavaciones se realizó entre 1979 y 1991 (Oms et al., 2016). El estudio antracológico, realizado por C. Heinz y J.L. Vernet (Universidad de Montpellier-CBAE) y publicado en el tercer volumen de la extensa monografía de yacimiento (Guilaine y Martzluff, 1995) se centra en niveles epipaleolíticos y neolíticos de la compleja y extensa estratigrafía del yacimiento, con una cronología absoluta comprendida entre el 12434±355 y el 6270±47 cal BP. El análisis de casi 5000 fragmentos de carbón permitió diferenciar 21 taxones entre los que aparecen representados todo tipo de árboles, arbustos y matorrales. Los autores distinguen 3 fases antracológicas basadas en una interpretación estrictamente paleoecológica. Durante la primera fase, entre el 13000 y el 10000 cal BP, que coincide con la ocupación mesolítica más antigua, el entorno del yacimiento estaría dominado por un bosque subalpino de pino negro (*Pinus uncinata*) y pino rojo (*Pinus sylvestris*) a menor altitud. En los márgenes del Valira crecería una vegetación riparia dominada por viburno (*Viburnum lantana*), avellano (*Corylus avellana*) y arce (*Acer campestre*). En un segundo momento, correspondiendo también con una ocupación mesolítica desarrollada entre el 10000 y el 9000 cal BP, la vegetación circundante refleja una mejoría climática con el desarrollo del Pino rojo (*Pinus sylvestris*) y el enebro (*Juniperus* sp.) y la aparición del abeto (*Abies alba*). El mayor cambio en la vegetación se produce en una tercera fase, entre el 8000 y el 6500 cal BP con la aparición del roble en el registro (*Quercus* sp. caducifolio), aunque no es hasta el 7500 cal BP, en una fase de ocupación coincidente ya con el Neolítico antiguo que el robledal empieza a tomar verdadero protagonismo en el entorno de yacimiento (Heinz y Vernet, 1995).

Barranc d'en Fabra (Amposta, Tarragona) (Ros, 1993a).

Se trata de un yacimiento al aire libre próximo ya a la desembocadura del Ebro con una altitud aproximada de 30 msnm. Se excavó una necrópolis adscrita a una fase avanzada del Neolítico antiguo que se data en el 6707±138 cal BP. En el estudio antracológico de M.T Ros fueron analizados 187 fragmentos de carbón, sin que conozcamos con más precisión el contexto arqueológico del que proceden, que permitieron determinar 12 taxones distintos. Esto revela la existencia de una vegetación de maquia litoral con presencia de olivo (*Olea europaea*), coscoja (*Quercus coccifera*), garriga (*Cistus* sp.)

lentisco (*Pistacia lentiscus*) y palmito (*Chamaerops humilis*). La aparición de romero (*Rosmarinus officinalis*), aliaga (*Ulex parviflorus*) y otras leguminosas está poniendo de manifiesto para la autora una cierta incidencia humana en el paisaje. El pino carrasco (*Pinus halepensis*), la única especie arbórea del conjunto, formaría manchas y bosquetes (Ros, 1993a).

Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza) (Badal, 2013).

Este yacimiento del valle del Huerva, localizado en el sector central de la cuenca a una altitud de 428 msnm, presenta una compleja estratigrafía en la que se superponen diferentes ocupaciones prehistóricas (Picazo y Rodanés, 2009). Aunque destacan por su intensidad las pertenecientes al Bronce Final y Primera Edad del Hierro, centraremos nuestro interés en el asentamiento mesolítico al aire libre del que se excavaron los restos de un fondo de cabaña circular con un hogar central y agujeros de poste datados entre el 7970±67 y el 7803±53 cal BP. Durante el trabajo de campo de 2004 se realizó un muestreo sistemático encaminado a la recuperación de macrorrestos vegetales, que son de nuevo estudiados por E. Badal (Universidad de Valencia) y publicados en la monografía del yacimiento (Rodanés y Picazo, 2013). El estudio de casi 600 fragmentos de carbón ha permitido documentar la presencia de 8 taxones. El espectro antracológico está claramente dominado a nivel cuantitativo por el pino carrasco (*Pinus halepensis*). Las plantas más exigentes con la humedad, como el roble (*Quercus* de tipo caducifolio), aparecen escasamente representadas, aunque otros taxones de carácter más mediterráneo, como enebro/sabina (*Juniperus* sp.), alardiana/falsa alardiana (*Rhamnus* o *Phillyrea*), labiadas (Labietae cf. *Lavandula*) o encina/coscoja (*Quercus* de tipo perennifolio), tampoco alcanzan porcentajes significativos. A partir de los datos obtenidos, la autora plantea la hipótesis de que estos pinares termófilos ocuparían amplias zonas en el valle del Huerva que serían explotados por las sociedades cazadoras-recolectoras como combustible y madera para la construcción (Badal, 2013).

Colls (Margalef de Montsant, Tarragona) (Bergadà, 1998).

El valle del río Montsant, dentro de la comarca del Priorat, concentra un importante número de yacimientos prehistóricos. Con una altitud de 400 msnm, este abrigo se excava entre 1982 y 1991. Existe un estudio antracológico del nivel IV realizado por M.T. Ros (Bergadà, 1998) del que desconocemos el tamaño de la muestra. Este nivel arqueológico se ubica cronoculturalmente en el Paleolítico Superior Final con unas

dataciones de 14772 ± 362 y 14196 ± 278 cal BP. El espectro antracológico analizado está dominado por la madera de pino (*Pinus* sp. *sylvestris*) acompañado de enebro/sabina (*Juniperus*), sauce (*Salix*) y diferentes rosáceas.

Coro Trasito (Tella, Huesca) (Obea, 2014).

Se trata de una cavidad de gran tamaño ubicada a 1548 msnm dentro del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido excavada desde 2011. Las dataciones publicadas hasta el momento fechan la ocupación neolítica de la cueva entre el 7272-7157 y el 6678-6532 cal BP (Clemente et al., 2014; 2016). La abundancia y buena conservación de la materia vegetal carbonizada a lo largo de todo el depósito unido a la rigurosidad del muestreo han permitido la recuperación de una buena cantidad de material arqueobotánico. El estudio antracológico se encuentra en proceso por parte de L. Obea (Universidad Autónoma de Barcelona) que publica sus resultados preliminares en 2014 (Obea, 2014). El análisis de 180 fragmentos de carbón procedentes de 6 unidades estratigráficas ha permitido la determinación de 10 taxones diferentes. El roble (*Quercus* sp. *caducifolio*), seguido del pino rojo (*Pinus sylvestris-nigra*), ambos característicos de los bosques mixtos de media montaña acompañados del tejo (*Taxus baccata*), son las especies dominantes a lo largo de toda la secuencia, de lo que se deduce que el área de captación del combustible leñoso sería el entorno inmediato de la cueva. También aparecen especies amantes de la humedad como el avellano (*Corylus avellana*), el sauce (*Salix* sp.) y el arce (*Acer* sp.) que podrían haber formado parte de bosques de ribera a la entrada del sitio. El boj (*Buxus sempervirens*), especie dominante en la vegetación actual, tiene una presencia discreta a lo largo de toda la secuencia excepto en la parte superior, para la que se presupone una formación reciente.

Filador (Margalef de Montsant, Tarragona) (Ros, 1994).

También en el Priorat y junto al río Montsant, este abrigo se ubica a una altitud de 340 msnm. Las excavaciones en este yacimiento se han sucedido de forma intermitente desde los años 30, si bien los trabajos arqueológicos más intensos tuvieron lugar entre 1979 y 1997 (García Argüelles et al., 1990; 2005). Se cuenta con dos estudios antracológicos, uno correspondiente al *nivel 2*, con presencia de las primeras cerámicas y datado en 9512 ± 23 y 9130 ± 119 cal BP, realizado por A. Cebrià y otro realizado por M.T. Ros para los *niveles 4 y 7* con una industria mesolítica de tipo sauveterroide y datados en 11557 ± 190 y 10770 ± 280 cal BP y 11291 ± 300 y 10281 ± 331 cal BP

respectivamente. La escasa muestra del *nivel 2* ha permitido identificar un elevado porcentaje de fragmentos de carbón de pino (*Pinus sylvestris-nigra*) y un pequeño porcentaje de chopo (*Populus*). Para este autor, estarían revelando una vegetación similar a la actual con un bosque de coníferas en torno al abrigo y un bosque de ribera a lo largo del curso de agua (García Argüelles et al., 2005). En el *nivel 4* M.T. Ros estudia 250 fragmentos de carbón entre los que determina 9 taxones vegetales. El espectro antracológico documentado está reflejando la existencia de una vegetación abierta, con una cobertura arbórea poco densa y dominada por el pino (*Pinus sylvestris-salzmanni*), en compañía de enebro/sabina (*Juniperus* sp.) y algunas rosáceas, especies resistentes al frío y a la sequedad (*Prunus amygdalus*, *Prunus avium*, *Prunus* sp., Pomoideae.). Completan el espectro los arces (*Acer opalus*) y sauces (*Salix* sp.). En el *nivel 7* se han identificado 8 taxones entre los 603 fragmentos estudiados. En este nivel, con una composición florística bastante similar, también hay una predominancia de las coníferas en el paisaje, especialmente el pino (*Pinus sylvestris-salzmanni*), que alcanza valores muy superiores en este nivel (García Argüelles et al., 1990; Ros, 1994).

Forat de la Conqueta (Santa Linya, Lérida) (Allué, 2011).

Se trata de un contexto funerario neolítico en cueva que se comienza a excavar en 2005, donde se documenta abundantemente el uso del fuego y se han podido delimitar diferentes espacios de combustión. La cavidad, que se localiza en la comarca de la Noguera, en el Prepirineo leridano, a 500 msnm, en el curso medio del río Segre, tendría un uso funerario durante un prolongado periodo de tiempo, que se desarrollaría entre el Neolítico final y la Edad del Bronce (desde 4549±78 hasta 3141±59 cal BP) (González Marcén, 2010; García Guixé et al., 2010). El estudio antracológico realizado por E. Allué (Universidad Rovira i Vigili-IPHES) comprende el análisis de un total de 77 fragmentos de carbón procedentes de 2 niveles arqueológicos (*niveles 1/2 y 3*). Se identifican un total de 16 taxones, que comprenden árboles, arbustos, matorrales y lianas, como la hiedra (*Hedera*) y la vid (*Vitis vinífera*). En este estudio llama la atención la variabilidad taxonómica documentada para una muestra tan reducida. Se interpreta la existencia de un bosque caducifolio en el que el roble (*Quercus* sp. caducifolio) y el boj (*Buxus sempervirens*) serían los elementos más importantes y en los que también crecerían elementos esclerófilos como la encina/coscoja (*Quercus ilex/coccifera*) y el enebro/sabina (*Juniperus* sp.). Dado el contexto del que procede la

muestra, la autora se plantea la existencia de un componente simbólico en el uso de determinados taxones (Allué, 2011).

Feixa del Moro (Juberri, Andorra) (Llovera, 1985-1986).

Se trata de un yacimiento neolítico al aire libre que incluye estructuras funerarias y de hábitat situado en la Vall del Gran Valira a 1335 msnm que se excava entre 1983 y 1985. Con una datación radiocarbónica en el 5678 ± 191 cal BP se adscribe culturalmente al Neolítico medio o final. M.T. Ros realiza un análisis antracológico sobre 134 fragmentos de carbón procedentes de diferentes contextos arqueológicos, tales como cistas, estructuras de combustión y recipientes, así como otros dispersos. Se determinan 8 taxones diferentes, entre los que predominan los taxones arbóreos como el pino (*Pinus mugo* sp. *uncinata*, *Pinus sylvestris*), el chopo (*Populus* sp.), el fresno (*Fraxinus excelsior*), el avellano (*Corylus avellana*), el roble (*Quercus caducifolia*), o el arce (*Acer opalus*). Entre los arbustos se documenta exclusivamente el boj (*Buxus sempervirens*). Para esta autora, el yacimiento se encontraría según estos datos en una zona de transición entre un pinar subalpino de pino negro (*Pinus mugo* sp. *uncinata*) y un pinar montano de pino rojo (*Pinus sylvestris*), mientras que en zonas abrigadas crecerían otros taxones supramediterráneos (Llovera, 1985-1986).

Hort de la Boquera (Margalef de Montsant, Tarragona) (García-Argüelles et al., 2014).

Otro abrigo en las terrazas del Monsant a unos 400 msnm, en este caso de pequeño tamaño, que contiene una ocupación del Paleolítico Superior Final datada entre 14326 ± 266 y 13670 ± 113 cal BP. El estudio antracológico llevado a cabo por E. Allué se ha realizado sobre 16 fragmentos de carbón procedentes de las campañas de 1998, 2003 y 2008 entre los que sólo se han podido determinar 13 fragmentos de pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) y uno de enebro/sabina (*Juniperus* sp.) (García Argüelles et al., 2014).

Kanpanoste Goikoa (Vígala, Álava) (Zapata, 1998).

Se trata de un abrigo ubicado en el puerto de Azazeta, junto al río Berrón, a 740 msnm. Durante las excavaciones arqueológicas, desarrolladas entre 1992 y 1993, se localizaron diferentes niveles de ocupación humana desde el Mesolítico de muescas y denticulados hasta el Calcolítico (Alday, 1998). El estudio antracológico llevado a cabo por L. Zapata afecta a 5 muestras (*KG1*, *KG2*, *KG4*, *KG5*), una de ellas precedente de una estructura

(KG3), compuestas por un total de 377 fragmentos de carbón, que pertenecen a la ocupación mesolítica geométrica (*nivel III*) y la fase de transición al Neolítico (*nivel II inferior*), datadas entre el 7409±249 y el 7301±83 cal BP. Se han identificado un mínimo de 7 especies vegetales. El registro antracológico sugiere la explotación de una comunidad de pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*), acompañada o yuxtapuesta a otra de roble o quejigo (*Quercus* Subg. *Quercus*), con una orla espinosa de avellano (*Corylus avellana*), endrino y espino albar (*Prunus* sp., *Prunus* cf. *espinosa*, Pomoideae tp. *Pyrus/Crataegus*), así como de manchas de boj (*Buxus sempervirens*). En el momento de transición al Neolítico la importancia del pino (*Pinus* sp. *sylvestris*) va decreciendo en favor del resto de elementos. La autora destaca una inusual incidencia del fenómeno de vitrificación que afecta a un porcentaje elevado de los fragmentos (aprox. 22% de total) y afecta seriamente a los niveles de indeterminación (Zapata, 1998). Los Baños (Ariño, Teruel) (Badal, 2004).

Se trata de un abrigo rocoso que con una altitud de 515 msnm se abre entre las estribaciones ibéricas y el Bajo Aragón. Situado a orillas del río Martín, contiene varios momentos de ocupación epipaleolítica adscritos a las fases macrolítica y geométrica. En el trabajo publicado en la monografía del yacimiento (Utrilla y Rodanés, 2004) E. Badal (Universidad de Valencia) estudia los 174 fragmentos de carbón recogidos de forma manual durante el transcurso de las excavaciones realizadas entre 1998 y 2001 procedentes de 2 niveles arqueológicos (*niveles 2b1* y *2b3*) datados entre el 8906±98 y el 8366±34 cal BP (Utrilla et al., 2009). Se identifican 5 taxones. Destaca la presencia de las coníferas, representadas por los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) y dos especies de pinos, el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y el pino laricio (*Pinus nigra*), que *a priori* parecen tener unas necesidades ecológicas contrapuestas pero que pueden convivir en sus límites de tolerancia ecológica dentro del piso bioclimático mesomediterráneo. Entre las angiospermas se ha identificado la encina/coscoja (*Quercus* de tipo perennifolio) y la familia de las labiadas o lamiaceas. Éstas, junto a los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) podrían haber formado parte del cortejo arbustivo de los pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*). No obstante, la presencia de pino salgareño (*Pinus nigra*), más exigente en cuanto al frío y la humedad, da una tonalidad más fría que la actual al fondo del valle del río Martín, de donde en la actualidad se encuentra totalmente ausente. En lo que respecta a la interpretación paleoeconómica, la autora destaca la importante presencia de hongos e insectos xilófagos en el registro, lo que podría estar

relacionado con la recolección de madera degradada seleccionada por sus superiores propiedades combustibles (Badal, 2004).

Los Cascajos (Los Arcos, Navarra) (Peña Chocarro et al., 2005).

Se trata de un enorme asentamiento neolítico al aire libre al sur de Navarra, en el sector central de la cuenca del Ebro, lo que lo sitúa en torno a los 430 msnm. Se han excavado diferentes estructuras, que incluyen viviendas de planta circular y agujeros de poste, enterramientos, grandes hogares en cubeta, áreas de almacenamiento y depósitos rituales. Las actividades económicas agrícolas y ganaderas están bien documentadas a través de la carpología y la arqueozoología. Las dataciones radiocarbónicas lo sitúan entre el 7364±45 y el 6527±101 cal BP (García Gazólaz y Sesma, 1999; García Gazólaz et al., 2011). El estudio antracológico preliminar, realizado por L. Zapata (Peña Chocarro et al., 2005), que incluye el análisis de 255 fragmentos de carbón procedentes de diferentes contextos arqueológicos, revela un conjunto limitado de carbones. Los resultados obtenidos en el estudio de las concentraciones de carbón en los hogares sugieren que la madera de enebro/sabina (*Juniperus* sp.) podría haber sido el combustible más utilizado. Otras maderas, como la encina/coscoja (*Quercus ilex/coccifera*) y cerezo silvestre (*Prunus* tipo *avium*), aparecen acompañándola en algunas estructuras, interpretadas como silos y basureros.

Los Husos I (Elvillar, Álava) (Ruíz Alonso, 2014; Ruíz Alonso y Zapata, 2015).

Se trata de un covacho situado al pie de la Sierra de Cantabria a 720 msnm. Las intervenciones arqueológicas en este yacimiento comenzaron en los años 60, aunque el estudio antracológico realizado por M. Ruíz Alonso afecta exclusivamente a los materiales procedentes de las campañas de excavación desarrolladas entre 1999 y 2001. Este yacimiento contiene varias ocupaciones humanas que se desarrollan entre el Neolítico y la época romana (Fernández Eraso, 2011). Es la ocupación neolítica, con un Neolítico antiguo (*capas XV y XVI*) datado entre el 7143±92 y el 6413±66 cal BP y una fase más avanzada del Neolítico (*capas XIV y XIII*) de la que no se dispone de datación, la que atraerá nuestro interés. El estudio antracológico ha afectado a un total de 2117 fragmentos de los que 575 pertenecen a la época que nos ocupa. Durante el Neolítico hay una importante presencia de la madera de tejo (*Taxus baccata*), que junto con el roble (*Quercus caducifolia*) y las prunoideas (*Prunus* sp.) domina claramente el estrato vegetal, acompañados por la presencia puntual de otros taxones como avellanos

(*Corylus avellana*), arces (*Acer* sp.) y olmos (*Ulmus* sp.) (Ruíz Alonso, 2014; Ruíz Alonso y Zapata, 2015).

Los Husos II (Elvillar, Álava) (Ruíz Alonso, 2014; Ruíz Alonso y Zapata, 2015).

A unos 80 metros al oeste de Los Husos I, se trata de otro covacho situado al pie de la Sierra de Cantabria a 720 msnm. Las intervenciones arqueológicas en este yacimiento comenzaron también en los años 60, aunque el estudio antracológico realizado por M. Ruíz Alonso afecta exclusivamente a los materiales procedentes de las campañas de excavación desarrolladas entre 2003 y 2006. En el yacimiento se documentan sucesivas ocupaciones entre el Neolítico y la época romana (Fernández Eraso, 2011). La ocupación neolítica, que se caracteriza por su poca intensidad (*niveles IX, VII, VI, V, VI*), se data entre el 6887±57 y el 5663±54 cal BP. El estudio antracológico se realizó sobre un total de 2246 fragmentos de carbón de los que 1041 proceden de la fase de ocupación neolítica. Al margen de 4 fragmentos de *Quercus caducifolia* en el *nivel VII*, la secuencia comienza con una importante presencia de tejo (*Taxus baccata*) acompañado de roble (*Quercus* subg. *Quercus*), avellano (*Corylus avellana*), chopo (*Populus* sp.) y prunoideas (*Prunus* sp.). En este nivel se analiza también el contenido de un hogar compuesto mayoritariamente de madera de tejo (*Taxus baccata*). Durante la ocupación más reciente hay un aumento significativo del número de taxones documentados con la aparición de arce (*Acer* sp.), aliso (*Alnus* sp.), ericácea (Ericaceae), haya (*Fagus sylvatica*), pomoidea (Pomideae) y olmo (*Ulmus* sp.) (Ruíz Alonso, 2014; Ruíz Alonso y Zapata, 2015).

Mendandia (Sáseta, Burgos) (Zapata y Peña Chocarro, 2004).

Se trata de un abrigo rocoso ubicado en la ladera de los Montes de Vitoria, a 700 msnm, en la cabecera del río Ayuda, que fue excavado entre 1992 y 1997 (Alday, 2004). Este yacimiento contiene una amplia secuencia cronocultural compuesta por sucesivas ocupaciones mesolíticas y neolíticas fechadas mediante radiocarbono entre el 9502±30 y el 7368±42 cal BP. Los materiales antracológicos, recuperados mediante flotación sobre una superficie muestreada de 4 m², fueron estudiados por L. Zapata. El estudio antracológico realizado sobre 968 fragmentos procedentes de 6 niveles arqueológicos y una estructura permitió documentar la presencia de al menos 8 especies en el registro. Aparecen 2 taxones claramente dominantes, pino tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) y roble (*Quercus* subg. *Quercus*), y otros que tienen una presencia testimonial, encina/coscoja

(*Quercus ilex/coccifera*), haya (*Fagus sylvatica*), arce (*Acer* sp.), fresno (*Fraxinus* sp.), además de pomoideas y leguminosas. Atendiendo a la frecuencia y diversidad de los taxones, esta autora distingue 2 etapas: una donde la diversidad taxonómica documentada es muy baja y el pino (*Pinus* sp. *sylvestris*) supone prácticamente la totalidad de la madera identificada, que corresponde a los niveles más antiguos, que contienen ocupaciones epipaleolíticas (*niveles V y IV*), y otra en la que se documenta una importancia creciente de las frondosas paralela a la progresiva desaparición del pino en el registro, que corresponde a los niveles más recientes, que contienen las primeras ocupaciones neolíticas (*niveles III sup., II y I*). Un aspecto que llama poderosamente la atención de la autora de este estudio es el alto número de fragmentos de carbón no identificables a causa de la vitrificación que aparecen en este registro antracológico y que siguen la misma tendencia que el pino, disminuyendo significativamente en los niveles superiores (Zapata y Peña Chocarro, 2004).

Molló de la Torre (Amposta, Tarragona) (Bosch, 1989).

En las estribaciones septentrionales del Macizo de Montsià, y también muy próximo a la desembocadura del Ebro, a 20 msnm, se excava un lugar de habitación asociado a varias sepulturas neolíticas. A falta de dataciones radiocarbónicas, los materiales arqueológicos recuperados, principalmente los restos cerámicos, hacen adscribir este yacimiento al Neolítico antiguo epicardial. R. Piqué realiza el análisis antracológico de 8 fragmentos de carbón recuperados en este yacimiento. Entre estos, se han podido determinar 2 fragmentos de espino negro (*Rhamnus lycioides*), 2 de olivo (*Olea europea*) y 1 de encina coscoja (*Quercus ilex-coccifera*), mientras que 3 se incluyen en la categoría de indeterminables. El reducido número de carbones recuperados permite una aproximación muy limitada al entorno vegetal durante el momento de la ocupación y su explotación. El exiguo espectro documentado evoca la presencia de una vegetación de tipo maquia con taxones típicos de la maquia litoral y continental (Bosch, 1989).

Cova del Parco (Alós de Balaguer, Lérida) (Ros, 1997) (Allué et al., 2013).

Se trata de una cavidad prepirenaica localizada a 420 msnm próxima al río Segre, en el límite entre la depresión central y el Prepirineo, que contiene una potente secuencia estratigráfica con ocupaciones humanas desde el Paleolítico Superior hasta la Edad del Bronce. M.T. Ros (Ros, 1997) realiza un estudio sobre el sondeo realizado en 1984 cuyos resultados inéditos son recogidos en el estudio posterior de E. Allué. Esta

investigadora estudia 1461 fragmentos de carbón procedentes del muestreo sistemático realizado durante la excavación arqueológica en extensión entre 1995 y 2008. Este estudio se centra en parte de la secuencia estratigráfica comprendida entre los *niveles 11* y *15*, que corresponden al Magdaleninse Superior y Final, Epipaleolítico microlaminar y Sauveterroide, y se enmarcan en una horquilla cronológica que va del 17489 ± 272 al 11898 ± 488 cal BP. El estudio ha revelado un cambio en la explotación de una cobertura arbórea dominada por pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) durante el Magdalenense acompañado de arce (*Acer sp.*), prunoidea (*Prunus sp.*), enebro/sabina (*Juniperus sp.*) y *Ephedra*. Durante el Epipaleolítico aparecen documentados 6 taxones. Aunque la presencia del pino (*Pinus tp. sylvestris*) continúa siendo importante, el enebro/sabina (*Juniperus sp.*) alcanza el 92,7 % de los restos en el nivel más reciente (*nivel Ia(2)*). Completan el espectro arce (*Acer sp.*), *Hedera*, prunoidea (*Prunus sp.*) y roble (*Quercus sp. cadufofolio*). Para la autora del estudio la explotación del combustible se basaría en la recolección de las especies más abundantes en el entorno en las dos fases culturales estudiadas, al contrario de lo que ocurre con otros recursos explotados en la cueva (Allué et al., 2013).

Peña Larga (Cripán, Álava) (Ruíz Alonso, 2014; Ruíz Alonso y Zapata, 2015).

Se trata de una oquedad cuya boca se abre a 900 msnm en la ladera sur de la Sierra de Cantabria (Fernández Eraso, 1997). En el yacimiento se llevaron a cabo varias campañas de excavación arqueológica entre 1985 y 1989 durante las que no se realizó ninguna recogida sistemática de macrorestos botánicos. Los materiales antracológicos estudiados por M. Ruiz-Alonso en su tesis doctoral proceden de la reexcavación de algunos sectores del abrigo en 2008 (Ruíz Alonso, 2014). La estratigrafía del yacimiento se compone de 5 niveles arqueológicos que continen ocupaciones sucesivas datadas entre el Neolítico antiguo (7013 ± 255 cal BP) y la Edad del Bronce (5643 ± 40 cal BP) (Fernández Eraso, 2011). Para la etapa neolítica, se estudia el carbón disperso en el *nivel IV* y el carbón concentrado en un hogar, también en este nivel arqueológico. A éste pertenecen 160 fragmentos entre los que se documentan 6 taxones. El hogar está exclusivamente compuesto por madera de tejo (*Taxus baccata*), que es también la segunda especie más importante en el carbón disperso, por detrás del roble (*Quercus subg. Quercus*), seguido por otras especies con una presencia marginal, como avellano (*Corylus avellana*), enebro/sabina (*Juniperus sp.*), olmo (*Ulmus sp.*) y ericáceas (Ericaceae) (Ruíz Alonso y Zapata, 2015).

Cova del Sardo (Vall de Boí, Lérida) (Obea et al., 2011; Gassiot et al., 2012-2013).

Se trata de una cavidad que se localiza en torno a los 1800 msnm en el Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. Excavada entre 2006 y 2008 contiene una ocupación que arranca en el Neolítico antiguo y se desarrolla cronológicamente según las dataciones radiocarbónicas entre el 7500 y el 4500 cal BP (Gassiot et al., 2012-2013). El estudio antracológico fue realizado por R. Piqué y L. Obea. La determinación taxonómica de una muestra de tamaño desconocido de carbones procedentes de diferentes contextos arqueológicos muestra un claro dominio del pino tipo albar (*Pinus sylvestris-nigra*), que en ocasiones comparte protagonismo con el enebro (*Juniperus* sp.), característico del sotobosque de los pinares subalpinos de solana (Obea et al., 2011). Otros taxones recurrentes son roble (*Quercus* sp. caducifolio), chopo (*Populus* sp., *Salix/Populus*), fresno (*Fraxinus* sp.) y abedul (*Betula* sp.), acompañados de avellano (*Corylus avellana*) y prunoideas (*Prunus* sp.). De esta forma, aparecen representadas diferentes formaciones arbóreas: el bosque subalpino de coníferas, el bosque caducifolio y el bosque de ribera. Los investigadores interpretan el desarrollo de una explotación oportunista del bosque centrada en el entorno más inmediato del asentamiento con cierta preferencia por el pino (Gassiot et al., 2012-2013).

Cova del Vidre (Roquetes, Tarragona) (Piqué, e.p.)

Se trata de una cavidad localizada a 1100 msnm en el macizo del Puerto de Beceite, que constituye el extremo meridional de la Cordillera Costero Catalana con el que ésta se une al Sistema Ibérico aragonés. En el yacimiento se suceden diferentes momentos de intensa ocupación humana adscritos al Epipaleolítico microlaminar (12695±147 cal BP) y geométrico (8106±68 cal BP) y al Neolítico antiguo (7200±38-7080±115 cal BP) (Bosch, 2001; 2015a y b). Los materiales antracológicos procedentes de los niveles epipaleolíticos durante la campaña de excavación de 1992 fueron estudiados por R. Piqué (Piqué, e.p.). El análisis de 349 fragmentos de carbón procedentes de tres niveles arqueológicos ha permitido determinar la presencia de 9 taxones: abeto (*Abies alba*), boj (*Buxus sempervirens*), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino tipo albar (*Pinus sylvestris-nigra*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus ilex-coccifera*), rosácea (Rosaceae/Maloideae) y tejo (*Taxus baccata*). Estos resultados serán desarrollados más adelante en el apartado correspondiente a la ocupación neolítica de la Cova del Vidre (ver ap. 6.9.) que hemos estudiado dentro de este trabajo de tesis doctoral.

Yacimiento	Localización	Nº frag.	UE	Cronología kyr cal BP	Periodo cultural	Especies dominantes	Referencia bibliográfica
Artusia	Unzué (Navarra)	866	5	9.2-8.0	MMD/MG	<i>Pinus</i> sp. y <i>Quercus caducifolia</i>	García et al., 2014; 2015
Aizpea	Arive (Navarra)	2400	2	8.5-7.3	MG/NA	<i>Prunus</i> , <i>Taxus baccata</i> , <i>Buxus sempervirens</i>	Zapata, 2001
Atxoste	Vírgala (Álava)	16854	8/11	14.8-3.6	PSF/EB	<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i> , <i>Pinus</i> sp., <i>Quercus caducifolia</i>	Ruíz-Alonso, 2014
Auvelles	Castelló de Farfanya (Lérida)	1760	-	-	NA/EB	<i>Quercus esclerofila</i> , <i>Quercus caducifolia</i>	Martín y Piqué, 2008
Balma Margineda	Aixovall (Andorra)	5000	11	12.4-6.2	AZ/NA	<i>Pinus sylvestris-uncinata</i> , <i>Juniperus Quercus caducif.</i>	Heinz y Vernet, 1995
Barranc d'en Fabra	Amposta (Tarragona)	187	-	6.7	NA	<i>Pinus halepensis</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Olea europaea</i>	Bosch et al., 1994-1995
Cabezo de la Cruz	La Muela (Zaragoza)	599	4	7.9-7.8	MG	<i>Pinus halepensis</i>	Badal, 2013
Colls	Margalef de Montsant (Tarragona)	-	1	14.7-14.1	PSF	<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Salix</i> y <i>Rosaceae</i> .	Bergadà, 1998
Coro Trasito	Tella (Huesca)	180	6	7.2-6.5	NA/EB	<i>Quercus caducifolia</i> , <i>Pinus sylvestris</i>	Obea, 2014
Filador	Margalef de Montsant (Tarragona)	853	3	11.5-9.1	EM/SAU	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Populus/Salix</i> y <i>Rosaceae</i> .	García-Argüelles et al., 1990; 2005
Forat de la Conqueta	Santa Linya (Lérida)	77	2	4.5-3.1	NF/EB	<i>Quercus</i> sp. <i>caducifolia</i> , <i>Buxus sempervirens</i>	Allué, 2011
Feixa del Moro	Juberri (Andorra)	134	1	5.6	NM-F	<i>Pinus mugo</i> sp. <i>uncinata</i> , <i>Pinus sylvestris</i>	Llovera, 1985-1986
Hort de la Boquera	Margalef de Montsant (Tarragona)	16	-	14.3-13.6	PSF	<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i> , <i>Juniperus</i>	García-Argüelles et al., 2014
Kanpanoste Goikoa	Vírgala (Álava)	377	2	7.4-7.3	MG/NA	<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i> , <i>Quercus</i> Subg. <i>Quercus</i>	Zapata, 1998
Los Baños	Ariño (Teruel)	174	2	8.9-8.3	MMD/MG	<i>Pinus halepensis</i> y <i>Pinus nigra</i>	Badal, 2004
Los Cascajos	Los Arcos (Navarra)	255	2/3	7.3-6.5	NA	<i>Juniperus</i> , <i>Quercus ilex/coccifera</i> , <i>Prunus avium</i>	Peña-Chocarro et al., 2005
Los Husos I	Elvillar (Álava)	2117	15	7.1-6.4	N	<i>Taxus baccata</i> , <i>Prunus</i> , <i>Quercus caducifolia</i>	Ruíz-Alonso, 2014
Los Husos II	Elvillar (Álava)	2246	7	6.8-5.6	N/ER	<i>Quercus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Populus</i> , <i>Prunus</i> , <i>Taxus baccata</i>	Ruíz-Alonso, 2014
Mendandia	Sáseta (Burgos)	968	7	9.5-7.3	EM/NA	<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i> , <i>Quercus</i> subg. <i>Quercus</i>	Zapata y Peña Chocarro, 2004
Molló de la Torre	Amposta (Tarragona)	8	1	-	NA	<i>Rhamnus lycioides</i> , <i>Olea europea</i> , <i>Q.ilex/coccifera</i>	Bosch, 1989
Cova del Parco	Alós de Balaguer (Lérida)	1461	12	17.5-12.7	PSF/EM	<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i> , <i>Acer</i> , <i>Prunus</i> , <i>Juniperus</i> .	Ros, 1997 Allué et al., 2013
Peña Larga	Cripán (Álava)	160	2	7.0	NA/EB	<i>Q.</i> subg <i>Quercus</i> <i>Taxus baccata</i> , <i>C. avellana</i>	Ruíz-Alonso, 2014
Cova del Sardo	Vall de Boí (Lérida)	-	-	7.5	NA/EB	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Juniperus communis</i>	Obea et al., 2011
Cova del Vidre	Roquetes (Tarragona)	349	3	12.6-8.1	EM/MG	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Abies</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Prunus</i>	Piqué, e.p.

Tabla 3. Tabla-resumen de los estudios antracológicos en el valle del Ebro entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio, exceptuando los presentados en este trabajo. Las especies dominantes son para los períodos que nos interesan. PSF: Paleolítico Superior Final, EM: Epipaleolítico Microlaminar, AZ: Aziliense, SAU: Sauveterroide, MMD: Mesolítico macrolítico, MG: Mesolítico geométrico, NA: Neolítico antiguo, NM-F: Neolítico medio-final, N: Neolítico sin especificar, EB: Edad del Bronce, ER: Época romana.

El repaso bibliográfico que hemos realizado nos ha permitido constatar algunas problemáticas asociadas a los estudios antracológicos en el valle del Ebro. La falta de tradición en la recogida de estos vestigios arqueológicos en determinadas áreas de este territorio, lleva a que muchas veces este tipo de restos no se recojan o cuando se recogen sea de forma inadecuada, comprometiendo la validez de las muestras. Hemos constatado enormes diferencias en los tamaños muestrales y poca homogeneidad en lo que a sistemas de recuperación de los restos se refiere, lo que dificulta enormemente los análisis comparativos en los trabajos de síntesis. En algunas ocasiones, la información proporcionada respecto a los sistemas de recuperación empleados, la procedencia de las muestras o los tamaños muestrales, no es clara o está ausente. El acceso a los datos muchas veces resulta complicado, muchas veces se trata de informes que permanecen inéditos o que se publican en monografías de escasa difusión, en las que muchas veces aparecen como meros apéndices. Esto se une al problema de la desconexión entre los datos arqueobotánicos y los contextos arqueológicos (Buxó y Piqué, 2008). Y es que desde la arqueología generalmente se considera a la antracología como una disciplina que aporta información anexa, incapaz de participar de las discusiones arqueológicas generales y participar en las explicaciones de los procesos históricos.

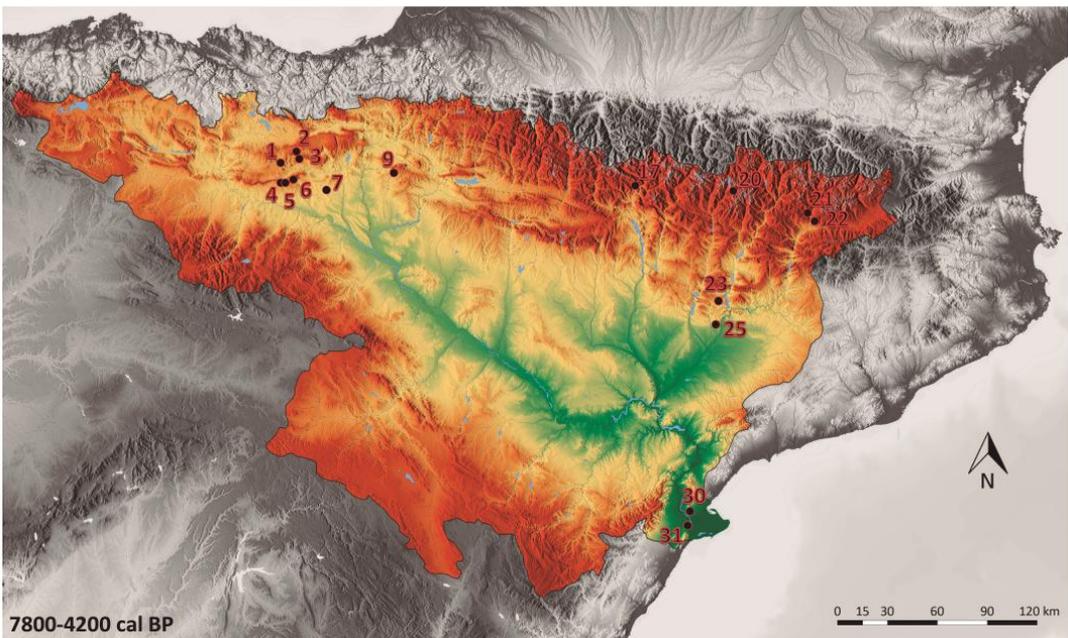
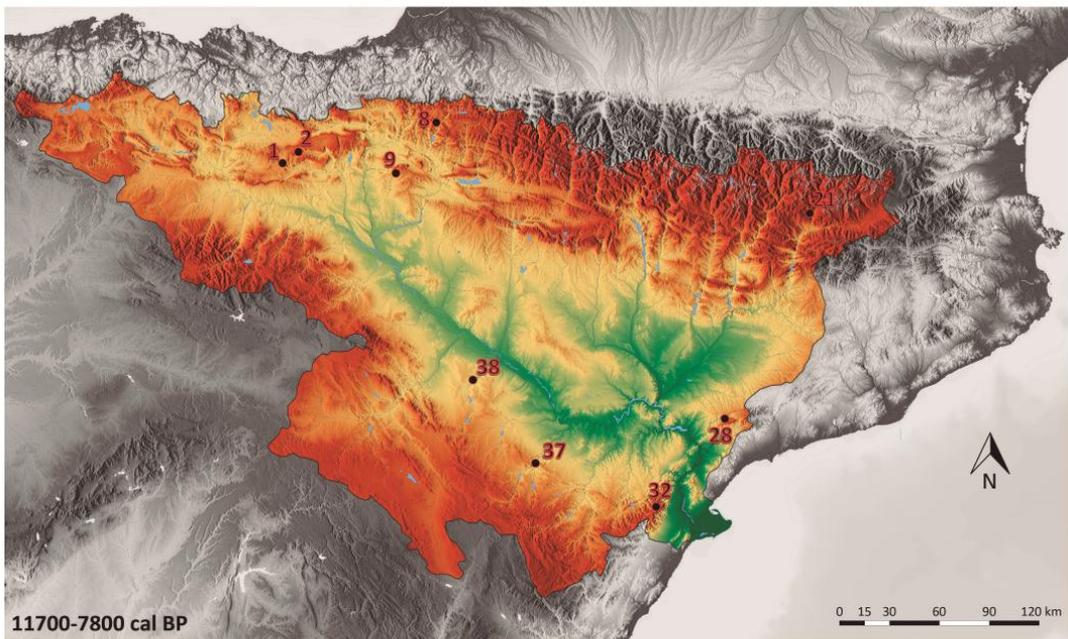
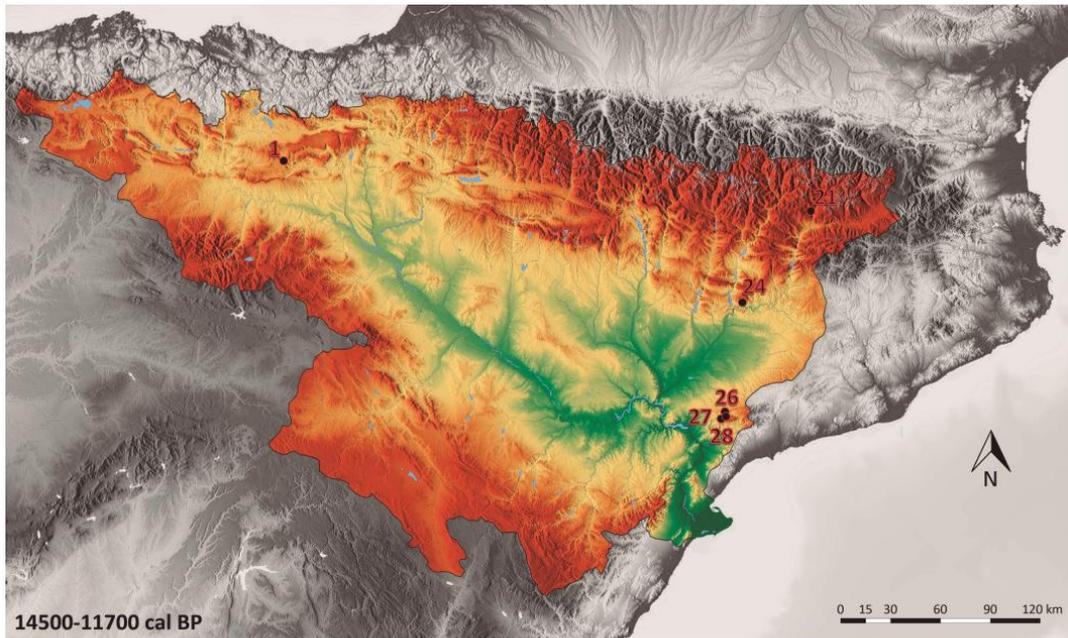
Para el Tardiglacial (14500-11700 cal BP) los estudios publicados son escasos y dispersos (Figura 14). Los estudios de Colls y Hort de la Boquera (14.7-13.6 cal BP) en el Montsant se realizan sobre un número muy reducido de muestras (Bergadà, 1998 y García Argüelles et al., 2014). Más elocuentes resultan las secuencias pirenaicas como Atxoste (14.8 cal BP), Balma Margineda (12.4 cal BP) y Cova del Parco (17.5-12.7 cal BP) que, aunque dispersas, han sido objeto de muestreos exhaustivos y abarcan cronologías más amplias (Heinz y Vernet, 1995; Ros, 1997; Allué et al., 2013; Ruíz Alonso, 2014). Al sur del Ebro contamos exclusivamente con la Cova del Vidre (12.6 cal BP) (Piqué, e.p.). Para esta etapa priman las interpretaciones realizadas desde una perspectiva paleoecológica con excepción del estudio realizado por E. Allué en la Cova del Parco (Allué et al., 2013).

Podemos decir que el inicio del Holoceno (11700-9500 cal BP) es el período peor conocido. Sólo Atxoste y Balma Margineda en el Pirineo (Heinz y Vernet, 1995; Ruíz Alonso, 2014) y Filador (11.5-9.1 cal BP) en el Montsant (García Argüelles et al., 1990; 2005) aportan información para esta etapa. La segunda mitad del Holoceno Temprano (9500-8200 cal BP) y la transición al Holoceno Medio (8200-7800 cal BP) es un

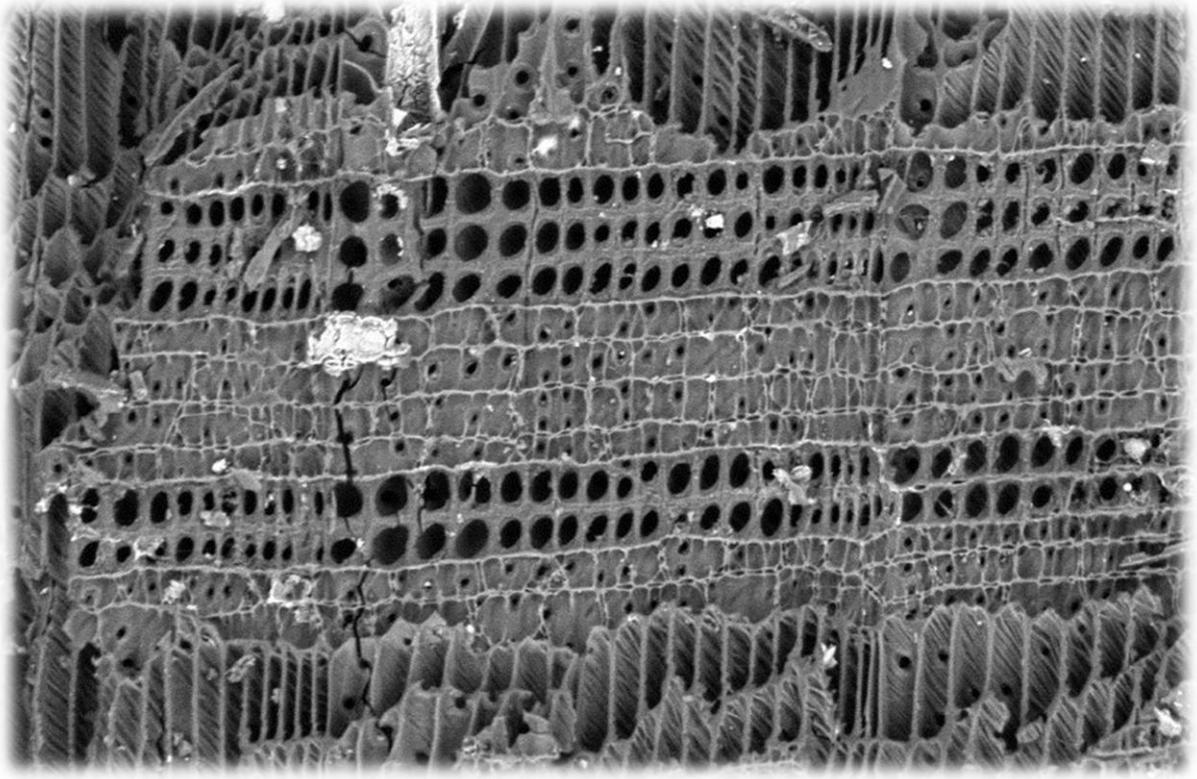
período mejor conocido aunque la dispersión de los datos continúa. Se multiplican los estudios en yacimientos pirenaicos en el sector más occidental adecuadamente muestreados como Mendandía, Kampanoste Goikoa, Artusia o Aizpea (Zapata, 1998; 2001; Zapata y Peña Chocarro, 2004; García Martínez de Lagrán, 2014), mientras que en el oriental contamos exclusivamente con Balma Margineda (Heinz y Vernet, 1995). Al sur del Ebro, contamos para este periodo con las ocupaciones mesolíticas del Cabezo de la Cruz (7.9-7.8), Los Baños (8.9-8.3) y Cova del Vidre (8.1) (Badal, 2004; 2013; Piqué, e.p.) (Figura 14).

Durante el Holoceno Medio (8200-4200 cal BP), en yacimientos con ocupaciones neolíticas, los estudios se multiplican aunque la dispersión de los datos continúa y las diferencias en los tamaños muestrales son grandes, incluso se acentúan (Figura 14). En el Alto Ebro muchas de las secuencias comentadas continúan entregando datos durante este periodo y se les unen otras como Los Cascajos (7.3-6.5 cal BP), Los Husos I y II (7.1-5.6 cal BP) y Peña Larga (7.0 cal BP) (Peña Chocarro et al., 2005; Ruíz Alonso, 2014). En el Pirineo oriental, de nuevo Balma Margineda (6.2 cal BP) entrega una importante información antracológica interpretada en términos paleoambientales para el Neolítico antiguo (Heinz y Vernet, 1995). A esta se unen la Cova del Sardo (7.5 cal BP) y Coro Trasito (7.2-6.5 cal BP), ambas escaseamente publicadas por el momento (Obea et al., 2011; Gassiot et al., 2012; 2013; Obea, 2014), y con una cronología más tardía Feixa del Moro (5.6 cal BP) (Llovera, 1985-1986). En el Prepirineo oriental, los estudios antracológicos de Forat de la Conqueta (4.5 cal BP) (Allué, 2011), sobre un número muy reducido de fragmentos, y el de Auvelles (Piqué y Martín, 2008), sin datar, corresponderán a fases ya muy avanzadas del Neolítico. Por último, en la desembocadura del Ebro, las necrópolis neolíticas de Barranc d'en Fabra (6.7) y Molló de la Torre (Bosch, 1989; Ros, 1993a), esta última sin datar, donde se estudia un reducido número de fragmentos que permite una sesgada interpretación medioambiental.

Figura 14. Localización de los estudios antracológicos publicados en el valle del Ebro hasta el momento, exceptuando los presentados en este trabajo divididos por etapas. Arriba: Estudios en yacimientos con ocupaciones Tardiglaciares (14500-11700 cal BP). En el medio: Estudios en yacimientos con ocupaciones epipaleolíticas del Holoceno Temprano y la transición al Holoceno Medio. Abajo: Estudios en yacimientos con ocupaciones neolíticas del Holoceno Medio. 1. Atxoste, 2. Mendandía, 3. Kampanoste Goikoa, 4. Los Husos II, 5. Los Husos I, 6. Peña Larga, 7. Los Cascajos, 8. Aizpea, 9. Artusia, 17. Coro Trasito, 20. Cova del Sardo, 21. Balma Margineda, 22. Feixa del Moro, 23. Forat de la Conqueta, 24. Cova del Parco, 25. Auvelles, 26. Hort de la Boquera, 27. Colls, 28., Filador, 30. Molló de la Torre, 31. Barranc d'en Fabra, 32. Cova del Vidre, 37. Los Baños, 38. Cabezo de la Cruz.



SEGUNDA PARTE.
PRESENTACIÓN
DE DATOS.



Capítulo 5.

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA
Y ECOLÓGICA DE LOS
TAXONES DETERMINADOS.

En este capítulo se presenta una descripción de la anatomía de los taxones identificados entre los fragmentos estudiados en este trabajo de tesis doctoral. Esta descripción anatómica, que se articula en forma de fichas individualizadas, se acompaña de una descripción de las características y morfología de las especies vegetales de las que probablemente proceden así como de su autoecología y distribución actual especialmente centrada en el área geográfica que es objeto de este estudio, el valle del Ebro. La descripción anatómica se acompaña de un aparato gráfico compuesto por fotografías ilustrativas tomadas sobre los materiales estudiados.

Recogemos también en estas fichas la información relativa a la presencia del taxón en el valle del Ebro durante el Holoceno Temprano y Medio, los asteriscos que acompañan a la lista de yacimientos indican la abundancia del taxón en el total del depósito en términos relativos: consumo (*) esporádico <5%, (**) puntual 5-40%, (***) frecuente >40%. Hemos elaborado además una cartografía que refleja de forma visual la distribución prehistórica de cada uno de los taxones.

Se han determinado un total de 25 taxones. Cuatro pertenecen al grupo de las Gimnospermas o coníferas y 22 al grupo de las Angiospermas o frondosas. Las coníferas identificadas son *Juniperus* sp., *Pinus halepensis*, *Pinus* tp. *sylvestris* y *Taxus baccata*. Dentro de las frondosas, sólo uno pertenece al grupo de las Monocotiledoneas (Monocotiledoneae) y las otras 20 a las Dicotiledoneas: *Acer* sp., *Arbutus unedo*, *Buxus sempervirens*, *Corylus avellana*, Ericaceae, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus* sp., *Ilex aquifolium*, Fabaceae o Leguminosae, *Phillyrea/Rhamnus*, *Pistacia* sp., *Populus/Salix*, *Prunus* sp., *Quercus* sp. caducifolio, *Quercus* sp. perennifolio, Rosaceae/Maloideae, *Rosmarinus officinalis*, *Tamarix* sp., *Ulmus* sp. y *Vitis* sp. Las convenciones utilizadas para la nomenclatura de los taxones determinados siguen las pautas establecidas en el apartado 3.4.3.

GYMNOSPERMAS

5.1. JUNIPERUS SP.

GIMNOSPERMAE

CLASE: Pinopsida

FAMILIA: Cupressaceae

GÉNERO: *Juniperus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Juniperus thurifera L. (Sabina albar)

Juniperus phoenicea L. (Sabina negral o Sabina mora)

Juniperus oxycedrus L. (Enebro de la miera)

Juniperus communis L. (Enebro común)

Juniperus sabina L. (Sabina rastrera)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Ángel 1 (*, **) (34), Artusia (*,**) (9), Atxoste (*) (1), Balma Margineda (*,**) (21), Barranc d'en Fabra (*) (31), Cabezo de la Cruz (*) (38), Chaves (*,**) (16), Colls (**) (27), Espantalobos (**,**) (15), Esplugón (*) (14), Fem (*,**) (29), Filador (**) (28), Forat de la Conqueta (**) (23), Forcas I (***) (18), Hort de la Boquera (**) (26), Los Baños (*) (37), Los Cascajos (***) (7), Parco (**,**) (24), Peña Larga (*) (6), Plano del Pulido (**) (36), Pontet (**,**) (35), Sardo (**,**) (20), Vidre (*) (32).

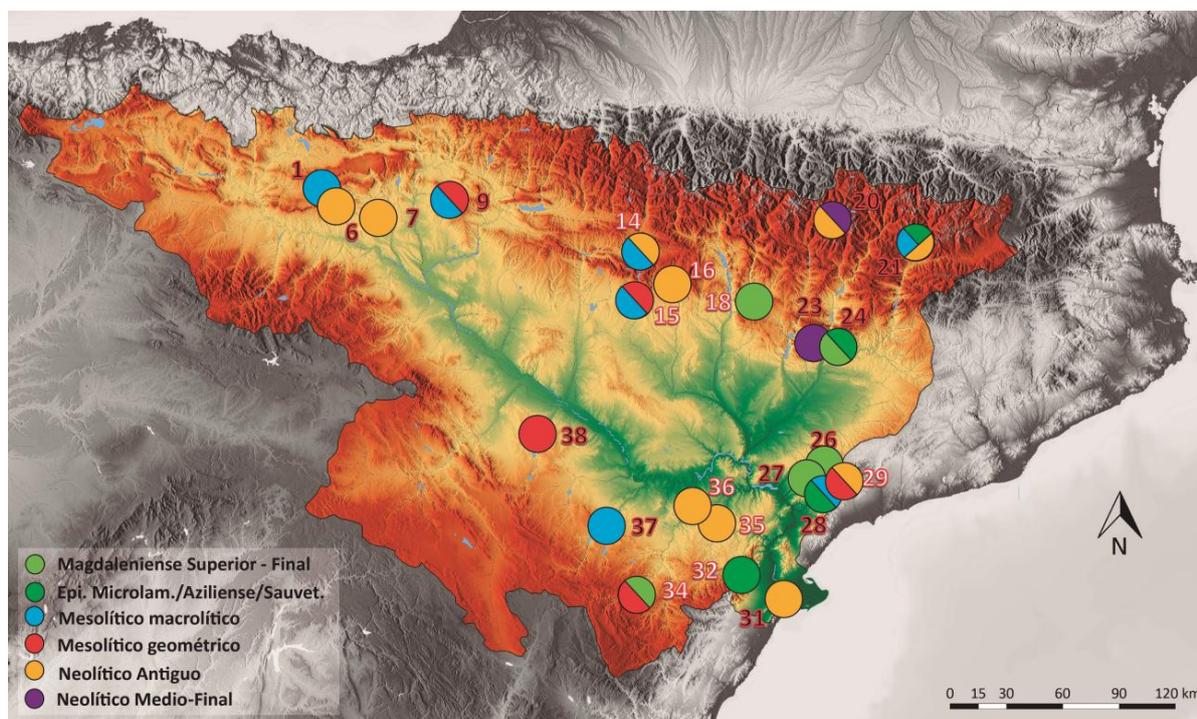


Figura 15. Presencia de *Juniperus* sp. en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.1.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera homóxila, sin presencia de canales resiníferos. Transición progresiva entre la madera inicial y la final. Límites de los anillos de crecimiento en ocasiones ondulados o ramificados, dando lugar a falsos anillos de crecimiento. Parénquima abundante, células aisladas o agrupadas en bandas tangenciales sobre todo en la madera final (Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

Plano Longitudinal Tangencial: Radios uniseriados, raramente biseriados, con altura variable según las especies, de un mínimo de 1 a un máximo de 20 en algunos casos.

Plano Longitudinal Radial: Radios homogéneos, compuestos sólo por células de parénquima, sin traqueidas horizontales. Las paredes de la células horizontales de los radios son ligeramente onduladas. Campos de cruce con 1-2 a 3-4(6) puntuaciones de tipo cupressoïde (Greguss, 1959; Jacquot et al., 1973).

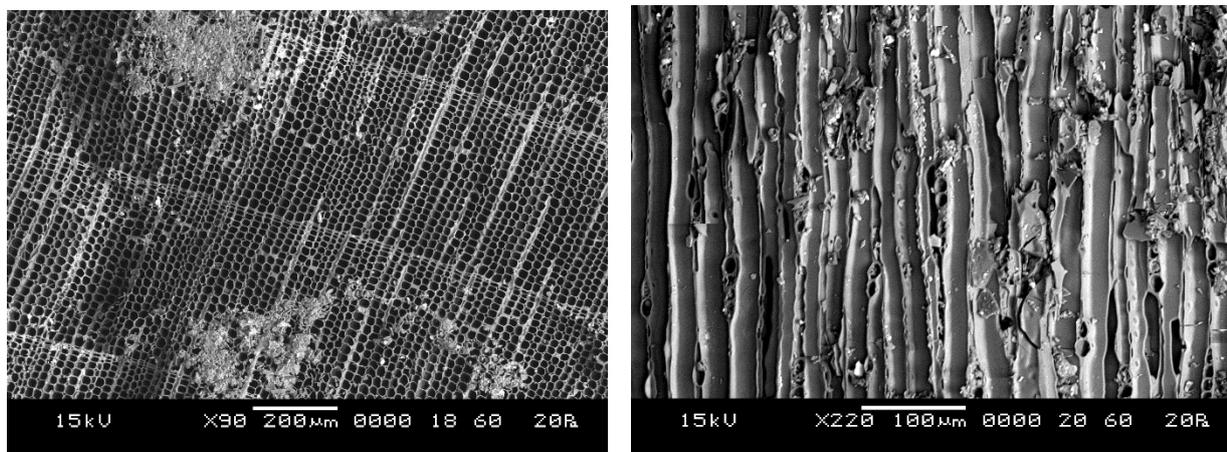


Figura 16. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Juniperus* sp. de Chaves. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

5.1.2. Estudio comparado de la anatomía de *Juniperus* sp.

La madera de las diferentes especies del género *Juniperus* presentan una enorme homogeneidad en su anatomía de modo que de forma general no pueden ser distinguidas unas de las otras en base a su anatomía microscópica más que por algunos criterios biométricos. Como quedará patente en la descripción de las preferencias ecológicas de este género, los juníperos son especies heliofilas y con una amplitud ecológica extraordinaria que hace que no sean buenos indicadores ecológicos más allá de revelar la existencia de paisajes abiertos. Dada la importancia de este género en nuestra área de estudio, tanto por la diversidad de especies presentes en el territorio como por su amplia distribución, este hecho dificulta enormemente la interpretación de los registros. No obstante, la situación excepcional que constituye la adaptación de una especie montana como la sabina albar al fondo del valle, nos ha llevado a plantearnos un estudio anatómico detallado de este género, centrado especialmente en *Juniperus thurifera*, con el objetivo de conocer la historia de esta planta en el valle del Ebro. Este estudio ha consistido en una revisión exhaustiva de la bibliografía y en el estudio de muestras actuales carbonizadas.

En la obra clásica de Jacquiot (1955) podemos ver la descripción comparada de algunas especies europeas de juníperos. Es importante señalar que este autor lo que hace es recoger los datos proporcionados por Schimich (1951) en su obra “The anatomical structure of Wood of some *Juniperus* species”. Desgraciadamente, para *Juniperus thurifera* recoge un solo dato, la altura de las células de los radios medida en micras, lo que resulta a todas luces insuficiente. Los diferentes caracteres biométricos propuestos por este autor para realizar la distinción entre las diferentes especies quedan recogidos en la siguiente tabla (Tabla 4):

	Radios					Puntuaciones campos cruce		Traqueidas en μm		Células parénquima en μm	
	Ancho	Alto	Nº por mm^2	Alto células en μm	Forma células	Nº	Tipo	Ancho	Alto	Alto	Ancho
<i>Juniperus communis</i>	1-2	1-4 (2-3)	61	59	alargada	1-4	cupres-soide	16-20	1350 (800-1950)	130	12
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1-2	1-4 (2)	58	126	alargada	1-4	cupres-soide	15-36	1950 (1450-2450)	500	20
<i>Juniperus phoenicea</i>	1-2	1-4 (2)	81	111	redonda	1-3	cupres-soide	15-24	714 (345-1311)	177	16
<i>Juniperus thurifera</i>				120-140							

Tabla 4. Caracteres principales de distintas especies de *Juniperus* según Jaquiot (1955).

Pero sin lugar a dudas es la obra de Greguss (1955) la que hace una aproximación más detallada a esta problemática. Es el único autor en el que encontramos una descripción diferenciada de una serie de caracteres de cada una de estas especies que considera diagnósticos en un abanico amplio de especies. Estos caracteres y sus valores en las especies presentes en nuestra área de estudio quedan recogidos en la siguiente tabla (Tabla 5):

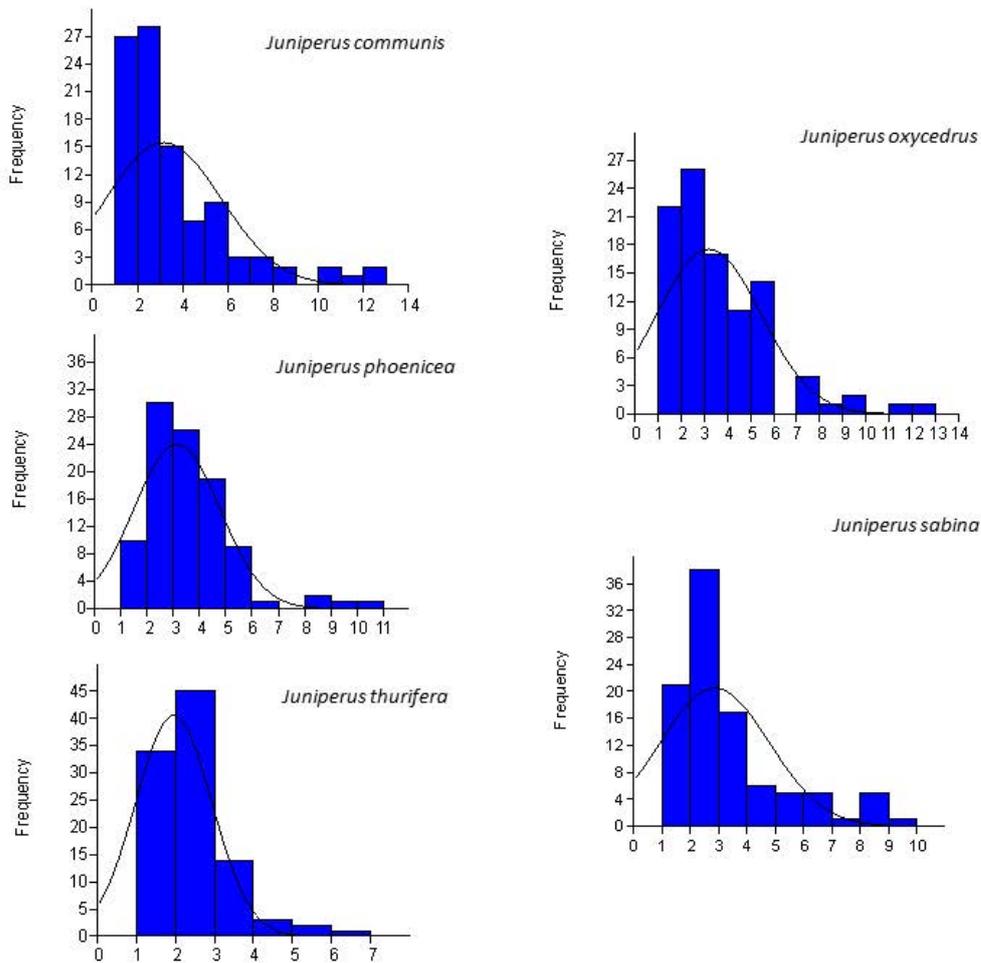
	Plano Longitudinal Tangencial					Plano Longitudinal Radial	
	Radios				Punteaduras paredes traqueidas Diámetro en μm	Punteaduras campos de cruce	
	En células		En micras (μm)			Número	Diámetro en μm
	Alto	Ancho	Alto	Ancho			
<i>Juniperus communis</i>	1-6 (13)	1	13-22	4-6	4-5	1-2 (3)	6-8
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1-12 (14)	1	9-33	2-11	7-10	1-2 (3-4)	4-8
<i>Juniperus phoenicea</i>	1-6 (13)	1	10-24	5-10	8-11	1-2 (3)	4-7 (8)
<i>Juniperus sabina</i>	1-8 (11)	1	8-17	4-11	8-10	1-2 (4)	5-8
<i>Juniperus thurifera</i>	1-4 (6)	1	10-18	4-8	10-12	1-3 (4)	4-6

Tabla 5. Caracteres principales de distintas especies de *Juniperus* según Greguss (1955).

Al parecer, la altura de los radios, cuantificada según el número de células que los componen, parece el carácter más apropiado para realizar una discriminación específica dentro del género *Juniperus*. No obstante, estos datos deben ser tomados con cautela ya que como vemos no coinciden con los valores recogidos por Jaquiot (1955). Este carácter ha sido recogido por diversos autores de la Escuela de Montpellier (Bazile-Robert, 1979; Heinz, 1983, 1990; Badal, 1984, 1990; Figueiral, 1987; Chabal, 1991), entre los cuales podemos destacar el trabajo llevado a cabo por Heinz (1983). Esta investigadora desarrolla un análisis biométrico de los radios de *Juniperus* en relación al estudio antracológico del yacimiento de la Bauma del Abeurador. En este distingue dos tipos de *Juniperus*: los de radios bajos, de 1 a 6 células, que asocia con *Juniperus phoeniceae* y los de radios altos de 1 a 12 células, que asocia con *Juniperus communis* y *Juniperus oxycedrus*.

En nuestro caso, parece que este carácter diagnóstico puede dar buenos resultados a la hora de diferenciar a *Juniperus thurifera*, que presenta unos radios particularmente cortos, del resto de especies de este género. Según Greguss (1955) en esta especie, a diferencia del resto, nunca aparecen radios largos. Los valores están comprendidos de forma habitual entre 1 y 4 y nunca se superan las 6 células de altura, mientras que en el resto podemos encontrar radios de hasta 14 células de altura.

Para contrastar la hipótesis de Greguss (1955) hemos observado la anatomía microscópica de varios fragmentos de madera actual carbonizada procedentes de diferentes individuos. En cada uno de los cortes longitudinales observados hemos cuantificado la altura en células de 100 radios consecutivos siguiendo un orden de arriba abajo y de derecha a izquierda. Los resultados obtenidos se han introducido en una hoja de cálculo y se han sometido a un tratamiento estadístico básico utilizando el programa PAST. Se ha calculado la media aritmética y la desviación típica de cada muestra y la desviación típica de las medias aritméticas. Los histogramas obtenidos pueden ser vistos a continuación (Figura 17):



Especie	J. communis	J. oxycedrus	J. phoenicea	J. sabina	J. thurifera
Cajón*	nº7	nº 20	nº 28	nº 28	nº 8
Procedencia	Francia	Francia	Francia	Francia	Marruecos
N		99	99	99	99
Min		1	1	1	1
Max		13	13	10	9
Sum		312	317	310	283
Mean	3,151515	3,20202	3,131313	2,85859	1,959596
Std. error	0,2577848	0,2274593	0,1659828	0,19476	0,09834666
Variance	6,57885	5,122037	2,727479	3,75531	0,9575345
Stand. dev	2,564927	2,263192	1,651508	1,93786	0,9785369
Median	2	3	3	2	2
25 prntil	1	2	2	2	1
75 prntil	4	4	4	3	2
Skewness	1,846357	1,743778	1,644967	1,4832	1,482516
Kurtosis	3,530347	4,042388	4,167636	1,58617	3,231741
Geom. mean	2,420199	2,576584	2,763501	2,35697	1,756016
Coeff. var	81,3871	70,68012	52,74171	67,7909	49,93565

*Todas las muestras analizadas proceden de la Vieja Colección del Referencia del CBAE de Montpellier.

Figura 17. Histogramas que muestran la distribución de los datos obtenidos acerca de la altura de los radios de diferentes especies del género *Juniperus*.

Una cuestión que ha resultado especialmente problemática en este estudio ha sido el tema de la notación (Tabla 6). La altura de los radios es un valor variable, de modo que nos enfrentábamos al problema de como expresar la existencia de los valores que se salen de lo habitual. Para ello, hemos rastreado en la revista de la *International Association of Wood Anatomy (IAWA Journal)* y para nuestra sorpresa no existe ningún tipo de consenso para notar este tipo de valores, ya que cada uno de los autores consultados utiliza su propio criterio y este con frecuencia no aparece en nuestra opinión suficientemente explicado (Heady et al., 2002; Illic, 2002; Visscher y Jafels, 2003; Kamal El-Din y El-Saadawi, 2004; Akkemik et al., 2007; García Esteban et al., 2007; entre otros). Por ello, hemos decidido adoptar dos tipos diferentes de notación para nuestros resultados:

- Tipo 1: siguiendo a De Palacios et al., 2014: **Media (Valor mínimo-Valor máximo)**.
- Tipo 2: **Valor mínimo-Probabilidad al 99% (Valor máximo)**. Este segundo tipo de notación, que se asemeja al modelo utilizado por Greguss (1955), nos parece más apropiado. Para nosotros, el valor máximo total que se puede alcanzar no tiene tanta validez como el valor máximo frecuente. Es decir, los radios más altos que podemos esperar encontrar son aquellos comprendidos en una probabilidad del 99% (que corresponde al 99 % de los casos), mientras que el valor máximo total constituye una excepción que es más improbable que encontremos bien representada en los pequeños carbones arqueológicos. De esta forma, consideramos muy oportuno retener este “valor máximo probable” como un elemento importante de la notación, más importante también que el valor medio.

-	Valor mínimo	Valor máximo	Media aritmética	Desviación típica	2s - 95%	3s - 99%	Notación Tipo 1	Notación Tipo 2
<i>J. communis</i>	1	13	3,15	2,56	5,12	7,68	2 (1-13)	1-8 (13)
<i>J. oxycedrus</i>	1	13	3,20	2,26	4,52	6,78	3 (1-13)	1-7 (13)
<i>J. phoenicea</i>	1	10	3,13	1,65	3,3	4,95	3 (1-10)	1-5 (10)
<i>J. sabina</i>	1	9	2,86	1,93	3,86	5,79	2 (1-9)	1-6 (9)
<i>J. thurifera</i>	1	6	1,96	0,98	1,96	2,94	2 (1-6)	1-3 (6)

Tabla 6. Tabla resumen de los caracteres principales de las distintas especies de *Juniperus* que crecen el valle del Ebro según los datos obtenidos a partir de la observación de maderas actuales carbonizadas.

A continuación incluimos una tabla-resumen que recoge la comparación de los datos extraídos de los diferentes atlas especializados en la anatomía de la madera consultados y los resultados obtenidos de nuestro estudio. Hay que tener en cuenta que este carácter puede ser variable dentro de un mismo individuo ya que cerca de la médula los radios tienden a ser más cortos (Barefoot y Hankins, 1982). Por ello en los carbones arqueológicos se debe prestar atención a la curvatura de los anillos para saber en que zona de la madera estamos.

Aplicar este tipo de estudios biométricos a materiales arqueológicos no es tarea fácil. Hay una problemática asociada al tamaño y estado de conservación de las muestras. En nuestro caso, el resultado del estudio aplicado a los materiales antracológicos ha sido anecdótico, sin que hayamos podido determinar con seguridad la presencia de *Juniperus thurifera* en nuestros contextos. No podemos asegurar que la ausencia de radios largos se deba a que se trata de esta especie y no a que debido al reducido tamaño de las muestras los radios más largos no se han conservado completos. El número de radios observados por muestra no es estadísticamente fiable. No obstante, no descartamos que los resultados de este estudio puedan ser aplicados con éxito en el futuro a carbones arqueológicos del centro del valle más recientes o con una mejor conservación de los restos.

	Greguss, 1955	Jaquot, 1955	Schweingruber, 1990	Barefoot yHankins, 1982	Fahn, Werker y Baas, 1986	De Palacios et al., 2014	García Esteban et al., 2003	Román Jordá, 2016	Nuestros resultados Colección de Montpellier
<i>Juniperus communis</i>	1-12 1-4 (12) 1-6 (13)	1-4 (2-3)	2-5 (15-20)	Radios cortos, < 15	-	-	1-6 (13)	5-15 (>4)	2 (1-13) / 1-8 (13)
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1-12 1-12 (14)	1-4 (2)			1-8 (14)	-	1-12 (14)	>4 (5-15)	3 (1-13) / 1-7 (13)
<i>Juniperus phoenicea</i>	1-6 (13)	1-4 (2)			1-8 (10)	2 (1-19) var. canariensis	1-6 (13)	5-15 (16-30)	3 (1-10) / 1-5 (10)
<i>Juniperus sabina</i>	1-8 (12) 1-8 (11)	-			-	-	1-8 (11)	5-15	2 (1-9) / 1-6 (9)
<i>Juniperus thurifera</i>	1-4 (6)	-			-	-	1-4 (6)	5-15 (>4)	2 (1-6) / 1-3 (6)

Tabla 7. Resumen de los caracteres principales de las distintas especies de *Juniperus* que crecen en el valle del Ebro según diferentes autores.

5.1.3. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Las distintas especies de este género pueden presentar un porte arbóreo, alcanzando en ocasiones los 20 m de altura, o arbustivo, apareciendo a veces postrados. Por lo general, son ejemplares muy ramificados, con hojas aciculares (sección *Juniperus*) o escuamiformes (sección *Sabina*) y fruto carnoso (gábulos o arcéstidas) en forma de baya (Castroviejo, 1986-2012). En nuestra zona de estudio están presentes ocho especies y subespecies pertenecientes a este género: *Juniperus communis* subsp. *communis*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica*, *J. communis* subsp. *alpina*, *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *J. oxycedrus* subsp. *badia*, *J. phoenicea* subsp. *phoenicea*, *J. thurifera* y *J. sabina*.

En general, los enebros y sabinas son especies heliófilas con gran resistencia a medios pseudoestépicos de climas continentales y extremados. Habitan sobre suelos pobres, presentan estructuras abiertas y compiten con otras especies arbustivas o arbóreas resistentes a estas duras condiciones. Son especies pioneras de gran amplitud. Son generalmente elementos pioneros jugando un papel apreciable en la dinámica de las agrupaciones, sobre todo preforestales, pero desenvolviéndose igualmente en situaciones ecológicas extremas. Generalmente constituyen el límite arbóreo en los márgenes estépicos o aquellos con un determinismo hídrico o térmico en todos los pisos de vegetación (Quézel y Médail, 2003). De toda la Europa occidental, sólo en España perviven bosques de entidad formados por enebros y sabinas. La mayoría de ellos se extienden por territorios que resultan adversos para la vegetación arbórea y tienen una estructura peculiar, por lo general clara y abierta (Costa et al., 1997). La extraordinaria amplitud ecológica de los juníperos hace que no sean buenos indicadores ecológicos, aunque siempre están revelando paisajes abiertos.

Las sabinas (*J. thurifera*, *J. phoenicea* y *J. sabina*) son plantas tóxicas debido a sus aceites esenciales cuyas hojas en infusión se han utilizado como emenagogo y abortivo. En el caso de *Juniperus oxycedrus* la destilación de la madera produce el aceite de miera o brea de enebro utilizada también con fines terapéuticos. La madera de este género es muy apreciada como combustible, al igual que el resto de resinosas, y para la construcción, debido a su resistencia ante los cambios bruscos de temperatura y humedad y a la putrefacción en condiciones de intemperie, aunque su lento crecimiento y la morfología de los troncos y ramas, generalmente nudosos y retorcidos, dificultan este uso. Esta característica de la madera la hace especialmente apta también para la

fabricación de aquellos utensilios u objetos que se ponían en contacto con el agua o se hundían en el suelo y comederos, bebederos o abrevaderos (troncos vaciados) para el ganado doméstico. Se trata de una madera flexible, por lo que también ha sido ampliamente utilizada por los pastores para la fabricación de palos o bastones, y muy aromática. Como uso etnobotánico directo de los sabinares y enebrales podemos destacar la aplicación forrajera, debido a su estructura abierta y con ramas bajas, que favorece la práctica del pastoreo extensivo. Ésta ha sido, desde hace siglos, la utilización fundamental del sabinar albar (Costa et al., 1997). Son tierras propicias para el pastoreo extensivo. También las cenizas de la rama (*J. phoenicea*) se han usado tradicionalmente como complemento mineral del ganado lanar, vacuno, etc. en algunas zonas del Prepirineo (Villar y Ferrández, 2000).

Los enebros crecen en terrenos pedregosos y soleados, formando parte de matorrales xerofíticos o de los bosques esclerófilos continentales, de los que muchas veces buscan los claros. *J. oxycedrus*, tiene un carácter más mediterráneo que *J. communis*. Entre las sabinas, aunque todas tienen un marcado carácter mediterráneo, *J. phoenicea* suele acompañar a *J. oxycedrus* en ambiente de carrascal, matorrales de romero, mientras que *J. sabina* y *J. thurifera* son propias de la alta montaña mediterránea, formando parte de los pinares de pino negral y matorrales de montaña, donde especialmente esta última, por su resistencia a los climas extremados, muchas veces constituye el límite superior del bosque. Sin embargo, *J. thurifera*, crece, de forma excepcional en el centro del valle del Ebro, con cotas entre 350 y 750 msnm debido a que esta zona está sometida a una fuerte inversión térmica, con nieblas densas y bajas temperaturas durante los meses de invierno y principio de primavera, dando lugar a sabinares albares con unas características muy peculiares y diferenciadas del resto de sabinares ibéricos y mediterráneos. La amplitud ecológica inigualable de esta especie y su tolerancia a los sustratos yesosos hace que sea la única especie de porte capaz de crecer en este ambiente.

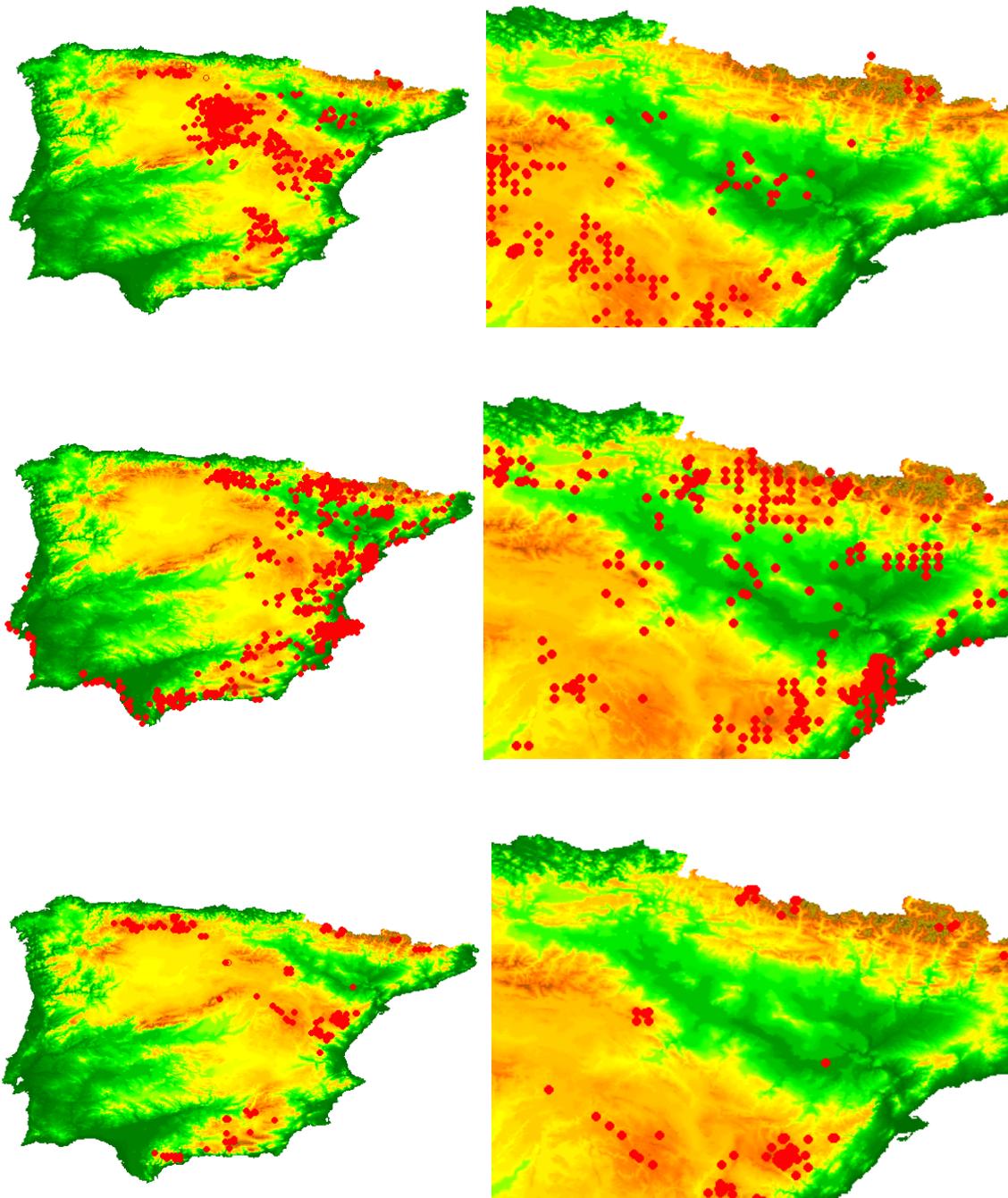


Figura 18. Distribución actual de distintas especies del género *Juniperus* (sabinas) en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Juniperus thurifera* L., *Juniperus phoenicea* L. y *Juniperus sabina* L.

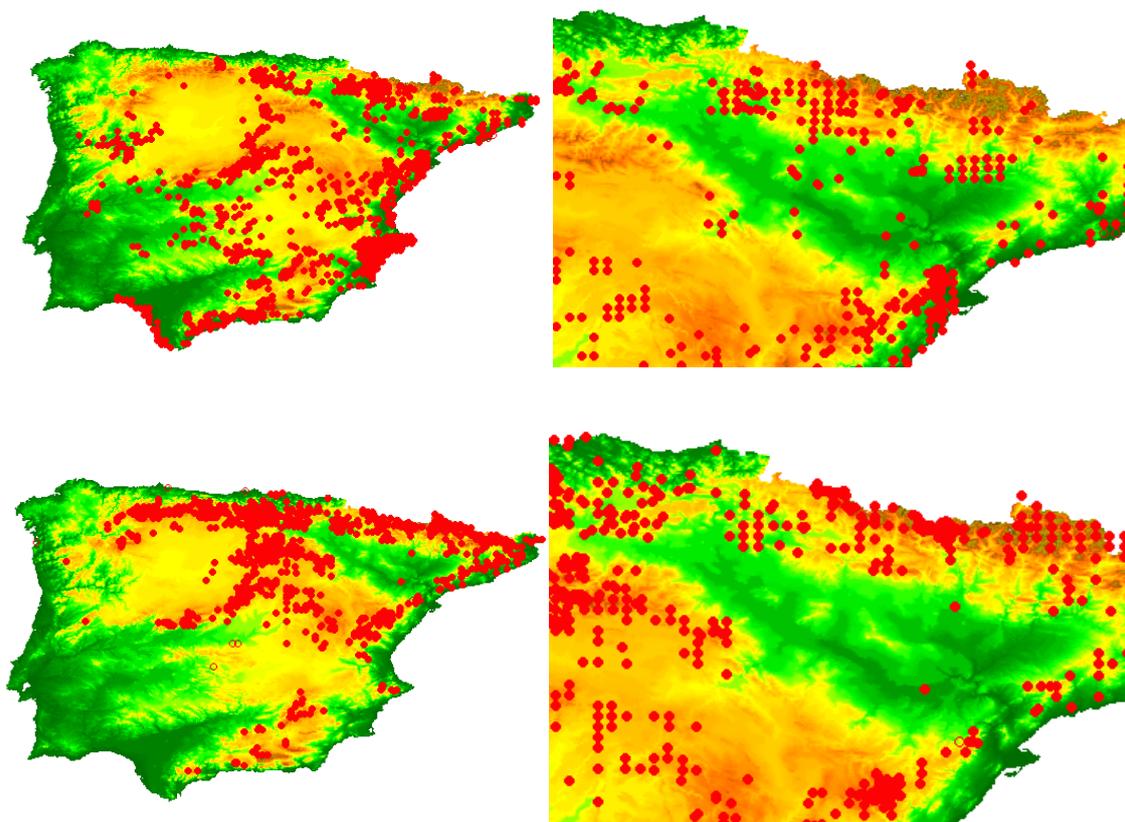


Figura 19. Distribución actual de distintas especies del género *Juniperus* (enebros) en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Juniperus oxycedrus* L. y *Juniperus communis* L.

En la siguiente tabla se presenta de forma esquematizada la autoecología de las diferentes especies del género *Juniperus* que crecen en el valle del Ebro referidas a los parámetros de temperatura, precipitación, tolerancia edáfica y tipo de vegetación a la que aparecen asociadas, según los datos disponibles en diferentes obras centradas en la flora ibérica y mediterránea (Costa et al., 1997; Villar et al., 2001; Quézel y Médail, 2003; Rameau et al., 2008; Castroviejo, 1986-2012):

	Temperatura	Precipitación	Suelo	Vegetación
<i>Juniperus thurifera</i>	Especie de altitud que generalmente constituye el límite superior del bosque formando bosques pre-estepicos en el Mediterráneo occidental. Piso bioclimático supramediterráneo y oromediterráneo. La mayor parte se concentran entre 900 y 1200 msnm.	Soporta sequedad en el ambiente y en el suelo. Preferencia por los bioclimas áridos y semiáridos (precip. 350-600 mm) y de fuerte tendencia continental, aunque también penetra en climas subhúmedos. Enorme resistencia a la continentalidad.	Capacidad para sobrevivir en terrenos de baja calidad gracias a un sistema radical muy potente que le permite aprovechar hasta el último resquicio de agua en el suelo. Suelos calcáreos compactos, calizos, básicos y ricos en cal.	Especie heliófila que da lugar a formaciones muy abiertas. Se considera vegetación climácica en territorios secos, luminosos y fríos y continentales. Crece asociada a <i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus pubescens</i> , distintos pinos y otros juníferos.
<i>Juniperus phoenicea</i>	Especie termófila, sensible al frío y heliófila asociada al piso termomediterráneo y mesomediterráneo hasta 1000-1200 msnm	Especie xerófila que soporta aún menor precipitación que <i>Juniperus thurifera</i> . Resistencia al viento que determina una sequedad adicional en el suelo y en los órganos vegetativos de las plantas.	Crece sobre suelo calcáreo, sobre suelos superficiales y sobre suelos rocosos en cualquier superficie, incluso fisuras de rocas. Se impone a otras especies en suelos arenosos y secos en los que el agua percola rápidamente a las capas más profundas.	Forma parte de formaciones zonales termomediterráneas. Por si sola no forma masas puras, aparece salpicada en formaciones de <i>Quercus ilex</i> , <i>Pinus halepensis</i> o <i>nigra</i> , <i>Juniperus thurifera</i> o <i>Olea europea</i> .
<i>Juniperus communis</i>	Especie de carácter montano. Termófila pero resistente al frío, con una gran amplitud térmica, y heliófila. Piso supramediterráneo continental o atlántico y sualpino, hasta 1800 msnm.	Resistente al frío y a la sequía. Frecuente en las estaciones secas y soleadas.	Indiferente al suelo, crece sobre arenas, arcillas, calizas y margas y soporta los suelos carbonatados o silíceos, secos o húmedos. Se acomoda a suelos superficiales.	Ligado a estructuras forestales de robledales caducifolios y de pino silvestre. En la región mediterránea aparece aislado.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Especie termófila y heliófila tolerante, muy común en la región mediterránea, del piso termomediterráneo al supramediterráneo, hasta 1200 msnm.	Crece en estaciones secas con un balance hídrico generalmente deficitario.	Se desarrolla en rocas silíceas o calcáreas y sobre margas. Soporta substratos ácidos y suelos de secos a bastante secos, ricos en guijarros y a veces cal viva, balance hídrico generalmente deficitario.	Generalmente aparece ligada a estructuras forestales de encinar. Es el único enebro que puede llegar a formar comunidades que aceptaríamos como bosques.
<i>Juniperus sabina</i>	Especie de carácter montano, heliófila y termófila, que crece del piso montano al alpino de 1400 a 2300 msnm.	Especie xerófila. Exclusiva de regiones con clima continental.	Prefiere los sustratos básicos o neutros. Suelos generalmente poco espesos, con balance hídrico deficitario.	Aparece aislada sin formar parte de estructuras forestales, como mucho preforestales.

Tabla 8. Autoecología de las diferentes especies del género *Juniperus* que crecen en el valle del Ebro referidas a los parámetros de temperatura, precipitación, tolerancia edáfica y tipo de vegetación a la que aparecen asociadas según Costa et al., 1997; Villar et al., 2001; Quézel y Médail, 2003; Rameau et al., 2008 y Castroviejo, 1986-2012.

5.2. *PINUS HALEPENSIS*

GIMNOSPERMAE

CLASE: Pinopsida

FAMILIA: Pinaceae

GÉNERO: *Pinus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Pinus halepensis Mill (Pino carrasco o Pino de Aleppo).

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Auvelles (*) (25), Barranc d'en Fabra (*) (31), Cabezo de la Cruz (***) (38), Chaves (***) (16), Espantalobos (***) (15), Forat de la Conqueta (*) (23), Los Baños (*) (37), Plano del Pulido (***) (35), Pontet (*, ***) (35).

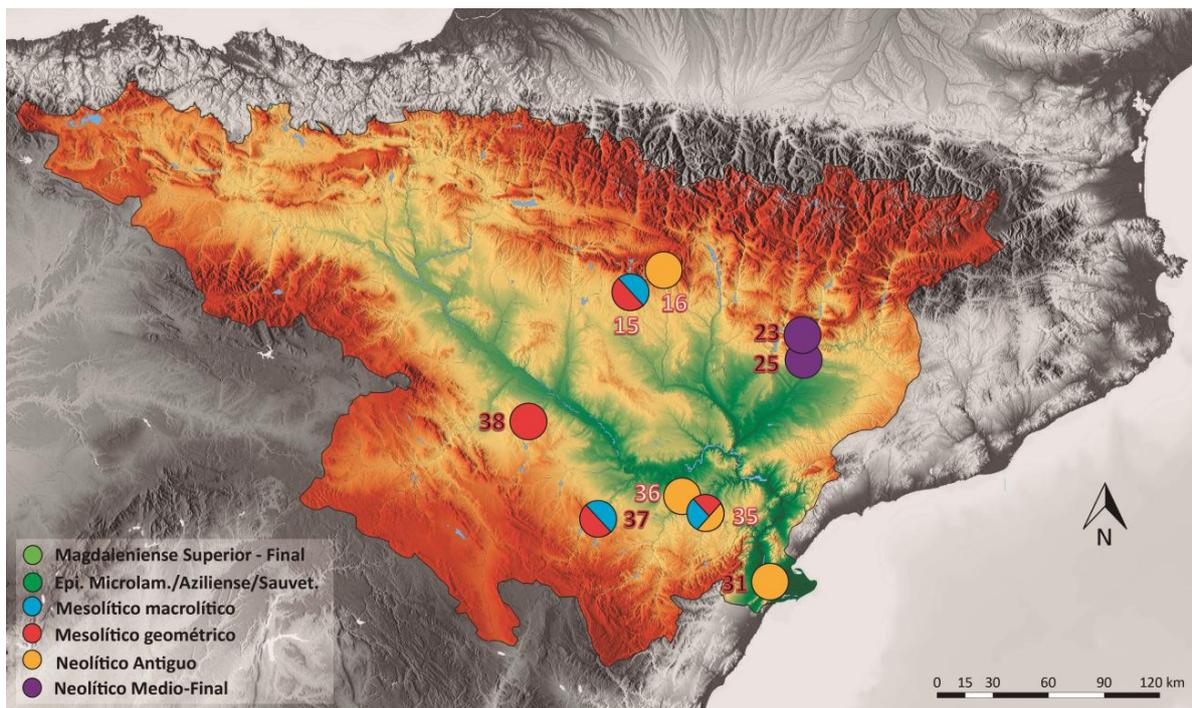


Figura 20. Presencia de *Pinus halepensis* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio..

5.2.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera homóxila que presenta una transición gradual entre la madera inicial y la final y anillos de crecimiento visibles. Se caracteriza por presentar canales resiníferos a lo largo de todo el anillo de crecimiento y más pequeños que los de otras especies del género, con una talla de 100 a 200 μm (Jaquiot, 1955).

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son heterogéneos con presencia de traqueidas transversales de paredes lisas ligeramente dentadas (Vernet et al., 2001). Los campos de cruce presentan de 1 a 4 punteaduras de tipo pinoides pequeñas (Schwiengruber, 1990).

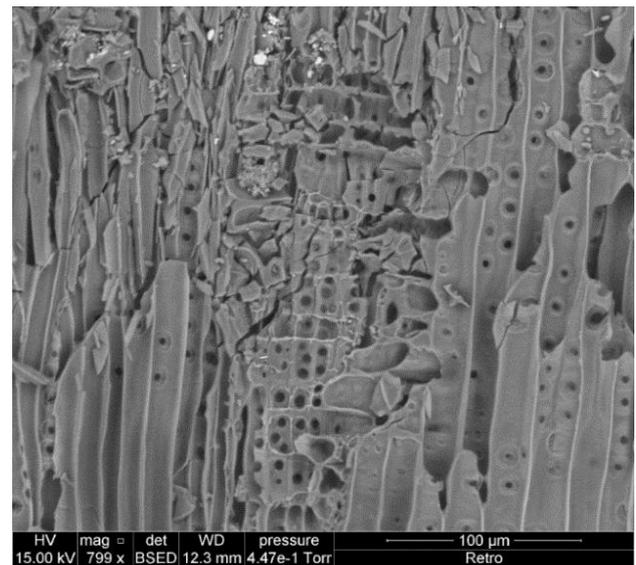
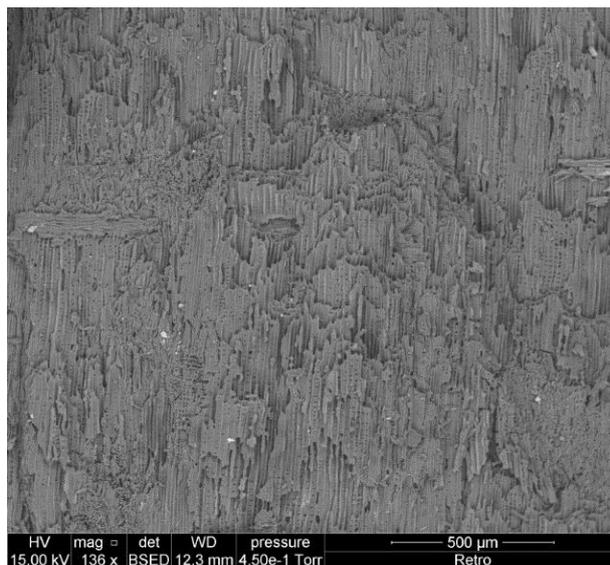
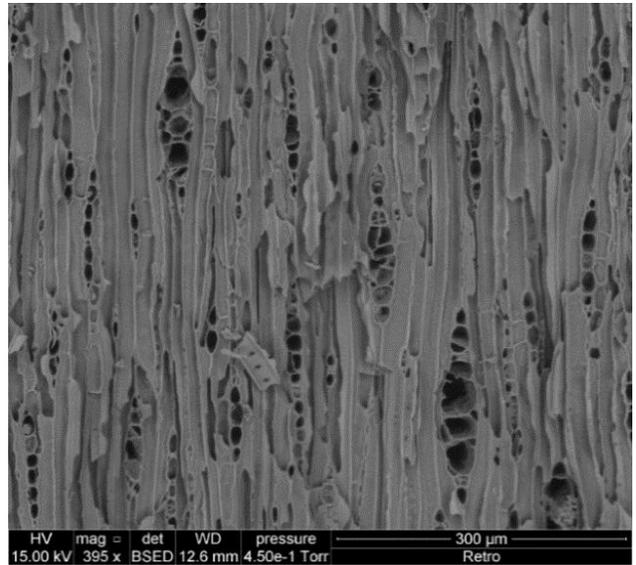
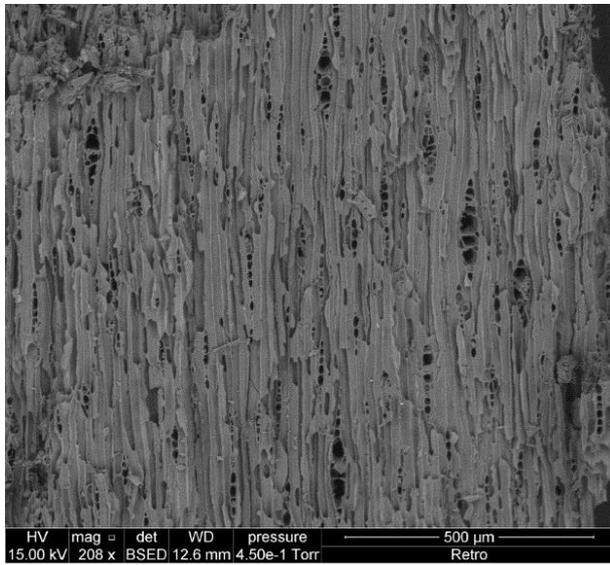
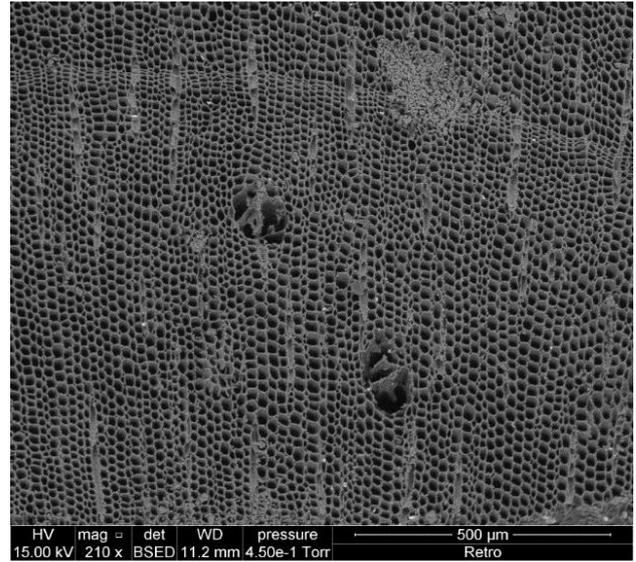
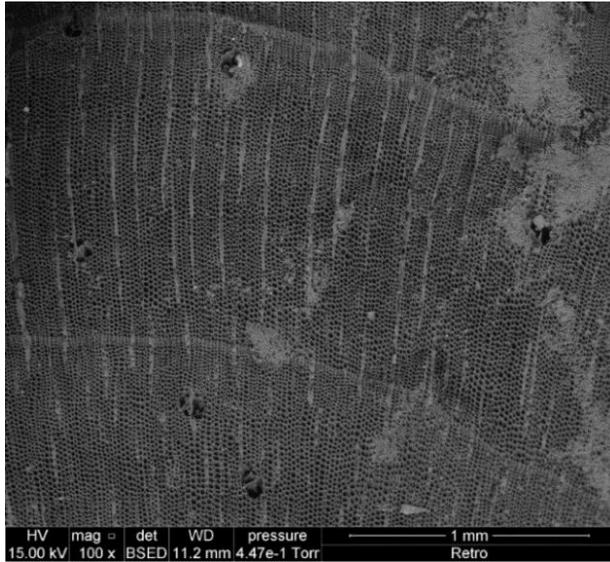
Plano Longitudinal Radial: Radios heterogéneos con presencia de canales resiníferos. Generalmente uniseriados, raramente biseriados. Los radios tienen entre 1 y 10 ó 12 células pudiendo llegar hasta 22 células en algunas ocasiones (Schwiengruber, 1990).

5.2.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de un árbol de talla media y tronco tortuoso pero que en condiciones favorables puede presentar fustes rectos y sobrepasar los 20 m de altura (Castroviejo, 1986-2012).

Es una especie mediterránea pionera típica. Es la especie de pino más ampliamente extendida por el Mediterráneo. En la Península Ibérica se extiende por todo el litoral mediterráneo y penetra hacia el interior en las sierras béticas, el sistema Ibérico, valle del Ebro y Pirineos orientales. Su distribución óptima se enmarca entre el nivel del mar y los 800 msnm.

Figura 21. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes plantos anatómicos de un fragmento de *Pinus halepensis* de Espantalobos. Arriba a la izquierda: Plano Transversal. Arriba a la derecha: Detalle de canales resiníferos. Centro a la izquierda: Plano Longitudinal Tangencial. Centro a la derecha: Detalle de los radios y canales resiníferos. Abajao a la izquierda: Plano Longitudinal Radial. Abajo a la derecha: Detalle de los campos de cruce de las traqueidas.



En nuestro territorio ocupa desde las zonas basales de tipo semiárido hasta algunos ambientes submediterráneos típicos de la media montaña. Es la especie arbórea mejor adaptada a la sequía, soportando desde 1000 mm hasta 150 mm anuales de precipitación. Su principal factor limitante es la temperatura, ya que no soporta una media de temperaturas mínimas del mes más frío inferiores a -3°C . Es indiferente al sustrato. En el valle del Ebro lo encontramos sobre calizas y yesos. Las formaciones de *Pinus halepensis* se desarrollan allí donde las frondosas esclerófilas presentan escasa capacidad de crecimiento. Se impone a la encina en los parajes hiperxerófilos de la Depresión del Ebro. En zonas semiáridas aparece disperso sobre un estrato arbustivo más o menos denso, sin llegar a definir una estructura de bosque. Es una especie muy termófila, por lo que huye de las cotas más bajas afectadas por la inversión térmica. Lo acompañan especies como *Chamaerops humilis*, *Rhamnus lycioides*, *Quercus coccifera*, *Olea europea*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus* y *Rosmarinus officinalis*. Bajo condiciones de menor xericidad encontramos formaciones de *Pinus halepensis* dentro del área del encinar, que aprovecha suelos secos o pobres en nutrientes. Estas formaciones penetran a través de los valles en el Pirineo y el sistema Ibérico, donde podemos verlo asociado a distintas especies de *Quercus marcescentes* (Costa et al., 1997).

Uno de los usos tradicionales del pinar es la construcción, aunque dado que *Pinus halepensis* produce generalmente fustes poco rectos no es muy apreciado con este fin. Ha sido tradicionalmente utilizado para la obtención de leña y resina (Costa et al., 1997). Los pinares, independientemente de la especie, son grandes productores de madera muerta con unas excelentes propiedades combustibles (Allué, 2001).

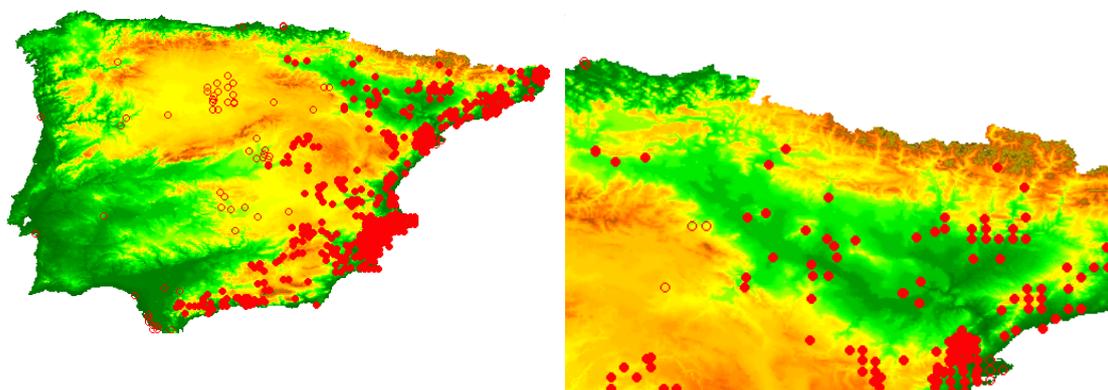


Figura 22. Distribución actual de *Pinus halepensis* Mill. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30.

5.3. *PINUS TP. SYLVESTRIS*

GIMNOSPERMAE

CLASE: Pinopsida

FAMILIA: Pinaceae

GÉNERO: *Pinus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Pinus nigra Arnold. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco (Pino salgareño, laricio o negral)

Pinus sylvestris L. (Pino silvestre, albar o royo)

Pinus uncinata Mill. (Pino negro)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Aizpea (*) (8), Ángel 1 (***) (34), Ángel 2 (***) (33), Artusia (***) (9), Atxoste (*, ***) (1), Auvelles (*) (25), Balma Margineda (***) (21), Chaves (**) (16), Colls (***) (27), Coro Trasito (*) (17), Espantalobos (*) (15), Esplugón (***) (14), Fem (**, ***) (29), Filador (***) (28), Forat de la Conqueta (**) (23), Forcas I (***) (18), Forcas II (***) (19), Feixa del Moro (*) (22), Hort de la Boquera (***) (26), Kampanoste Goikoa (**, ***) (3), Legunova (**) (11), Los Baños (*) (37), Mendandia (**, ***) (2), Paco Pons (***) (13), Parco (*, ***) (24), Peña 14 (***) (10), Rambla de Legunova (***) (12), Sardo (**) (20), Vidre (**, ***) (32).

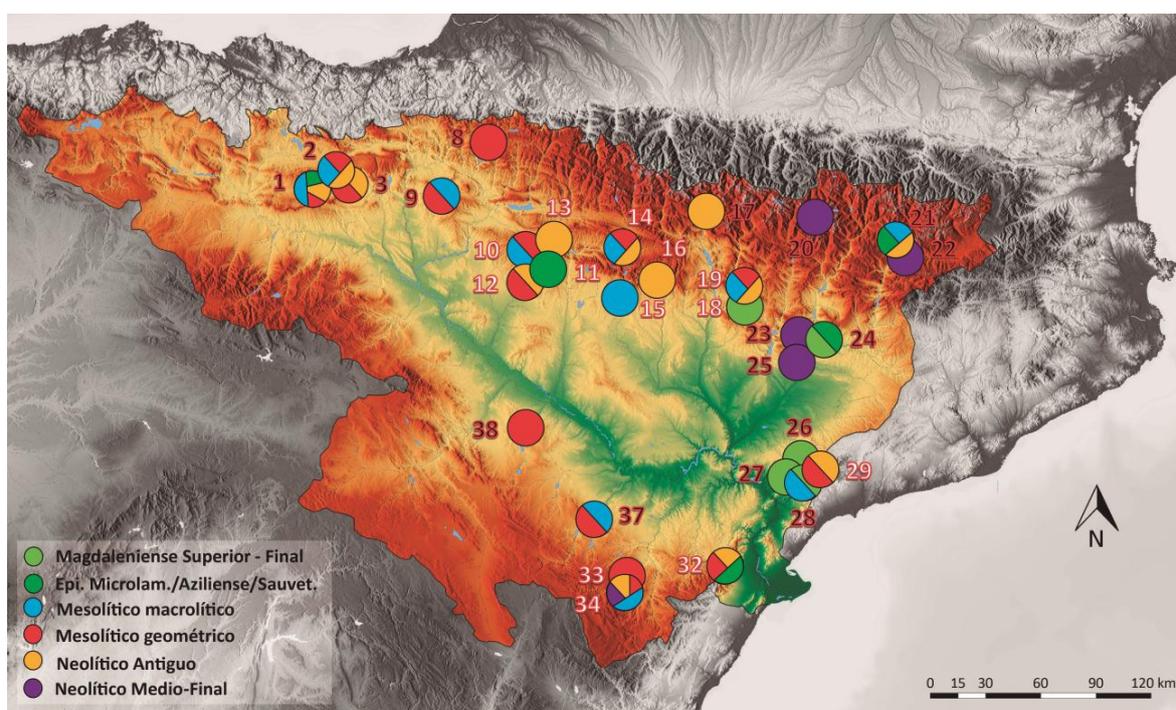


Figura 23. Presencia de *Pinus tp. sylvestris* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

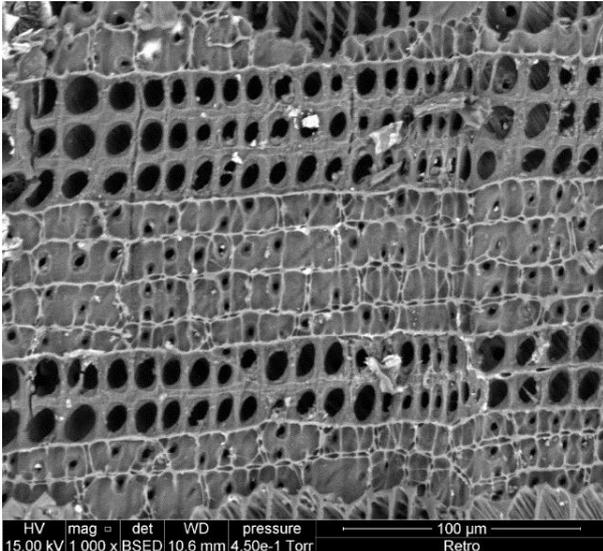
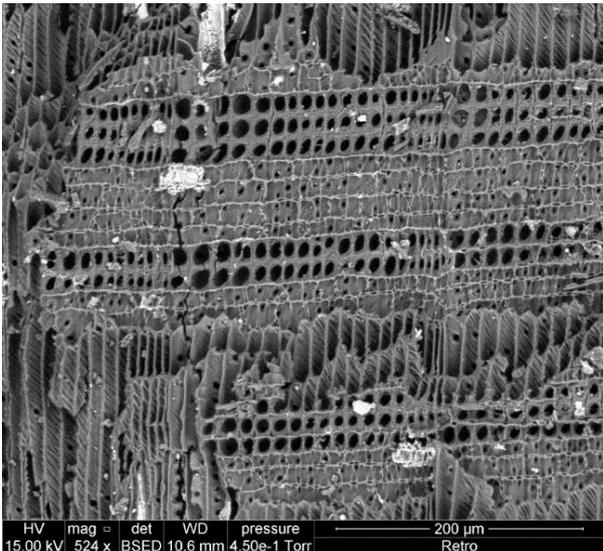
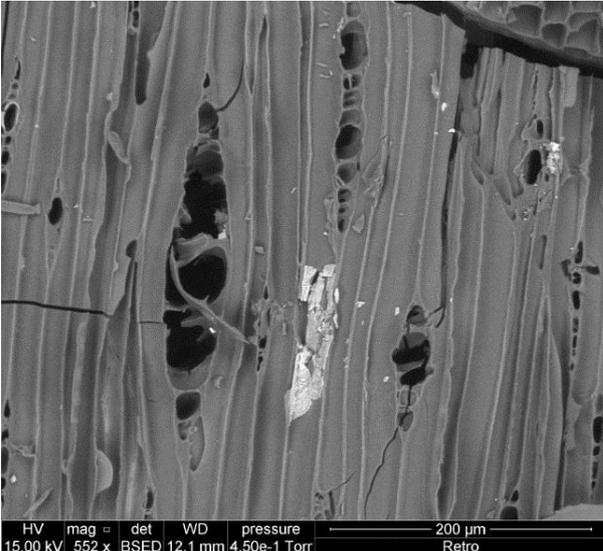
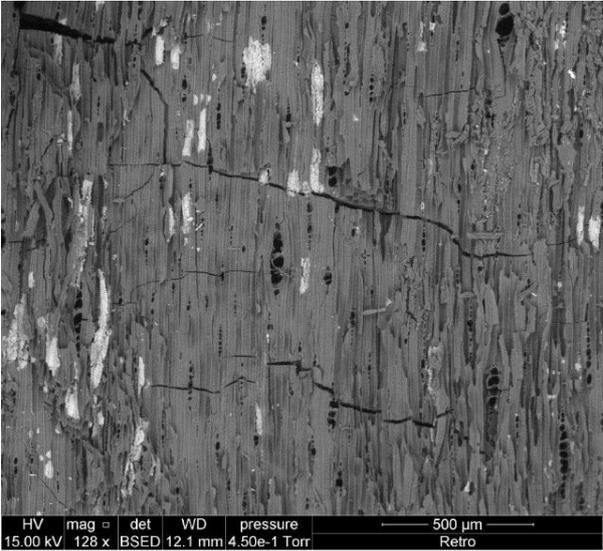
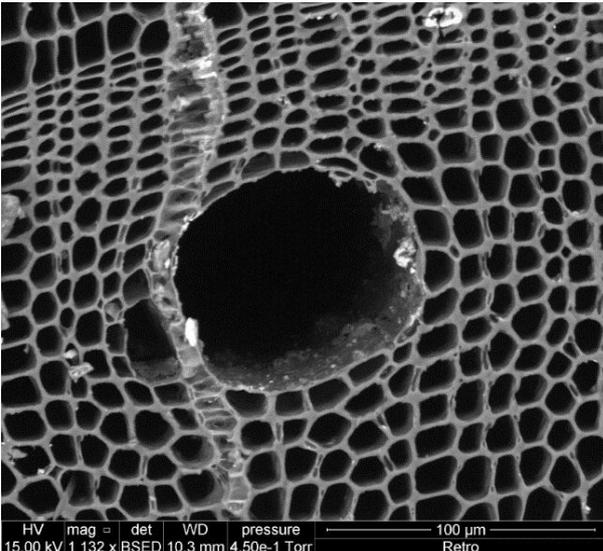
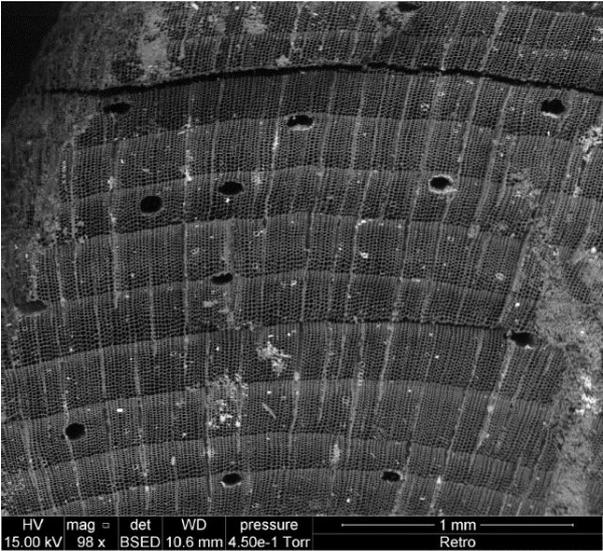
5.3.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal (ST): Madera homóxila con canales resiníferos situados en la madera final. Límites de los anillos de crecimiento bien visibles. La transición de la madera inicial a la final puede ser gradual o abrupta (Schweinguber, 1990).

Plano Longitudinal Tangencial (SLT): Radios heterogéneos con presencia de traqueidas horizontales de paredes dentadas. Las punteaduras son de tipo fenestriforme de 1 a 2 por campo de cruce (Greguss, 1955; Jaquiot, 1955).

Plano Longitudinal Radial (SLR): Radios heterogéneos con presencia de canales resiníferos horizontales, uniseriados y una altura de 8 a 15 células (Vernet et al., 2001).

Figura 24. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Pinus* sp. *sylvestris* de Forcas II. Arriba a la izquierda: Plano Transversal. Arriba a la derecha: Detalle de canal resinífero. Centro a la izquierda: Plano Longitudinal Tangencial. Centro a la derecha: Detalle de los radios y canal resinífero. Abajo a la izquierda: Plano Longitudinal Radial. Abajo a la derecha: Detalle de los campos de cruce de las traqueidas.



Este taxón agrupa las tres especies de pinos de carácter montano que crecen en la Península Ibérica: el pino laricio (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), el pino albar (*Pinus sylvestris*) y el pino negro (*Pinus uncinata*). La cuestión relativa a la discriminación entre estas tres especies en base a criterios anatómicos ha sido suficientemente abordada en diversos trabajos en el campo de la antracología, desarrollados principalmente por investigadores pertenecientes a la llamada Escuela de Montpellier (Vernet, 1968; Bazile-Robert, 1979; Badal, 1984; Ros, 1985; Figueiral, 1987; Heinz et al., 1988; Heinz, 1990; Chabal, 1991; Allué, 2001; Tabard, 2005). Por lo general, se acepta que *Pinus uncinata* sí puede ser distinguido de los otros dos porque sus anillos de crecimiento son muy estrechos y la madera final es muy reducida (Heinz et al., 1988; Heinz, 1990). Sin embargo, esto puede ocurrir también en *Pinus sylvestris* cuando crece sometido a un estrés ecológico, a mayor altitud o bajo condiciones extremas, por lo que no hemos tenido en cuenta este carácter discriminante en nuestras muestras. En el caso de la distinción entre *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris* han sido diversos los caracteres propuestos por los diferentes autores, entre los que podemos destacar:

1. El diámetro tangencial de los canales resiníferos longitudinales.
2. La posición de los canales resiníferos longitudinales en los anillos de crecimiento.
3. Morfología de las puntuaciones en los campos de cruce.
4. La morfología de las paredes de las traqueidas transversales.

La morfología de las puntuaciones en los campos de cruce, que pueden ser más o menos redondeadas en función de la especie (Badal, 1984; Ros, 1985; Figueiral, 1987; Chabal, 1991), o el mayor o menor desarrollo de los dientes que presentan las paredes celulares de las traqueidas transversales (Greguss, 1955; Jaquiot, 1955; Bazile-Robert, 1979), aparecen como criterios difusos, algo subjetivos y difíciles de aplicar a materiales arqueológicos. En el caso del diámetro de los canales resiníferos longitudinales, en *P. nigra* parecen tener un diámetro inferior (90-110 μm) a los de *P. sylvestris* (120-130 μm) (Allué, 2001; Vernet et al., 2001). Sin embargo, hay que tener en cuenta que este carácter también puede estar condicionado por la estación de crecimiento del individuo y que la distribución de los canales en el leño depende de la edad (Tabard, 2005), por lo que es también un criterio difícilmente aplicable a materiales arqueológicos. Por último, la posición de los canales en los anillos de crecimiento tomando como referencia 0 para

el inicio de la madera inicial y 1 para el límite del anillo parece un carácter bastante diagnóstico según el estudio realizado por E. Bazile-Robert (1979). Esta autora concluye que *P. nigra* está por debajo de 0'75 y *P. sylvestris* por encima de 0'9. El problema es que entre 0'75 y 0'9 se produce un solapamiento y, por lo tanto, ambas especies se confunden. Lo ideal, sería tener en cuenta la combinación de los distintos caracteres propuestos en un mismo fragmento. No obstante, en nuestro caso no hemos considerado estos criterios de discriminación lo suficientemente sólidos como para establecer una distinción entre las diferentes especies, por lo que hemos agrupado todos los fragmentos bajo un mismo taxón: *Pinus* sp. *sylvestris*.

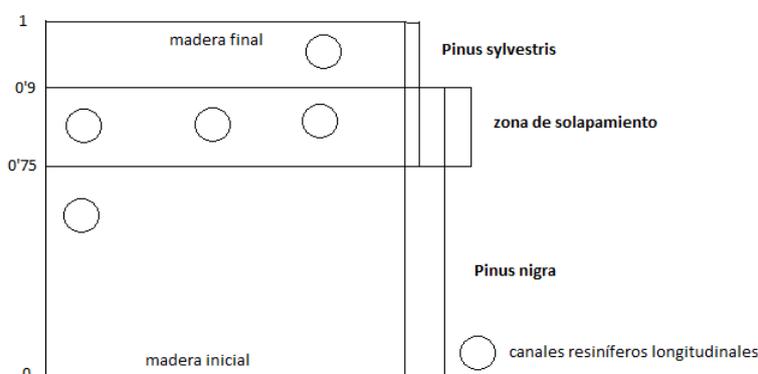


Figura 25. Dibujo esquemático que representa la distribución de los canales en el anillo según Bazile-Robert (1979).

5.3.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de árboles perennifolios, raramente arbustos, con copa piramidal o redondeada, hojas aciculares, generalmente cortas salvo en *Pinus nigra* y agrupadas en fascículos de dos, conos masculinos y semillas aladas, a veces comestibles (piñones). *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris* son árboles de hasta 40 m mientras que *Pinus uncinata* no supera los 25 m (Castroviejo, 1986-2012).

Los pinos son especies pioneras, generalmente indiferentes al sustrato edáfico y que se adaptan a condiciones extremas de desarrollo. Las especies de montaña son muy resistentes a los fríos invernales (Costa et al. 1997). *Pinus nigra* es originario del centro y sur de Europa, donde se encuentra ampliamente repartido por las áreas montañosas, en muchos casos constituyendo poblaciones aisladas que han dado lugar a la aparición de

diversas subespecies y variedades, siendo *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* la subespecie presente en España y el sur de Francia. En la Península Ibérica se encuentra en el centro y en la mitad este, concentrada en tres grandes áreas geográficas: los Pirineos, el Sistema Ibérico y las sierras béticas, aunque también aparecen núcleos de población de estos pinares en otros lugares, como la Sierra de Gredos. Es una especie típica de las montañas de clima mediterráneo con sequía estival atenuada. Caracteriza al piso supramediterráneo y encuentra su óptimo desarrollo entre los 800 y 1500 msnm, aunque a veces lo encontramos a menor altitud. Prefiere sustratos calizos y dolomíticos, pero también existen poblaciones sobre suelos silíceos ya que no es una especie exigente en cuanto al suelo. De hecho en la actualidad se encuentra distribuido por los lugares con unas condiciones edáficas más desfavorables. Generalmente acompaña a quejigares, pinares de pino silvestre, sabinares o matorrales de boj y erizón.

Pinus sylvestris es una especie de plena luz y colonizadora de espacios vacíos que aceptan todo tipo de suelos. Resisten el frío y soportan el calor. Están bien presentes en la mayor parte de Europa, encontrándolos en el norte en el llano y en la montaña en el sur. En la Península Ibérica crece de 1000 a 2000 msnm. En el piso oromediterráneo se asocia a *Juniperus communis* sobre suelos silíceos y *Juniperus sabina* sobre suelos calizos.

Pinus uncinata crece entre 1400 y 2700 msnm en laderas, canchales, grietas de roca, suelos húmedos y turberas, siendo también indiferente al sustrato. Representa el límite de la vegetación arbórea. En la Península Ibérica se concentra los Pirineos y el Sistema Ibérico (Castroviejo, 1986-2012).

Pinus nigra es una especie submediterránea propia de un clima continental, que a veces forma masas mixtas con *Pinus sylvestris* y ocupa áreas propias del quejigal (robleal marcescente). En la actualidad es difícil encontrarla en los somontanos. *Pinus sylvestris* caracteriza el piso montano seco y al soportar las heladas tardías predomina sobre el quejigo en algunas zonas.

El aprovechamiento humano de la madera de pino está ampliamente documentado en la Prehistoria. Los pinos se han explotado ampliamente como leña para el fuego como revelan un gran número de registros antracológicos peninsulares. Los pinares, independientemente de la especie, son grandes productores de madera muerta con unas excelentes propiedades combustibles (Allué, 2001). La capacidad de los pinos para

producir troncos rectos y poco nudosos hace que sean muy apreciados y hayan sido ampliamente utilizados para la fabricación de postes, vigas y otros elementos constructivos desde la prehistoria hasta la actualidad.

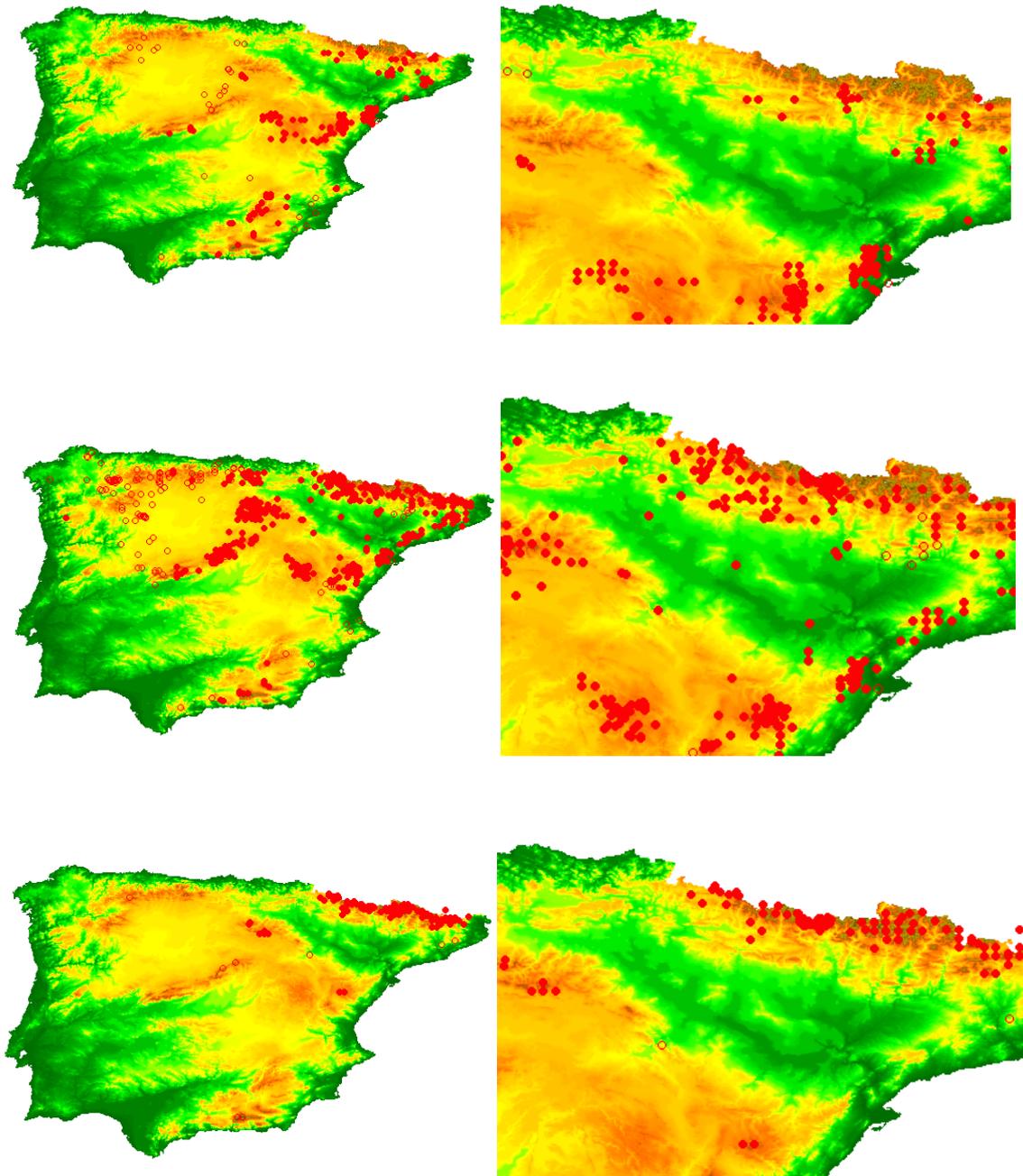


Figura 26. Distribución actual de los pinos montanos en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Pinus nigra* Arnold. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco, *Pinus sylvestris* L. y *Pinus uncinata* Mill.

5.4. *TAXUS BACCATA*

GIMNOSPERMAE

CLASE: Pinopsida

FAMILIA: Taxaceae

GÉNERO: *Taxus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Taxus baccata L. (Tejo)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Aizpea (*,**) (8), Atxoste (*) (1), Balma Margineda (*) (21), Coro Trasito (*) (17), Los Husos I (**,***) (5), Los Husos II (***) (4), Peña Larga (**) (6), Vidre (**) (32).

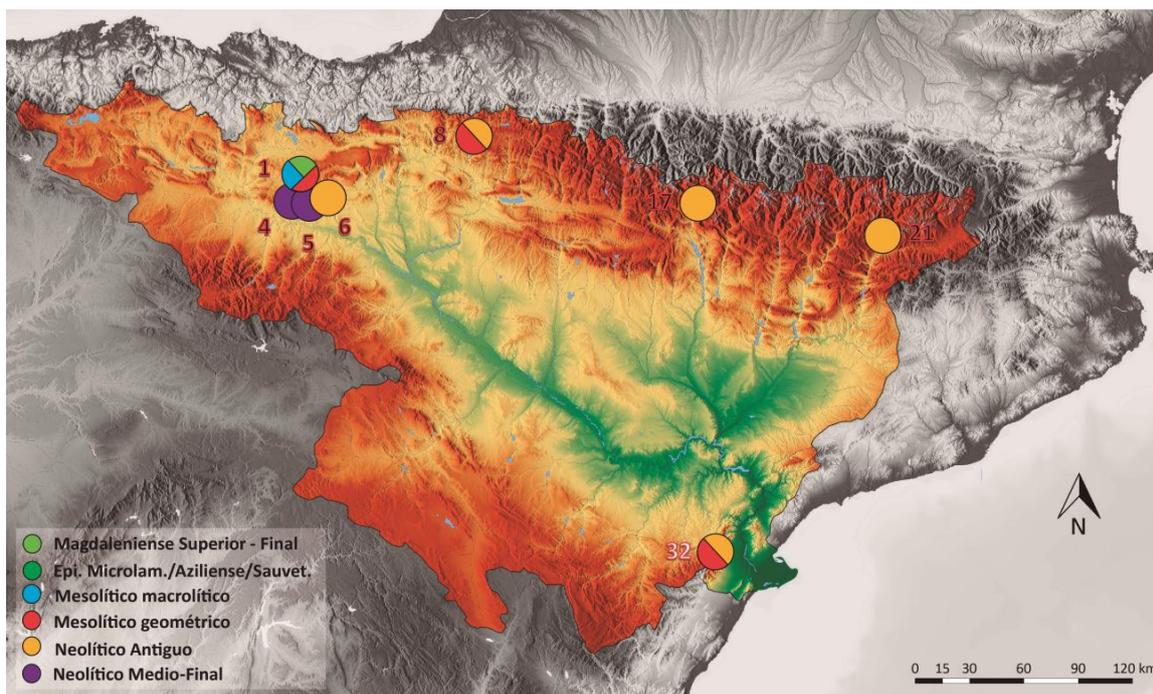


Figura 27. Presencia de *Taxus baccata* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

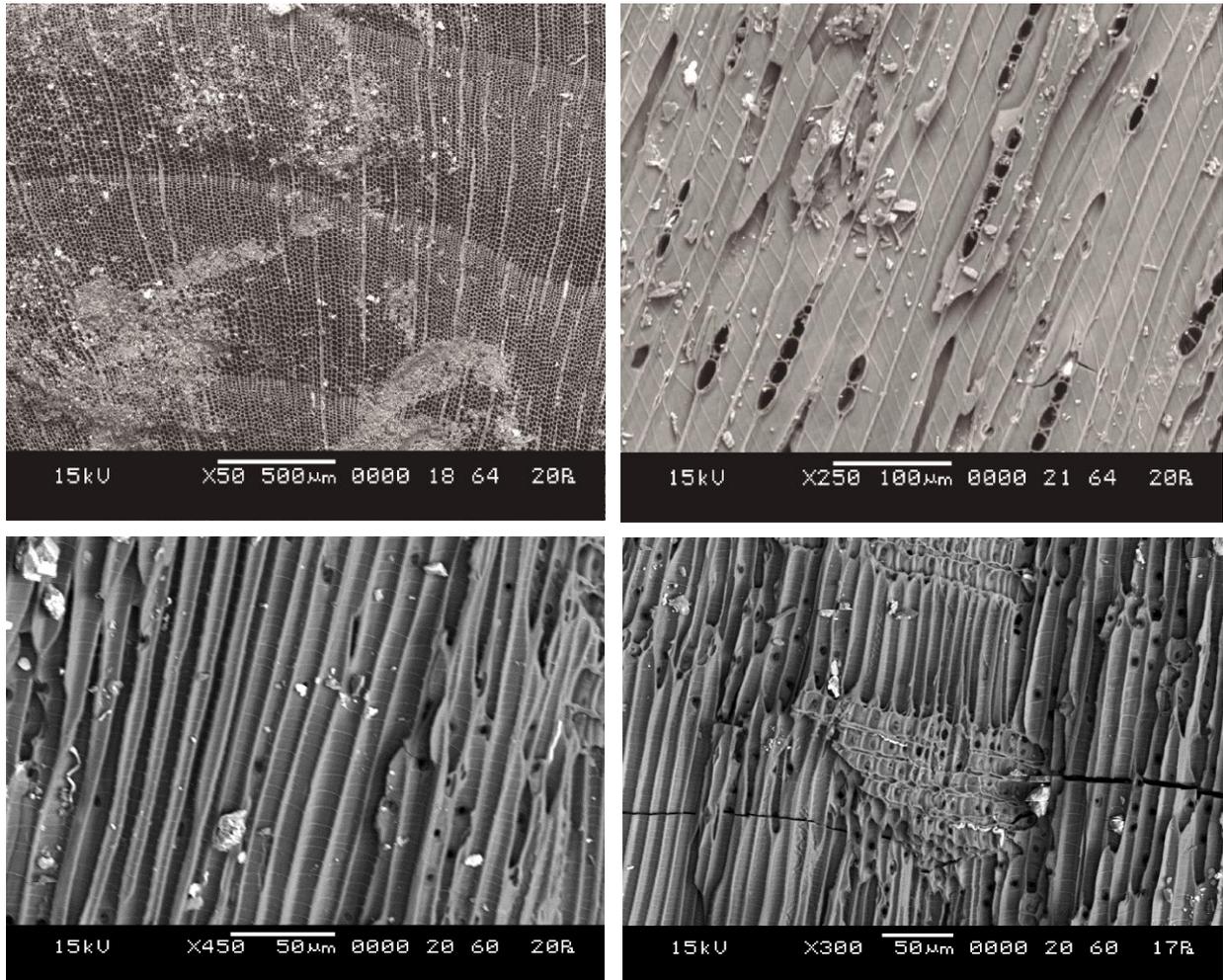
5.4.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera homóxila. Transición gradual entre la madera inicial y final. Células de la madera inicial con paredes gruesas. No presenta canales resiníferos ni parénquima.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son uniseriados y estrechos, con una altura de 2-5 a 12 células, hasta un máximo de 20-25.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son homogéneos, sin traqueidas transversales. Las puntuaciones en los campos de cruce son de tipo cupresoide con un número de 2 a 4 por campo de cruce. Presenta gruesos engrosamientos espiralados fuertemente inclinados en las paredes de las traqueidas longitudinales (Greguss, 1955; Jaquiot, 1955; Schweingruber, 1990).

Figura 28. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Taxus baccata* del Vidre. Izquierda arriba: Plano Transversal. Derecha arriba: Plano Longitudinal Tangencial. Abajo a la izquierda: Plano Longitudinal Radial. Abajo a la derecha: detalle de las punteaduras en los campos de cruce en el Plano Longitudinal Radial.



5.4.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de un arbusto o árbol de talla media que puede alcanzar hasta 20 m de altura, de copa piramidal amplia, tronco único o múltiple y ramas horizontales o algo colgantes. Hojas en forma de aguja de 1 a 3 cm, de color verde oscuro por el haz y amarillento por el envés (Riou-Nivert, 2001). Las semillas van recubiertas por un arilo rojo carnoso (Castroviejo, 1986-2012).

No suele formar bosques. En la actualidad aparece aislado o formando pequeños grupos en claros forestales de haya, abeto, pino o quejigo y por su carácter rupícola en barrancos, laderas, peñascos y pies de roquedo (Villar et al., 2001). Es indiferente a la luz y al sustrato (Riou-Nivert, 2001). Cuenta con una amplia distribución en la Península Ibérica, estando presente en todas las áreas montañosas salvo el suroeste aunque su presencia en la actualidad es bastante reducida. Crece entre los 500 y 2100

msnm, aunque en ambientes mediterráneos, donde busca las umbrías, el tejo sólo encuentra las condiciones hídricas necesarias para su desarrollo por encima de los 1000 msnm. Puede soportar temperaturas elevadas, en cambio, la humedad es su principal factor limitante, por lo que está totalmente ausente en zonas xerocontinentales como la cuenca miocena del valle del Ebro. Sin embargo persisten alguna poblaciones significativas en las montañas que lo bordean, como los ejemplares de la sierra de Guara, Els Ports, Beceite, Tortosa y el Montsant (Costa et al., 2001).

Las hojas son tóxicas para el hombre y algunos animales como los caballos, aunque pueden ser consumidas por algunos animales, como el ganado vacuno, para el que ocasionalmente se utilizan como ramón. La madera es duradera y vistosa por lo que es muy apreciada en carpintería y dado que también es flexible, en la fabricación de arcos (Costa et al., 1997).

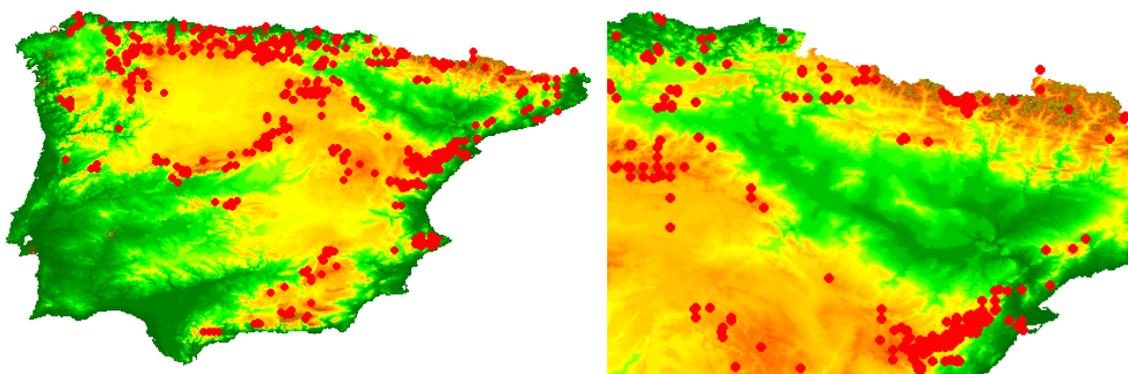


Figura 29. Distribución actual de *Taxus baccata* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30.

ANGIOSPERMAS

5.5. ACER SP.

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Aceraceae

GÉNERO: *Acer*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Acer campestre L. (Arce menor)

Acer monspessulanum L. (Arce de Montpellier)

Acer opalus Mill. (Arce, Azirón)

Acer platanoides L. (Arce real, Azirón)

Presencia del taxón en el valle del Ebro durante el Tardiglacial y el Holoceno Medio:

Aizpea (8) (*), Atxoste (1) (*,**), Auvelles (25) (*), Balma Margineda (21) (*), Chaves (16) (*), Coro Trasito (17) (*), Espantalobos (15) (**), Fem (29) (*,**), Filador (28) (*,**), Forat de la Conqueta (23) (*), Forcas II (19) (**), Feixa del Moro (22) (*), Kampanoste Goikoa (3) (*), Mendandia (2) (*,**), Los Husos I (5) (*), Los Husos II (4) (*), Parco (*), Sardo (20) (*), Vidre (32) (*).

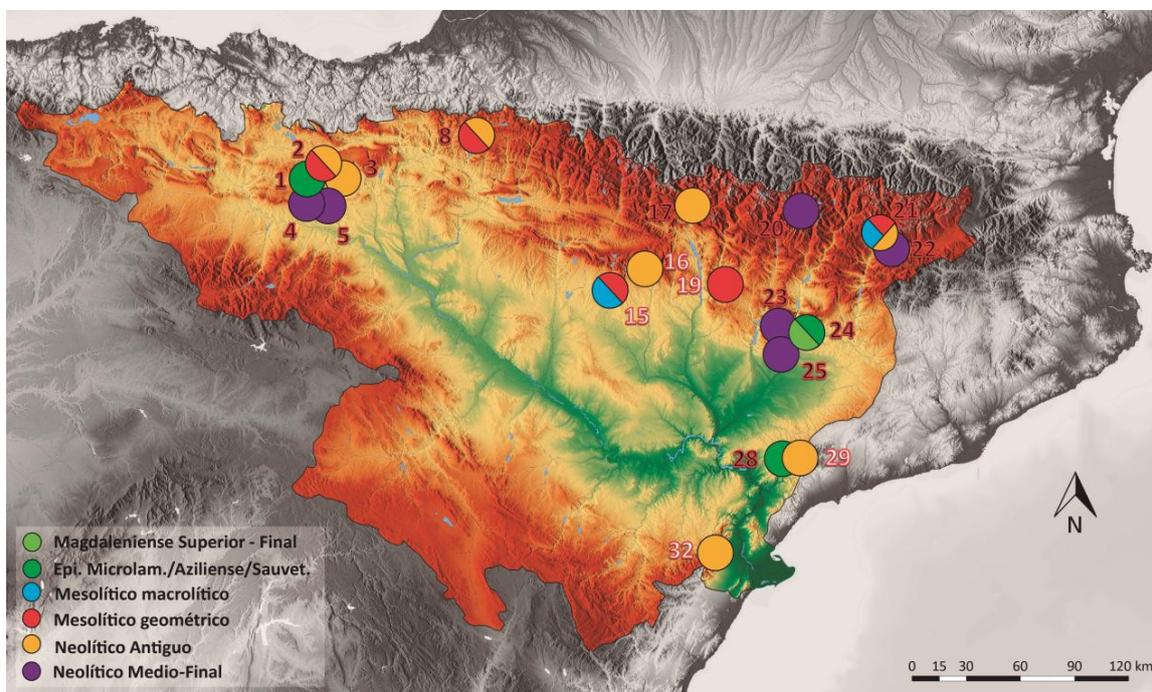


Figura 30. Presencia de *Acer* sp. en el valle del Ebro entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio.

5.5.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa con una densidad de 50 a 100 poros por mm² salvo para *A. pseudoplatanus* que es menor (Greguss, 1959). Los poros aparecen aislados o agrupados en filas radiales de 2 a 6, con una morfología circular o de tendencia poligonal (Vernet et al., 2001). Límites de los anillos de crecimiento bien visibles. Parénquima difuso, apotraqueal y raramente paratraqueal (Schweingruber, 1990).

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios tienen habitualmente entre 3 y 6 células de anchura, aunque no es raro observar radios uni o biseriados. Para muchos autores, la anchura de los radios es el criterio más fiable para la discriminación entre las especies de este género, distinguiendo dos grupos: uno con radios de hasta 5 células, que agrupa a *A. opalus*, *A. platanoides* y *A. campestre*; y otro con radios de hasta 8 células, que incluye *A. pseudoplatanus* y *A. monspessulanum* (Jaquiot et al., 1973; Vernet et al., 2001). Los radios alcanzan fácilmente una altura de hasta 50 células de altura, llegando a alcanzar como máximo 1mm (Schweingruber, 1990) o más en el caso de *A. platanoides* y *A. pseudoplatanus*, siendo para algunos autores criterio distintivo (García Esteban et al., 2003).

Plano Longitudinal Radial: Los radios son homogéneos, aunque a veces presentan células cuadradas marginales en las especies *A. pseudoplatanus* y *A. opalus* (Greguss, 1959), considerados heterogéneos por algunos autores (García Esteban et al., 2003). Engrosamientos espiralados finos presentes en todos los vasos. Perforaciones simples en los vasos. Fibras libriformes. Puntuaciones pequeñas, circulares, pudiendo ser elípticas en los extremos de los radios (Schweingruber, 1990).

En nuestro caso, los criterios expuestos de distinción entre especies no han podido ser aplicados de manera concluyente debido principalmente al tamaño de los restos. A pesar de que hemos observado radios de más de 5 células de anchura en algunos de los fragmentos estudiados, hemos preferido mantener la denominación a nivel genérico, englobando todos los fragmentos bajo el taxón que da nombre al género *Acer* sp.

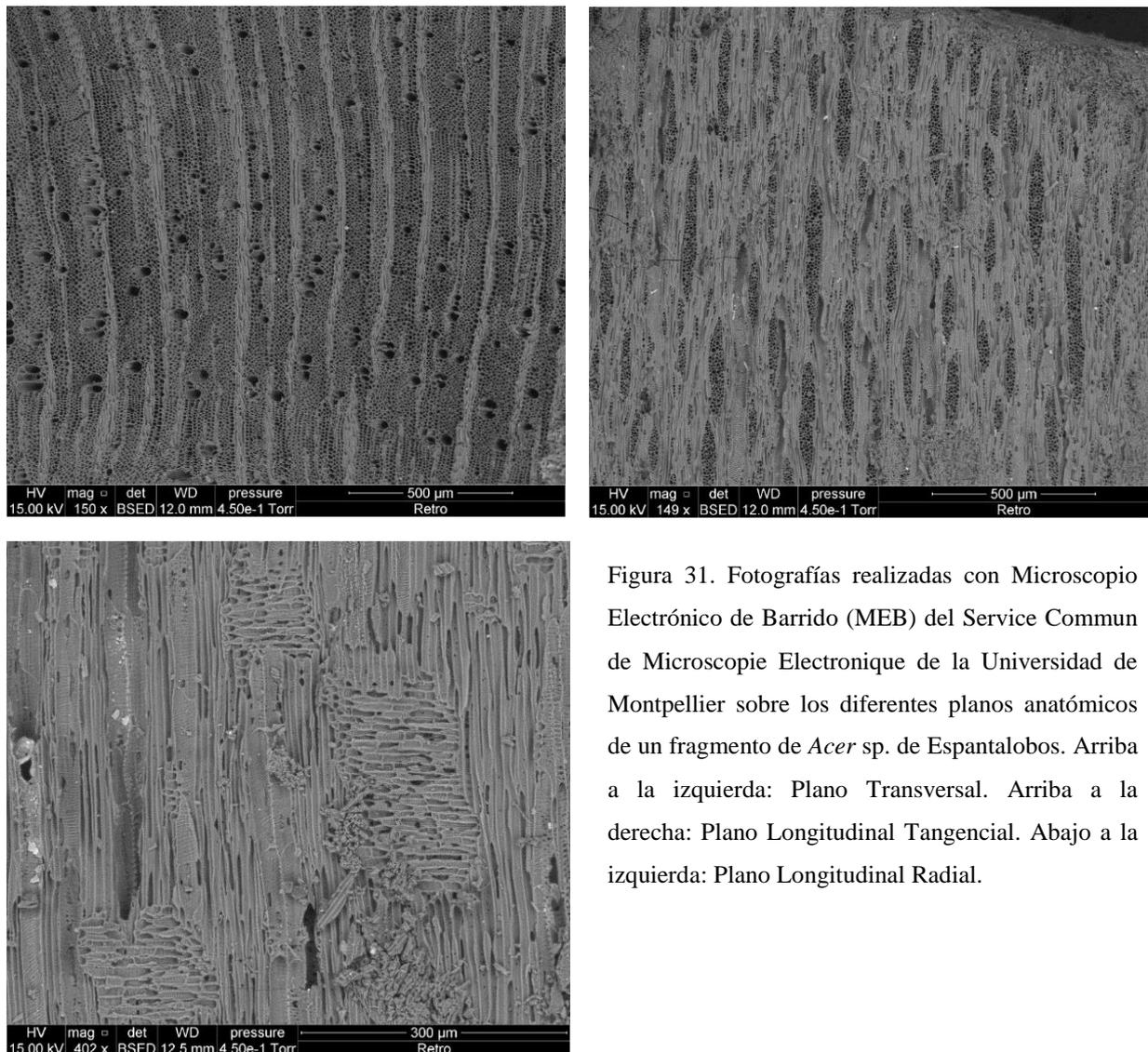


Figura 31. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Acer* sp. de Espantalobos. Arriba a la izquierda: Plano Transversal. Arriba a la derecha: Plano Longitudinal Tangencial. Abajo a la izquierda: Plano Longitudinal Radial.

5.5.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de árboles o arbustos, que alcanzan fácilmente los 8-15 metros de altura pudiendo llegar hasta 30 metros en algunas especies como *A. platanoides*. Las especies ibéricas tienen un carácter caducifolio, la corteza grisácea, y una copa reducida, densa y globosa (Castroviejo, 1986-2012).

Las distintas especies de este género crecen en la Península Ibérica prácticamente hasta los 2000 msnm. *A. campestre* y *A. platanoides* forman parte de la vegetación eurosiberiana, que crece en los Pirineos y el Sistema Ibérico, con una especial relevancia de *A. platanoides* en el Montseny. Crecen en bosques caducifolios, como los

hayedos, avellanares, robledales melojares, castañares, quejigares, abetales, pinares, aparecen especialmente asociados a bosques de ribera y orlas de bosque. Tienen predilección por los suelos frescos y eutrofizados y los ambientes húmedos. *A. campestre* crece sobre todo sobre suelo calizo. Presentan también una predilección por los fondos de barranco en las zonas más bajas.

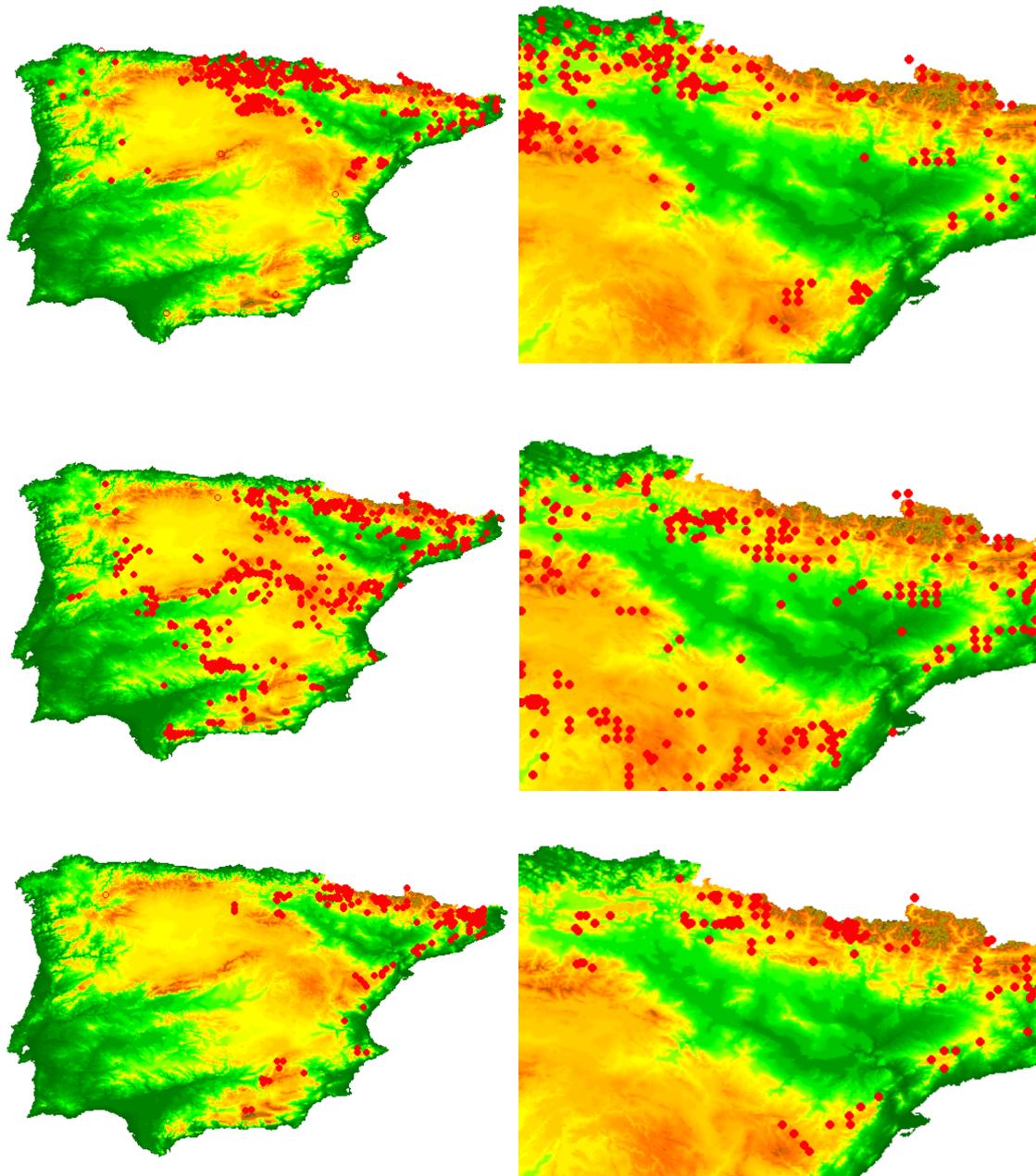


Figura 32. Distribución actual del género *Acer* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Acer campestre* L., *Acer monspessulanum* L. y *Acer opalus* Mill.

A. monpessulanum y *A. opalus*, por su parte, son especies de carácter submediterráneo. Crecen en encinares, quejigares, melojares, y bosques mixtos de caducifolios y de coníferas. *A. monpessulanum* crece en roquedos calizos o barrancos en enclaves abrigados y soleados. Aparecen dispersos por toda la Península Ibérica, especialmente en la mitad oriental salvando la zona noroccidental. En nuestra área de estudio *A. monpessulanum* ocupa las zonas más bajas del Prepirineo y los Somontanos (Villar et al., 2001).

Este género presenta una madera dura, muy apreciada en carpintería y ebanistería, y considerada un combustible de excelente calidad. Las hojas de algunas especies (*A. monpessulanum*, *A. campestre*) se han utilizado como ramón para el ganado, lo que en el caso de *A. monpessulanum* da lugar en ocasiones a formaciones compuestas por ejemplares arbustivos (Castroviejo, 1986-2012).

5.6. ARBUTUS UNEDO

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Ericaceae

GÉNERO: *Arbutus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Arbutus unedo L. (Madroño)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:
Chaves (*) (16).

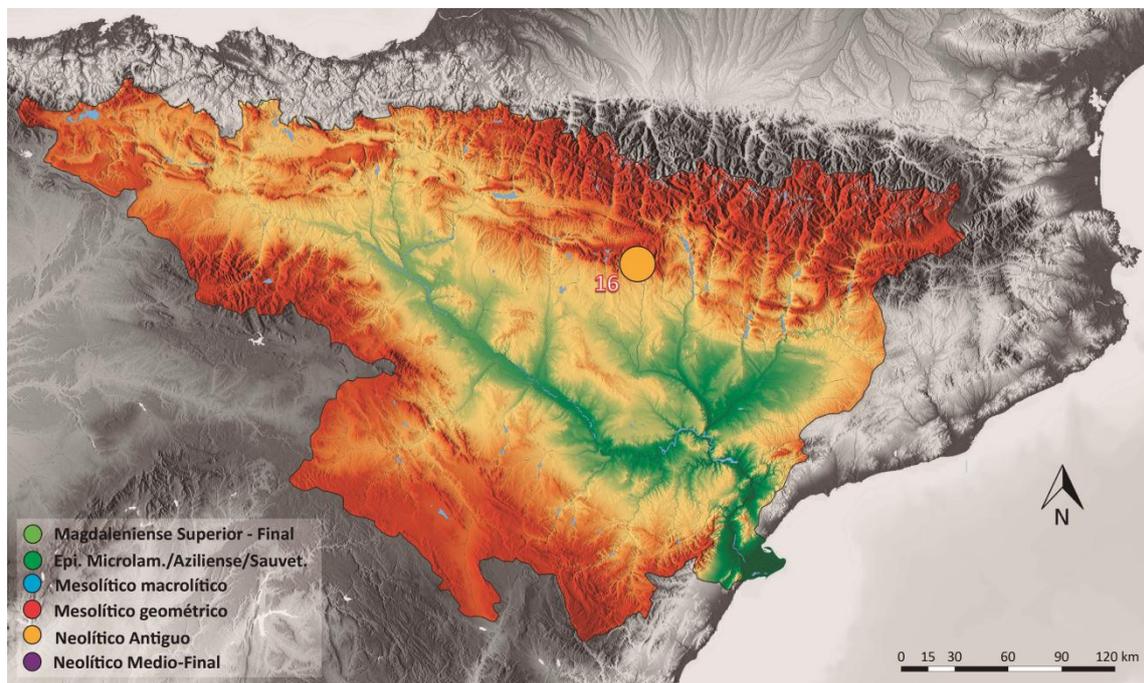


Figura 33. Presencia de *Arbutus unedo* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.6.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa a semiporosa. Poros de redondeados a angulares. Aparecen aislados o en cortas filas radiales o en pequeños grupos, con una densidad variable. Aparecen con cierta frecuencia falsos anillos de crecimiento (Schweingruber, 1990). Límites de los anillos de crecimiento bien visibles. Los poros forman una línea discontinua al comienzo del anillo de crecimiento (Jacquiot et al., 1973) y su talla disminuye regularmente de la madera inicial a la madera final (Vernet et al., 2001). Parénquima difuso, apotraqueal, rara vez paratraqueal.

Plano Longitudinal Tangencial: Radios generalmente bi o triseriados, aunque también son frecuentes los uniseriados y raramente presentan 4 células de anchura, y cortos, entre 5 y 20 células de altura. Tienen aspecto fusiforme.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son heterogéneos, rara vez homogéneos, compuestos por células procumbentes y una o dos filas marginales de células cuadradas y erectas. Los radios uniseriados sólo se componen de células erectas. Perforaciones simples, aunque en los vasos muy pequeños pueden aparecer perforaciones escalariformes de una a 4 barras. Punteaduras intervasculares muy características del género (Ericaceae). Presenta fibrotraqueidas y fibras libriformes. Engrosamientos espiralados espesos en los vasos y fibrotraqueidas.

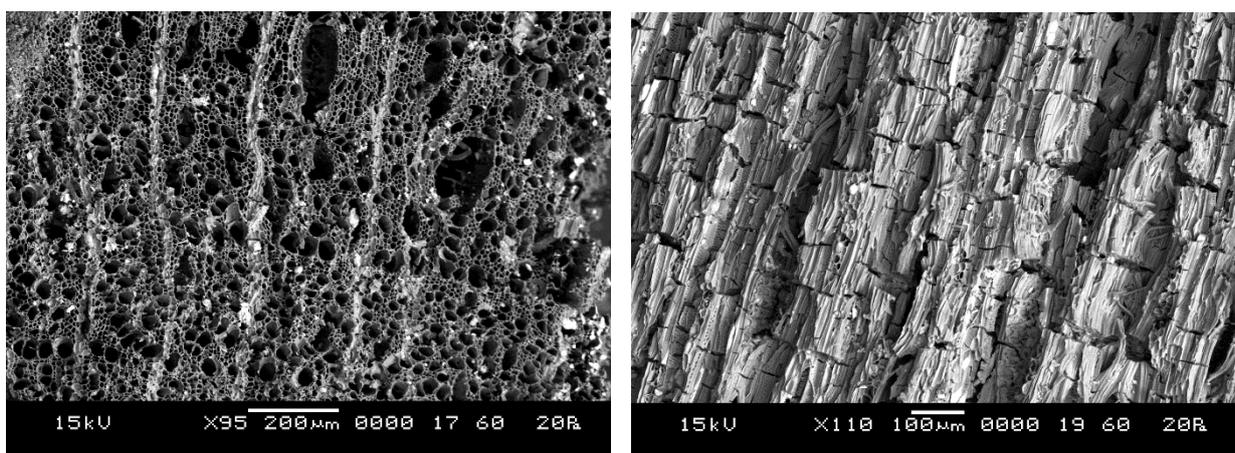


Figura 34. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Arbutus unedo* de Chaves. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

Se trata del único taxón del género Ericaceae que hemos podido determinar a nivel de especie. Los criterios de distinción son muy claros y se repiten en las descripciones dadas por los diferentes autores (Greguss, 1959; Jacquiot et al., 1973; Schweingruber 1990; Vernet et al., 2001; García Esteban et al., 2003).

5.6.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de un arbusto o arbolillo que alcanza en ocasiones 5 o 10 m. De corteza grisácea a pardo-rojiza, follaje laurifolio y esclerófilo, y frutos globosos y tuberculados, rojos en la madurez (Castroviejo, 1986-2012). Se desarrolla entre 340 y 900 msnm, llegando a veces hasta 1200. Se trata de una especie con una enorme versatilidad ambiental que puede formar parte de agrupaciones vegetales muy distintas, desde bosques caducifolios hasta mediterráneos perennifolios. Crece de forma aislada, salpicando formaciones subarborescentes antropizadas o como especie dominante en formaciones arbustivas en el dominio de la carrasca o dentro de los encinares y bosques mixtos de barrancos y desfiladeros fluviales, muchas veces sobre suelos pobres en bases (Villar et al., 2001). Forma parte de la vegetación mediterránea, de la que es una de las especies más relevantes por su importancia ecológica y significación geobotánica, ya que crece salpicando casi toda la Península Ibérica. Es uno de los componentes más típicos de la maquia, matorral arbustivo denso en el sotobosque de cubiertas forestales mixtas con predominio de quercíneas, acompañado de *Quercus coccifera*, *Crataegus monogyna*, *Phillyrea latifolia* y *angustifolia*, *Rhamnus alaternus* y *lycioides*, *Erica arborea* y *lusitanica* y *Viburnum tinus* (Costa et al., 1997). En el Pirineo, forma parte de la asociación *Quercion ilicis* y va acompañado en ocasiones de *Viburnum tinus*, *Phillyrea* y otras especies mediterráneas (Villar et al., 2001). Crece por lo general en suelos ricos en nutrientes y con un pH neutro, degradados en horizontes superficiales por la intensidad de la explotación antrópica en la región mediterránea. Las agrupaciones de madroño son formaciones derivadas de las etapas de sustitución de bosques climácicos de quercíneas, de cuyo sotobosque forma parte. Es reseñable la respuesta de esta especie al fuego, ya que es capaz de rebrotar de cepa tras un incendio cuando las condiciones climáticas le son favorables, siendo capaz de eliminar a sus competidores y dar lugar a manchas monoespecíficas (Costa et al., 1997).

Del madroño se aprovechan tradicionalmente los frutos, las hojas y la madera. Los frutos son comestibles y apropiados para la obtención de licores y aguardientes, además de sus propiedades medicinales. Las hojas, ricas en taninos, se utilizan para curtir y teñir pieles. La madera, aunque no destaca por su calidad como combustible, se utiliza como leña y para la fabricación de utensilios. Es además una planta melífera (Morales, 1995).

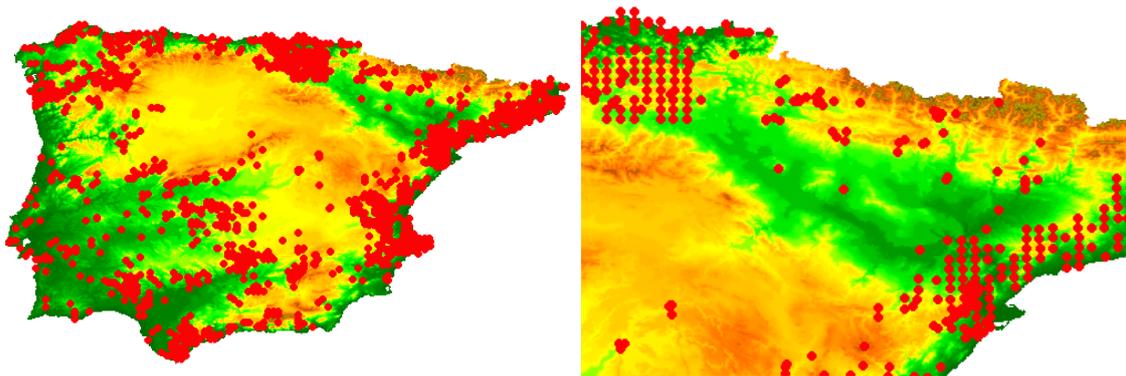


Figura 35. Distribución actual de *Arbutus unedo* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30.

5.7. *BUXUS SEMPERVIRENS*

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Buxaceae

GÉNERO: *Buxus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Buxus sempervirens L. (Boj)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Aizpea (*,**) (8), Balma Margineda (*) (21), Chaves (*) (16), Coro Trasito (*) (17), Espantalobos (*) (15), Forat de la Conqueta (**) (23), Forcas II (**) (19), Freixa del Moro (*) (22), Kampanoste Goikoa (*) (3), Paco Pons (**) (13), Sardo (*) (20), Vidre (*,**) (32).

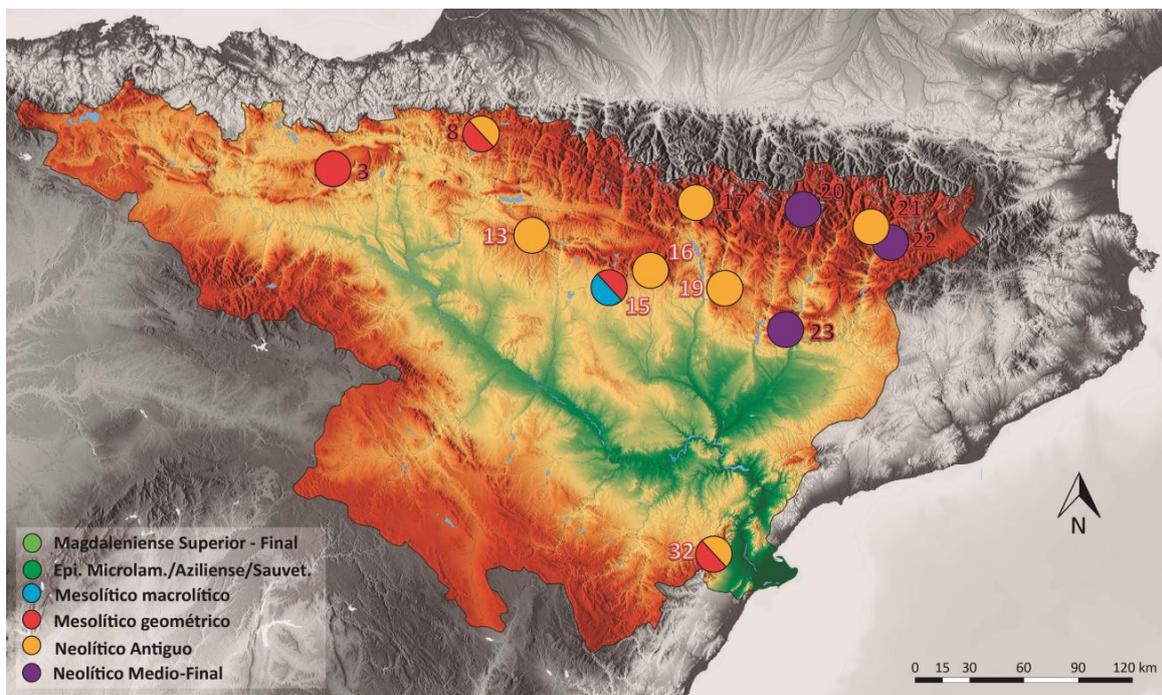


Figura 36. Presencia de *Buxus sempervirens* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.7.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa. Poros pequeños y aislados. Los poros se distribuyen de manera uniforme a lo largo del anillo (Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001) y por lo general son extremadamente numerosos (245 mm^2) (Jacquiot et al., 1973). Parénquima apotraqueal difuso y escaso. Los límites de los anillos de crecimiento no siempre se distinguen. Fibras de paredes espesas.

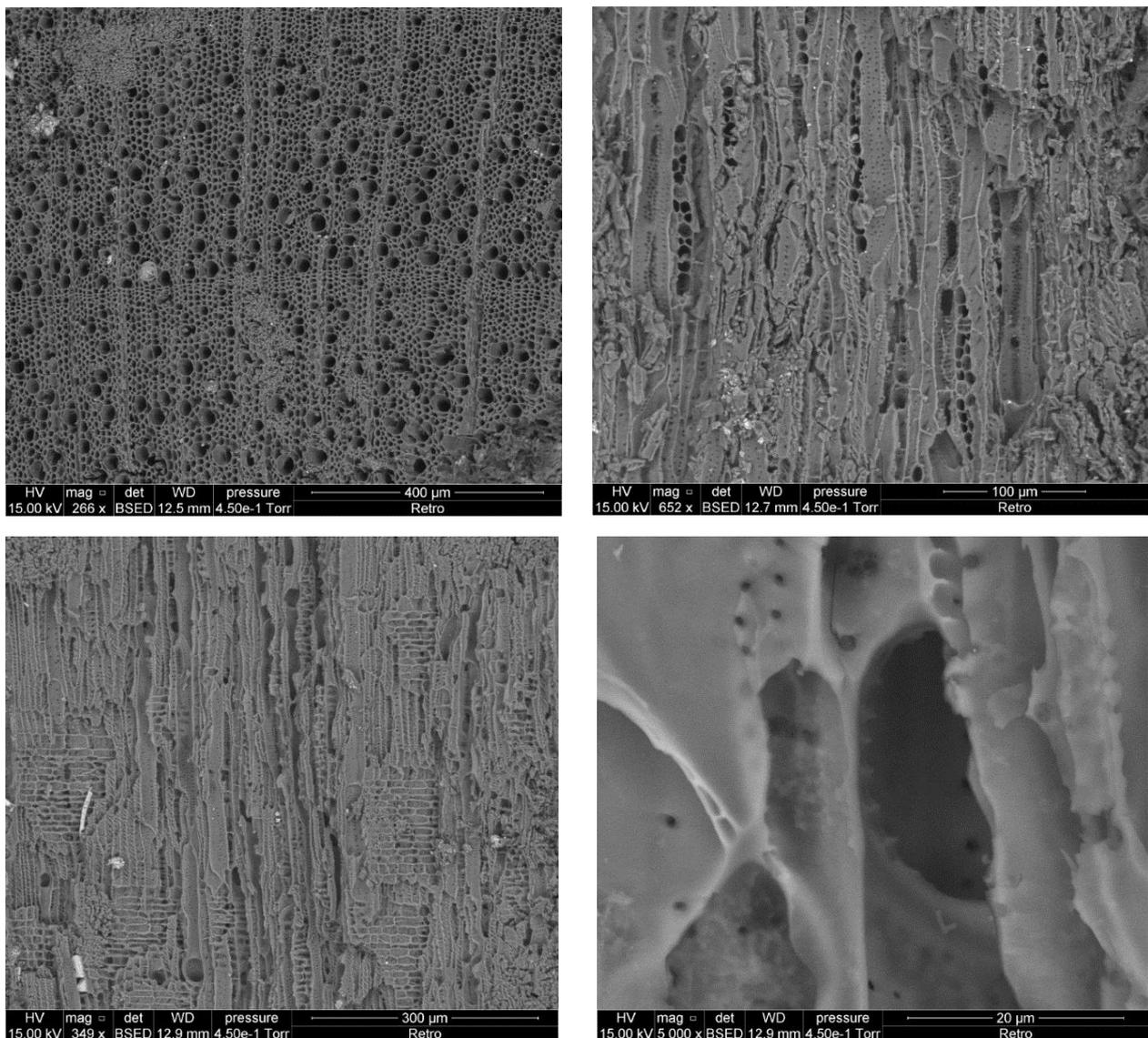


Figura 37. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Buxus sempervirens* de Espantalobos. Arriba a la izquierda: Plano Transversal. Arriba a la derecha: Plano Longitudinal Tangencial. Abajo a la izquierda: Plano Longitudinal Radial. Arriba a la derecha: Detalle de perforación escalariiforme con las barras rotas.

Plano Longitudinal Tangencial: Radios enimentemente biseriados, raramente uni o triseriados, con una altura de entre 6 y 12 células. Las células marginales de los radios son visiblemente más grandes que las de la zona central (Greguss, 1959; Jacquot et al., 1973; Schweingruber, 1990).

Plano Longitudinal Radial: Los radios son heterogéneos de tipo 2 y 3, con de una a 3 filas de células cuadradas marginales. Perforaciones escalariformes de 5 a 10 barras. Presenta sólo fibrotraqueidas. Puntuaciones intervasculares muy pequeñas (Vernet et al., 2001).

No existen criterios de discriminación específica entre las dos especies que componen el género Buxaceae: *Buxus sempervirens* y *Buxus balearica*. Sin embargo, ya que la segunda crece muy alejada de nuestro área de estudio (su distribución actual se circunscribe al archipiélago balear y zonas muy concretas del sur de la Península Ibérica y el norte de África según <http://www.anthos.es/>) nos referiremos a este taxón no como *Buxus* sp. sino como *Buxus sempervirens*, siendo esta la especie más probable.

5.7.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Arbusto o subarbusto que alcanza de 1 a 5 m de altura, muy ramoso y densamente foliado, de corteza resquebrajada y amarillenta (Castroviejo, 1986-2012). Crece entre 400 a 2000 msnm, desde la tierra baja hasta el piso subalpino. Es un arbusto calcícola y que se adapta bien a los climas irregulares, de matiz continental. Forma parte del sotobosque y la orla de algunos hayedos, quejigares, robledales, pinares y carrascales, en formaciones como *Buxo-Quercetum*, *Buxo-Pinetum*, *Buxo-Fagetum*, *Quercu-Fagetea*, *Quercion ilicis* o *Quercion pubescenti-petraeae*. También en formaciones riparias y roquedos. Puede dar lugar a poblaciones casi monoespecíficas en matorrales de sustitución de bosques caducifolios o de coníferas. Crece preferentemente en substratos pedregosos básicos o sobre esquistos y granitos. Pertenece al dominio de la vegetación submediterránea y aparece dispersa por casi toda la Península Ibérica, aunque es especialmente abundante en el Pirineo calizo (Villar et al., 2001).

La madera de boj es muy apreciada en ebanistería y para la fabricación de objetos. Las hojas y la corteza son tóxicas aunque se han utilizado con fines medicinales.

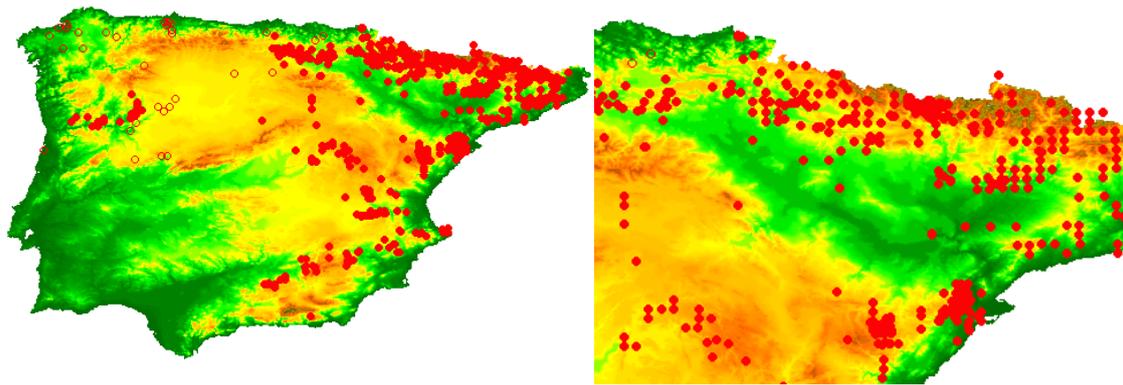


Figura 38. Distribución actual de *Buxus sempervirens* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30.

5.8. *CORYLUS AVELLANA*

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Betulaceae

GÉNERO: *Corylus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Corylus avellana L. (Avellano)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Aizpea (*) (8), Artusia (*) (9), Atxoste (*) (1), Balma Margineda (*,**) (21), Coro Trasito (*) (17), Forcas I (**) (18), Forcas II (**) (19), Freixa del Moro (*) (22), Kampanoste Goikoa (*,**) (3), Legunova (**) (11), Los Husos I (*) (5), Los Husos II (*,**) (4), Peña Larga (**) (6), Sardo (*) (20).

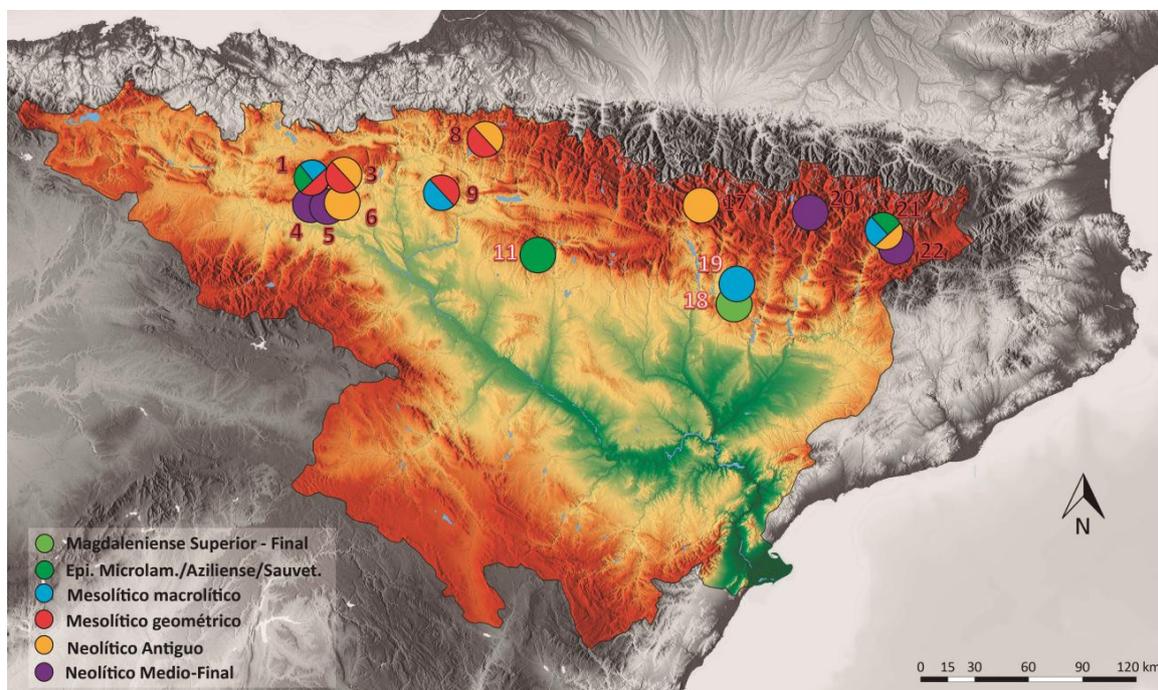


Figura 39. Presencia de *Corylus avellana* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.8.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa, en ocasiones ligeramente semiporosa. Grandes agrupaciones de poros en grupos radiales o filas radiales sinuosas u oblicuas, aislados o agrupados por 2 a 10, muy numerosos sobre todo en la madera inicial. Poros de sección poligonal y pequeño diámetro (25-50 μ). Límites de los anillos de crecimiento ondulados. A veces presenta falsos anillos de crecimiento. Parénquima poco abundante, apotraqueal difuso, rara vez en pequeños grupos. Presenta frecuentemente radios agregados (Jaquiot et al., 1973; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

Plano Longitudinal Tangencial: Radios uniseriados y agregados que dan lugar a radios bi o triseriados. Altura de los radios de 10 a 25 células, llegando en ocasiones hasta 40. Puntuaciones intervasculares grandes, numerosas y elípticas (Jaquiot et al., 1973; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

Plano Longitudinal Radial: Radios generalmente heterogéneos, con una o 2 filas de células cuadradas o erectas marginales, o rara vez homogéneos. Perforaciones escalariformes con un máximo de 5 a 10 barras anchas. Los engrosamientos espiralados finos son frecuentes en los extremos de los vasos. Principalmente fibras libriformes, fibro-traqueidas poco frecuentes (Greguss, 1959; Jaquiot et al., 1973; Schweingruber, 1990).

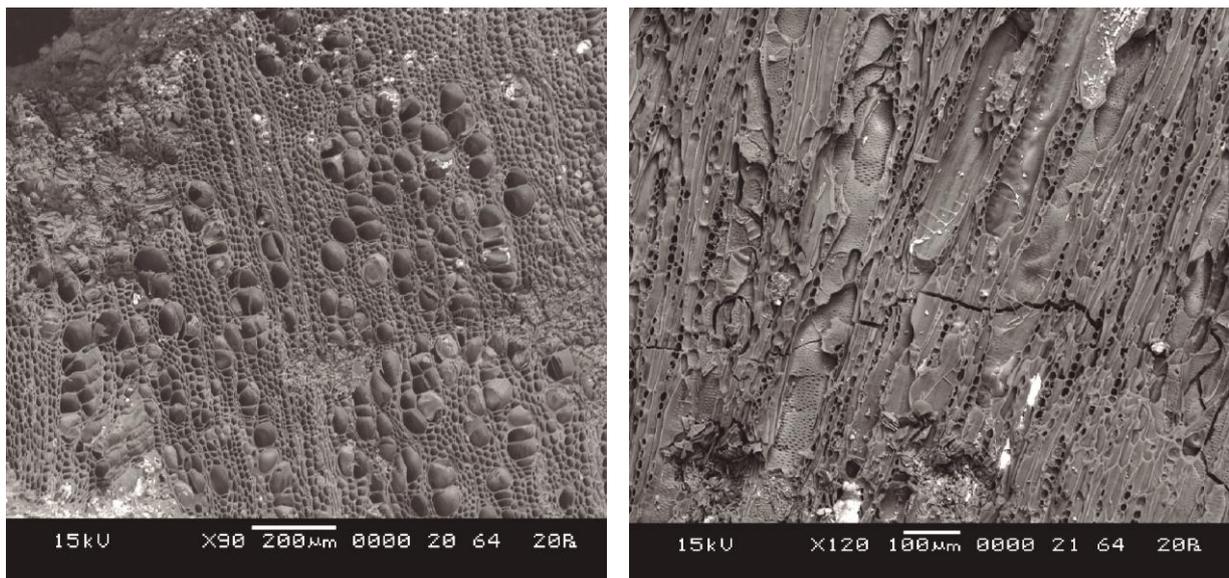


Figura 40. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Corylus avellana* de Forcas II. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

5.8.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se discute el carácter arbóreo de este taxón (Costa et al., 1997), considerado en general como arbusto o arbolillo que alcanza hasta 10 m de altura, ya que su estructura se compone de varios ejes que surgen simultáneamente de una cepa basal, con copa poco densa e irregular (Castroviejo, 1986-2012). Crece entre los 600 y 1500 msnm, en valles y barrancos, generalmente en sitios umbríos y frescos, en bosques de ribera y orlas y claros de bosques caducifolios. Aparece aislado o formando bosquetes. Pertenece a la vegetación eurosiberiana, se distribuye en la mitad norte peninsular y es común en el Pirineo y Prepirineo y el Sistema Ibérico, no así en los Somontanos (Villar et al., 2001). En la vertiente meridional del Pirineo central las avellanadas sustituyen al hayedo dado el matiz continental que adquiere el clima (Costa et al., 1997).

Sus frutos, las avellanas, son comestibles y muy nutritivos, y de ellos se puede extraer aceite. La corteza es astringente y las hojas y ramitas tienen propiedades vasoconstrictoras. Sus varas, finas y flexibles, son muy apreciadas para diferentes usos. Muy apreciadas por los pastores, son también ideales como vástagos para flechas, y como varillas para para la obtención de fuego por fricción. Su corteza flexible ha sido utilizada para cestería, tejidos y cordajes (Villar, 1997).

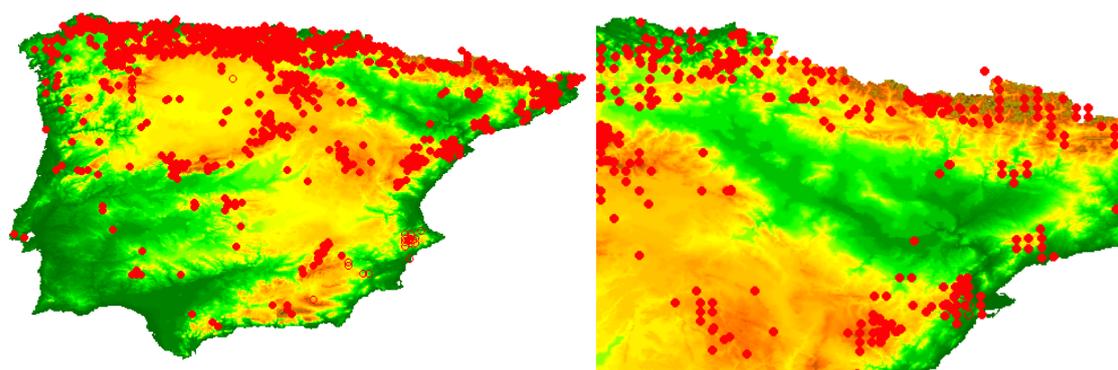


Figura 41. Distribución actual de *Corylus avellana* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30.

5.9. ERICACEAE

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Ericaceae

GÉNERO: -

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Erica multiflora L. (Brezo)

Erica vagans L. (Brezo divagante)

Calluna vulgaris (L.) Hull (Brecina)

Arctostaphylos uva-ursi (L.) Spreng. (Gayuba, Uva de oso)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Atxoste (*) (1), Barranc d'en Fabra (**) (31), Los Husos II (**) (4), Paco Pons (**) (13), Peña Larga (*) (6), Vidre (*) (32).

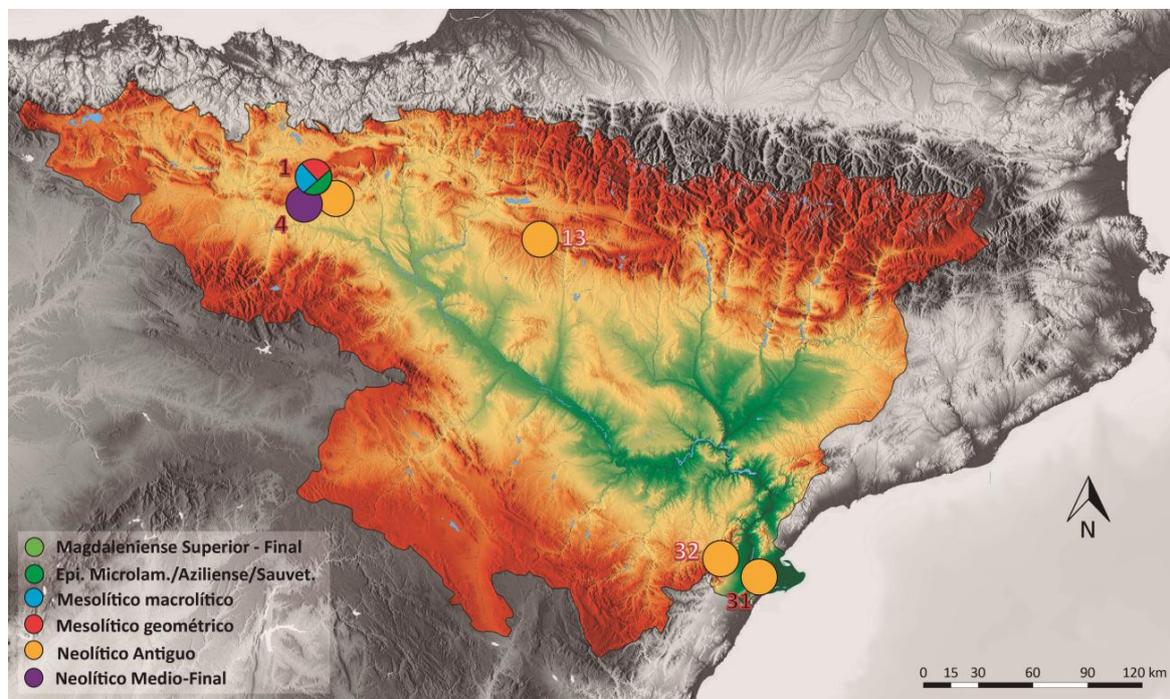


Figura 42. Presencia de Ericaceae en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.9.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa a semiporosa. Poros abundantes, aislados o en pequeños grupos. Límites de los anillos de crecimiento bien distintos, marcados por una o 2 filas de traqueidas de paredes gruesas. Parénquima apotraqueal difuso, a veces abundante.

Plano Longitudinal Tangencial: Presentan radios de dos tipos, unos uniseriados, de una a 5-6-8 células de altura, con células alargadas; y otros multiseriados, de 2-3 a 4-5-8 células de anchura y hasta 25 células de altura o más en el caso de algunas especies como *Rhododendron ferrugineum*, con células redondeadas (Schweingruber, 1990).

Plano Longitudinal Radial: Los radios uniseriados se componen exclusivamente de células cuadradas y erectas. Los radios multiseriados son heterogéneos, con de una a 2-3 filas de células cuadradas o erectas marginales. Perforaciones simples. Algunas especies presentan, rara vez, perforaciones escalariformes con una o 2 barras como *Calluna vulgaris* o *Arctostaphylos uva-ursi*, hasta 5 barras, como *Erica tetralix*, o hasta 10 barras como *Rhododendron ferrugineum* o *Vaccinium myrtillus*. Fibrotraqueidas. Algunas especies, como *Arctostaphylos uva-ursi* presentan finos engrosamientos espiralados en algunos vasos (Schweingruber, 1990).

En nuestro material de estudio, este taxón se ha identificado siempre en ramitas de pequeño tamaño en las que sólo han podido ser identificados algunos de los elementos característicos de esta familia, que no nos han permitido adscribirlos con total seguridad a alguna de sus múltiples especies o géneros que crecen en nuestro área de estudio. Por ello, excepto en el caso de *Arbutus unedo*, que ha podido ser claramente diferenciado, hemos preferido agrupar el resto de fragmentos determinados como pertenecientes a esta familia bajo el taxón Ericaceae según los caracteres propuestos por Greguss, 1959, Schweingruber, 1990, Vernet et al., 2001 y García Esteban et al., 2003.

5.9.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Las ericáceas tienen por lo general un porte arbustivo y carácter colonizador de espacios degradados y amortizados, por lo que su distribución actual está muy ligada a la intervención antrópica. Algunas, como *Calluna vulgaris* o el género *Erica*, en el que destacan *E. multiflora*, con un importante núcleo en el bajo Ebro, y *E. vagans*, por su presencia en el Pirineo y Prepirineo occidentales, son bastante exigentes con el sustrato, ya que se trata de plantas calcífugas. Otras como *Arctostaphylos uva-ursi*, abundantemente distribuida en el valle del Ebro, prefieren los sustratos calizos, evitando los silíceos. Todas las especies descritas crecen por lo general en matorrales derivados de la degradación de pinares, carrascales, quejigares o hayedos, dependiendo de la altitud, por lo general acompañadas de diferentes especies de leguminosas (Fabaceae/Leguminosae). Son las plantas calcífugas por excelencia.

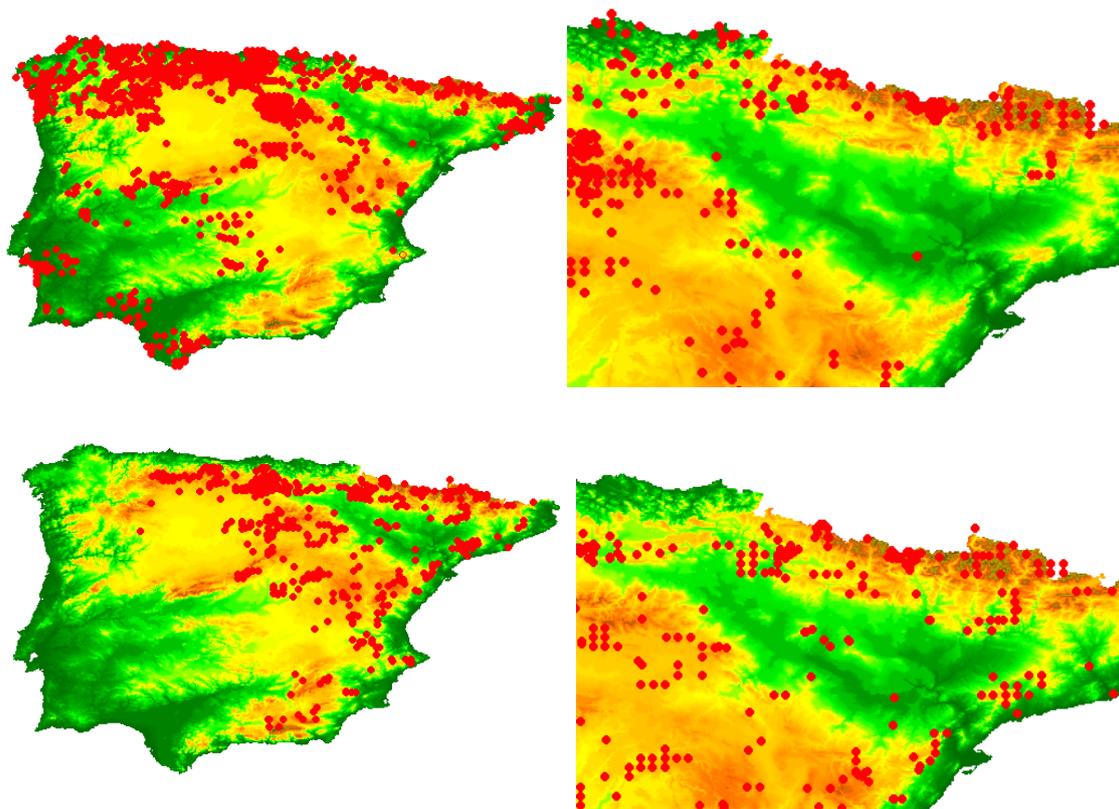


Figura 43. Distribución actual de la familia Ericaceae en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Erica multiflora* L. y *Erica vagans* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull y *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.

5.10. *FAGUS SYLVATICA*

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Fagaceae

GÉNERO: *Fagus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Fagus sylvatica L. (Haya)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio:
Mendandía (*,**) (2), Los Husos (*) (4), Vidre (*) (32).

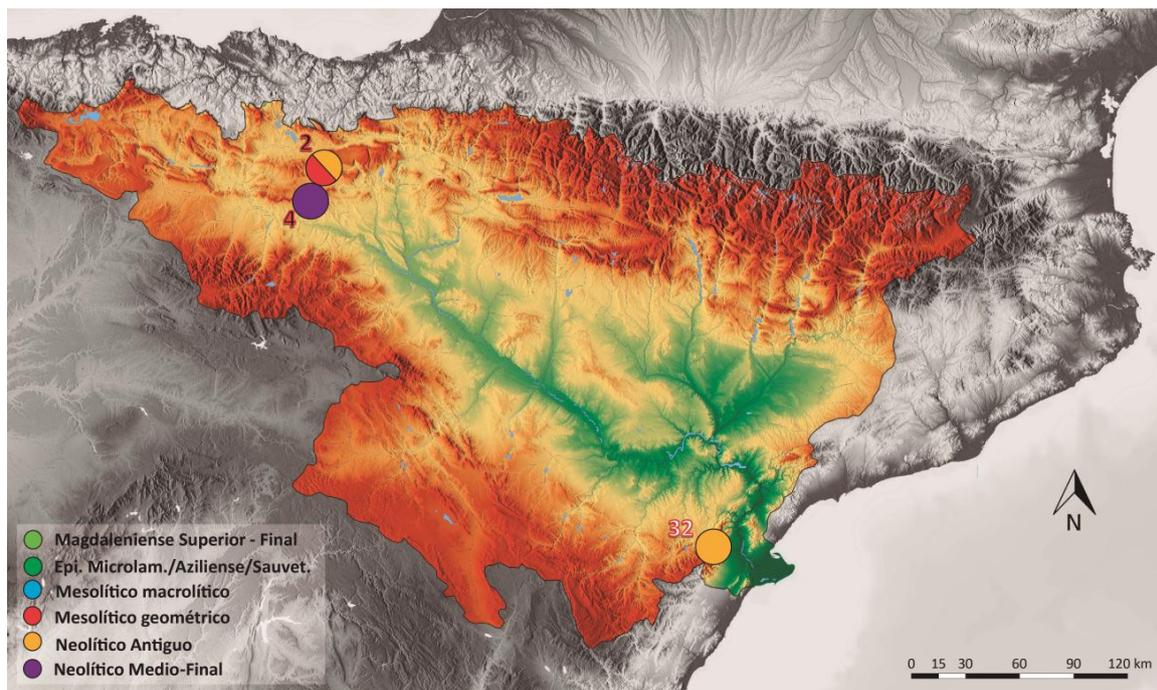


Figura 44. Presencia de *Fagus sylvatica* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio.

5.10.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera porosa a semiporosa. Los poros son numerosos en la madera inicial decreciendo en la madera final y aparecen agrupados en la madera inicial y aislados en la madera final. En ocasiones aparecen tñlides en los poros de la madera inicial. Fibras de paredes gruesas. Parénquima apotraqueal difuso, a veces presenta agregados tangenciales u oblicuos. Los radios generalmente son muy anchos, distendidos a lo largo de los anillos de crecimiento. Los límites de los anillos de crecimiento parecen mostrar en ocasiones una morfología accidentada entre los anchos radios (Jaquiot et al., 1973; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son uniseriados a multiseriados, alcanzando hasta 20-30 células de anchura. La altura de los radios varía entre las 2 y 20 células en el caso de los uniseriados y las 30 y 80 células de altura en el caso de los multiseriados, pudiendo alcanzar hasta los 4-5 mm de altura en algunos casos (Jaquiot et al., 1973; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

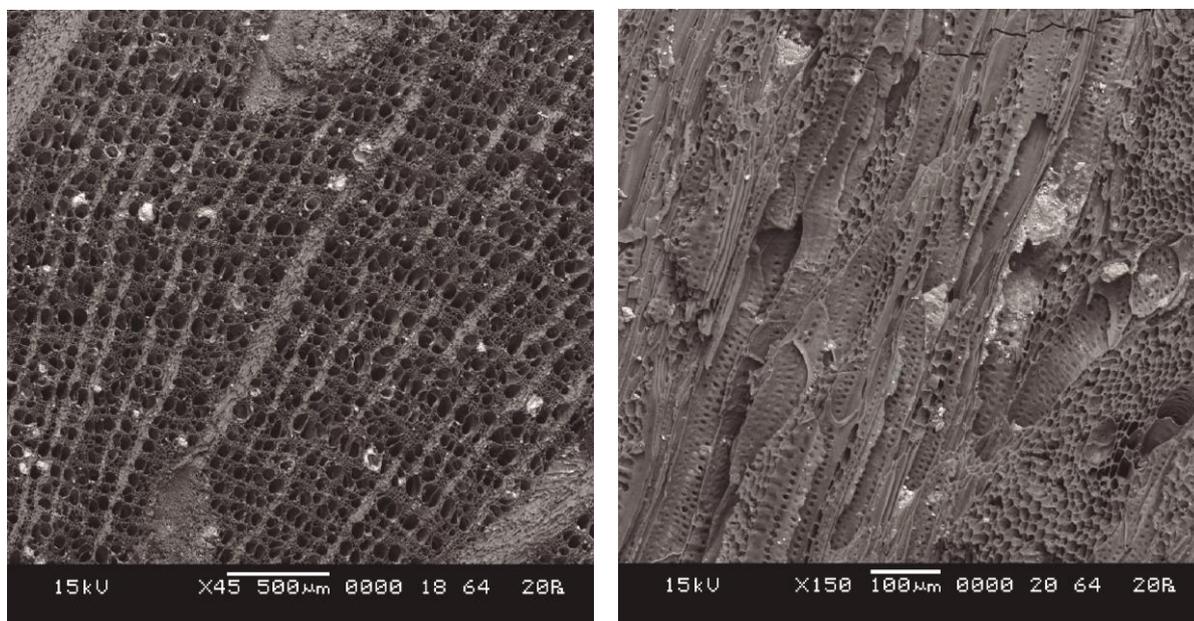


Figura 45. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación cd la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Fagus sylvatica* de la Cova del Vidre. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son homogéneos, rara vez ligeramente heterogéneos de tipo 1, con algunas células cuadradas marginales. Perforaciones simples generalmente, aunque a veces pueden ser escalariformes de hasta 20 barras, con todas las formas de transición entre ambas. Tejido compuesto por fibro-traqueidas (Jaquiot et al., 1973; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

5.10.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

El haya es un árbol alto y esbelto, que alcanza hasta 40 m de altura, con una copa amplia y muy ramificada y un tronco derecho y con corteza gris clara (Castroviejo, 1986-2012). Crece desde 900 hasta 2000 msnm, en fondos de valles en climas frescos y húmedos y en laderas húmedas y sombrías formando selvas que constituyen los bosques más característicos de la Iberia húmeda (Costa et al., 1997). Crece sobre suelos profundos y frescos y aunque es indiferente al substrato prefiere los suelos calizos (Castroviejo, 1986-2012). Forma parte de la vegetación eurosiberiana y se distribuye por la mitad norte peninsular. En el Pirineo se restringe a las zonas más altas y las umbrías prepirenaicas, donde se mezcla con el abeto y el pino albar y roza los quejigales (Villar et al., 2001). En el Macizo dels Ports, entre el Sistema Ibérico y el sistema Mediterráneo catalán, se encuentran los hayedos más meridionales de la Península Ibérica que sobreviven en las zonas más húmedas. La densidad del estrato arbóreo de los hayedos, casi monoespecífico, provoca una casi total ausencia de sotobosque (Costa et al., 1997), aunque los hayedos submediterráneos presentan una relevante presencia de boj (Villar et al., 2001).

Crece en lugares con una escasa oscilación térmica, que no supere los 15 o 25°C, tiene una gran resistencia al frío en el período de reposo vegetativo pero es extremadamente sensible a las heladas tardías. Es muy tolerante en cuanto a la luz incidente, siendo el árbol caducifolio europeo que puede vivir con menor luminosidad, lo que la convierte en una especie muy competitiva. En la Península Ibérica crece en zonas con una precipitación elevada, por encima de los 900 o 1000 mm anuales. Un balance hídrico positivo es fundamental para el funcionamiento del hayedo, por lo que presenta problemas en los climas submediterráneos. Son muy tolerantes en cuanto al sustrato geológico, aunque prefieren siempre suelos fértiles y profundos (Costa et al., 1997).

De los frutos del haya, lo hayucos, se extrae aceite para usos culinarios. Maduran en septiembre u octubre, y tienen un gran valor alimenticio y calórico y un sabor parecido a las bellotas dulces, por lo que son muy apreciados por la fauna silvestre (Costa et al., 1997). De la destilación de la madera se obtiene la brea de haya, utilizada entre otras cosas para combatir la tuberculosis (Castroviejo, 1986-2012). Su madera es apreciada como leña y para la fabricación de carbón (Villar et al., 2001).

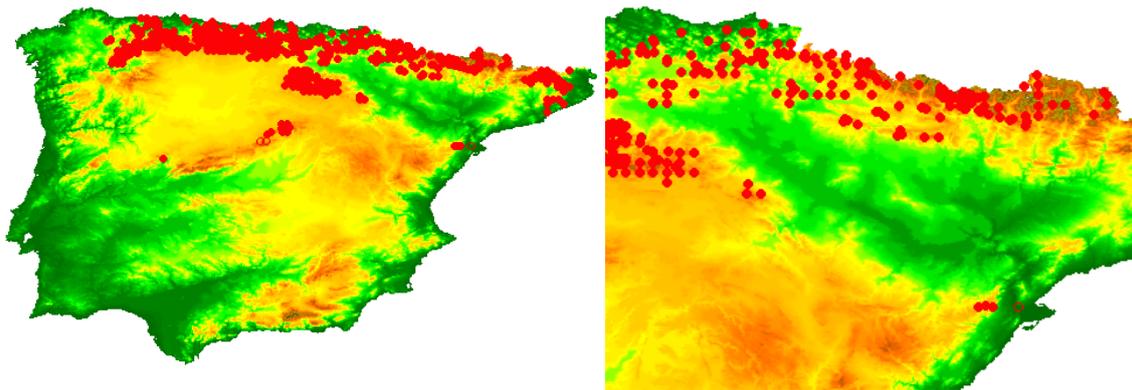


Figura 46. Distribución actual de *Fagus sylvatica* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30.

5.11. *FRAXINUS* SP.

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Oleaceae

GÉNERO: *Fraxinus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Fraxinus angustifolia Vahl. (Fresno de hoja estrecha)

Fraxinus excelsior L. (Fresno de hoja ancha)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio:

Aizpea (**) (8), Artusia (*,**) (9), Auvelles (*) (25), Balma Margineda (*) (25), Espantalobos (*) (15), Esplugón (*) (14), Fem (*,**) (29), Feixa del Moro (*) (22), Los Husos II (*) (4), Mendandia (*) (2), Sardo (*) (20).

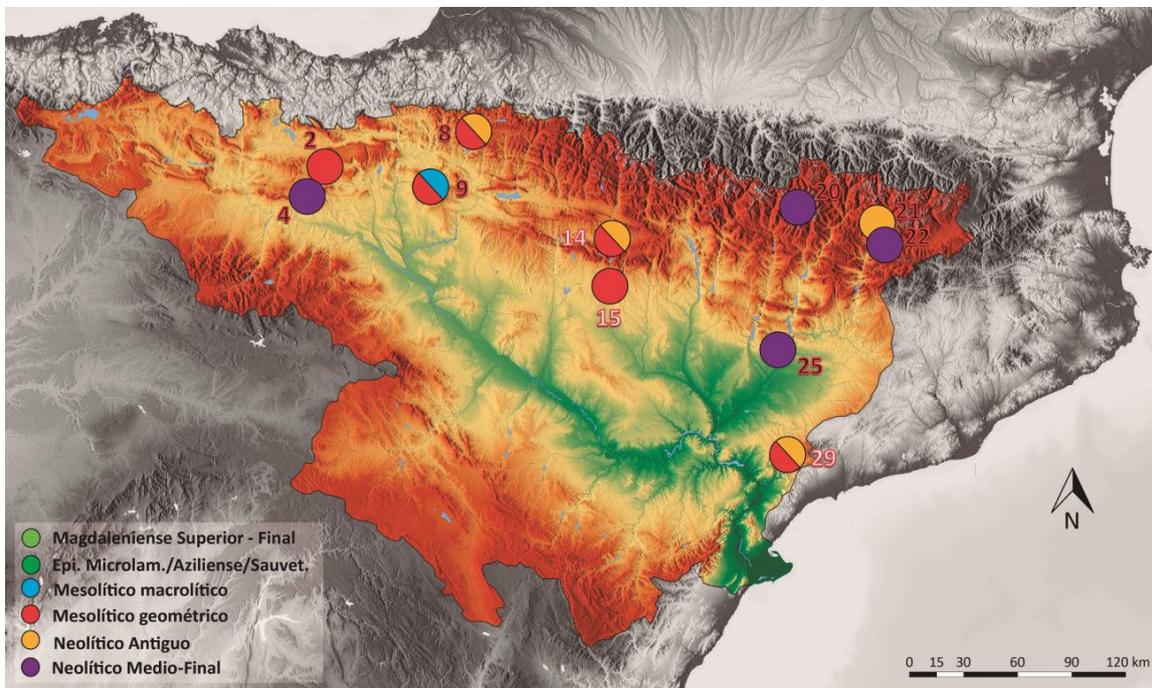


Figura 47. Presencia de *Fraxinus* sp. en el valle del Ebro entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio

5.11.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera porosa. Poros apretados, aislados o agrupados de 1 a 4 en la madera inicial y aislados o en cortas filas radiales o pequeños grupos en la madera final. Gran diferencia de tamaño en el diámetro de los poros entre la madera inicial (250-350 μ) y la final (50 μ). Parénquima paratraqueal vasicéntrico, circunvascular o en bandas tangenciales.

Plano Longitudinal Tangencial: Radios de 1 a 5 células de anchura, aunque los más frecuentes son bi o triseriados hasta 20 células de altura.

Plano Longitudinal Radial: Radios fundamentalmente homogéneos, o heterogéneos de tipo 1. Perforaciones simples. Fibras libriformes (Greguss, 1959; Jacquot et al., 1973; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

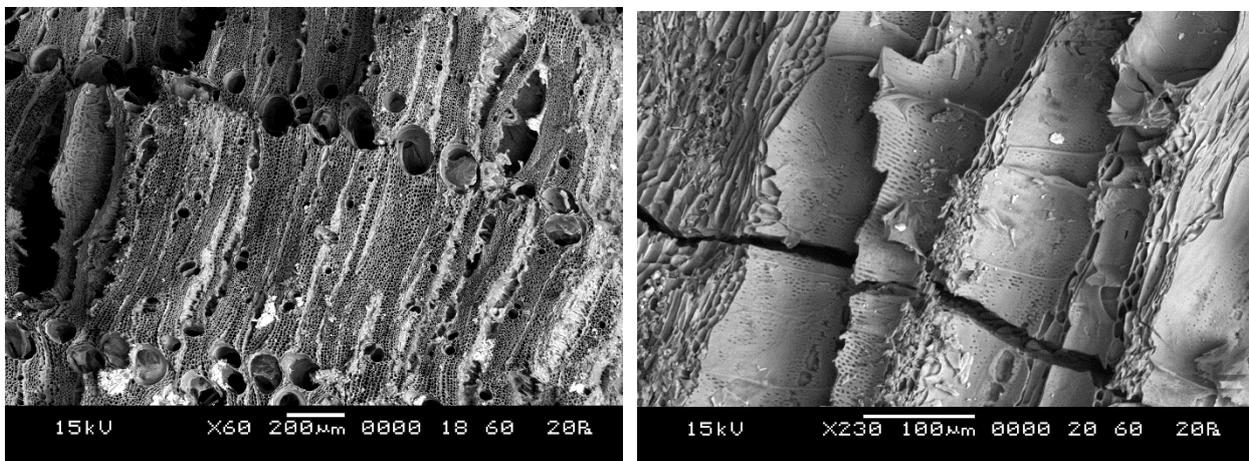


Figura 48. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Fraxinus* sp. de Fem. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

5.11.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de árboles caducifolios, de corteza lisa, agrietada y grisácea. *F. angustifolia* alcanzan 15 o 25 m de altura y *F. excelsior* 40 o 45 m (Castroviejo, 1986-2012). Crecen en los sotos, bordes de cursos de agua, fondos de barrancos, bosques húmedos caducifolios y bosques mixtos, en suelos profundos y frescos. *F. excelsior* alcanza las condiciones óptimas para su desarrollo entre 900 y 1500 msnm. A menor altitud es sustituido por *F. angustifolia*, menos resistente al frío, que se desarrolla entre los 340 y 900 msnm. *F. excelsior* forma parte de la vegetación eurosiberiana y su área de distribución se restringe al N peninsular, mientras que *F. angustifolia* tiene un carácter plurirregional, apareciendo dispersa por toda la Península Ibérica. *F. excelsior* es abundante en el Pirineo y *F. angustifolia* en el Prepirineo, donde *F. excelsior* se refugia en umbrías o bordes de los ríos (Villar et al., 2001). Forman parte de la vegetación de ribera junto a especies como el sauce, el chopo o el álamo. A veces aparece en asociaciones como *Quercus-Fagetea*, *Fraxino-Carpinion*, *Brachypodio-Fraxinetum excelsioris*, etc. El fresno tiene un gran valor forrajero debido a sus hojas tiernas.

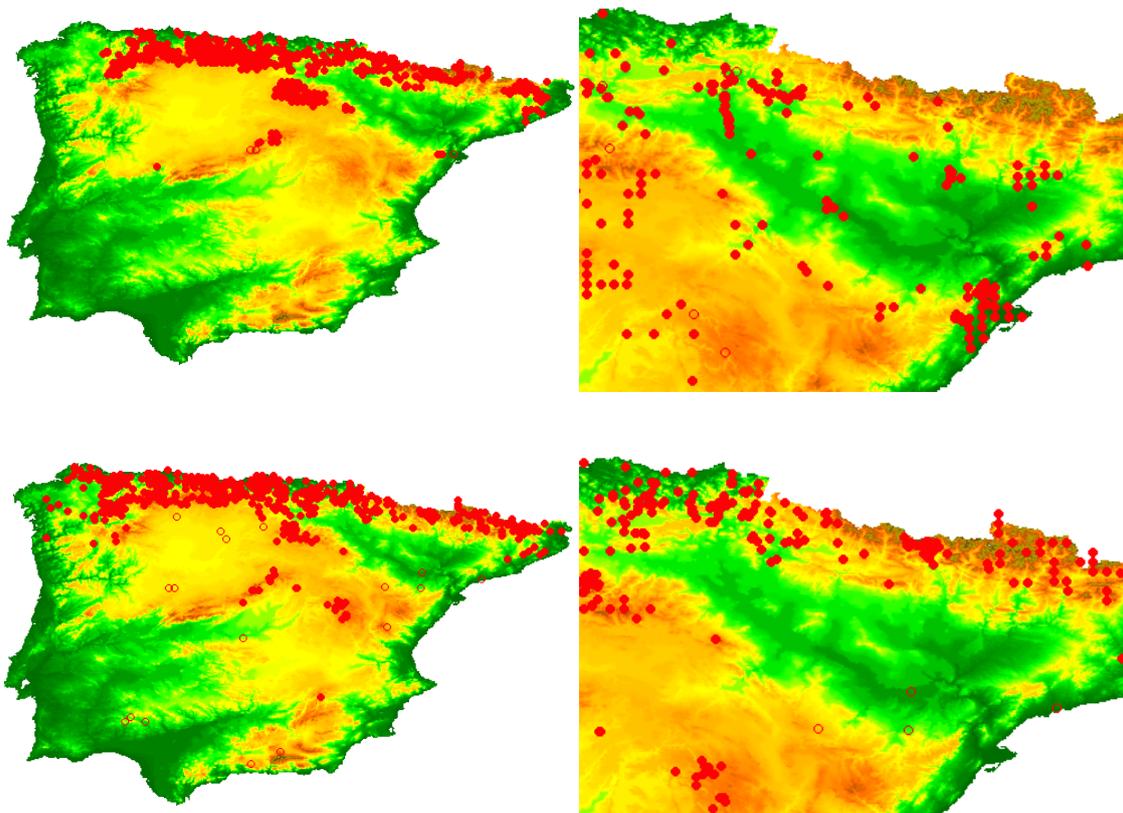


Figura 49. Distribución actual del género *Fraxinus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba abajo: *Fraxinus angustifolia* Vahl. y *Fraxinus excelsior* L.

5.12. ILEX AQUIFOLIUM

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Aquifoliaceae

GÉNERO: *Ilex*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Ilex aquifolium L. (Acebo)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Balma Margineda (*) (21), Coro Trasito (*) (17), Fem (*) (29).

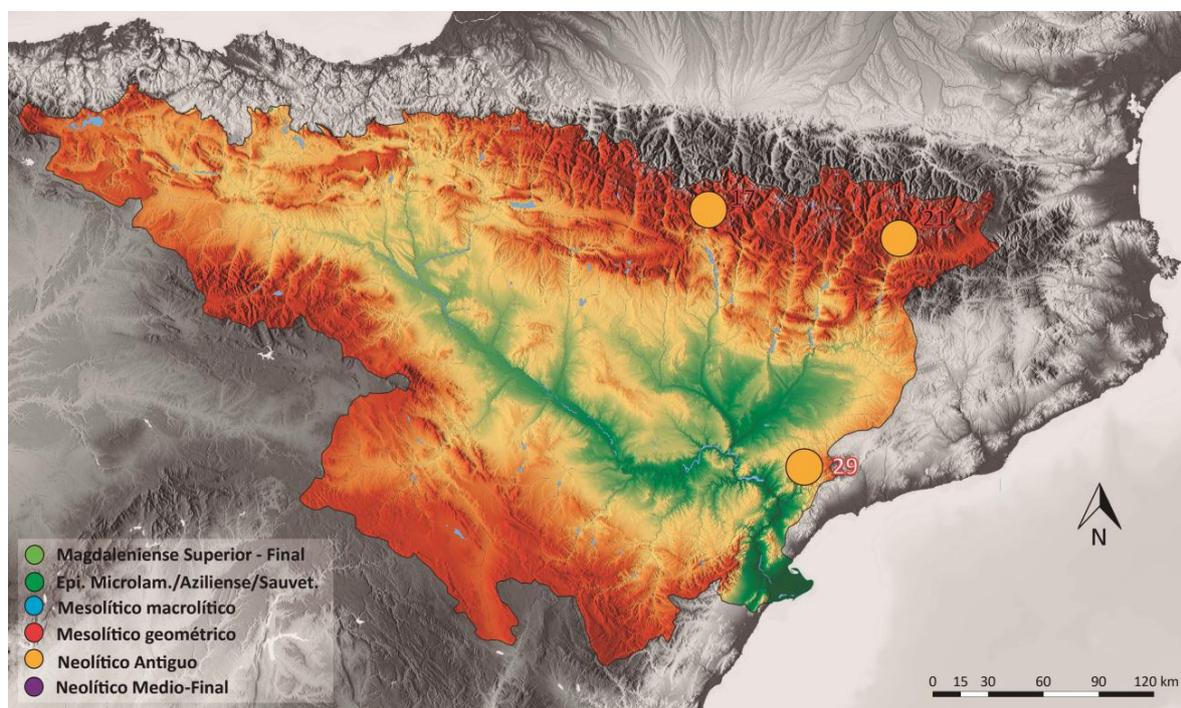


Figura 50. Presencia de *Ilex aquifolium* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.12.1. DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

Plano Transversal: Madera difusa. Poros pequeños, de diámetro inferior a $40\ \mu$, de sección poligonal, numerosos, a veces difíciles de distinguir del tejido fibroso, agrupados en largas filas radiales de hasta 15 poros. Parénquima difuso apotraqueal, paratraqueal y juxtavascular. Límite de los anillos de crecimiento poco visible.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios con de 2 tipos, uniseriados, de hasta 10 o 12 células de altura, y multiseriados, de 3-4 a 7-8 células de anchura, y con una altura de hasta 50 células y a veces superior a los 3 mm.

Plano Longitudinal Radial: Radios uniseriados homogéneos, compuestos exclusivamente de células erectas y radios multiseriados heterogéneos, de tipo 2 y 3, compuestos por células cuadradas con varias filas de células erectas marginales. Perforaciones escalariformes de 12-15 a 20-30 barras, rara vez hasta 30. Tejido compuesto por fibro-traqueidas. Engrosamientos espiralados gruesos en los vasos y las fibro-traqueidas (Greguss, 1959; Jacquot et al., 1973; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

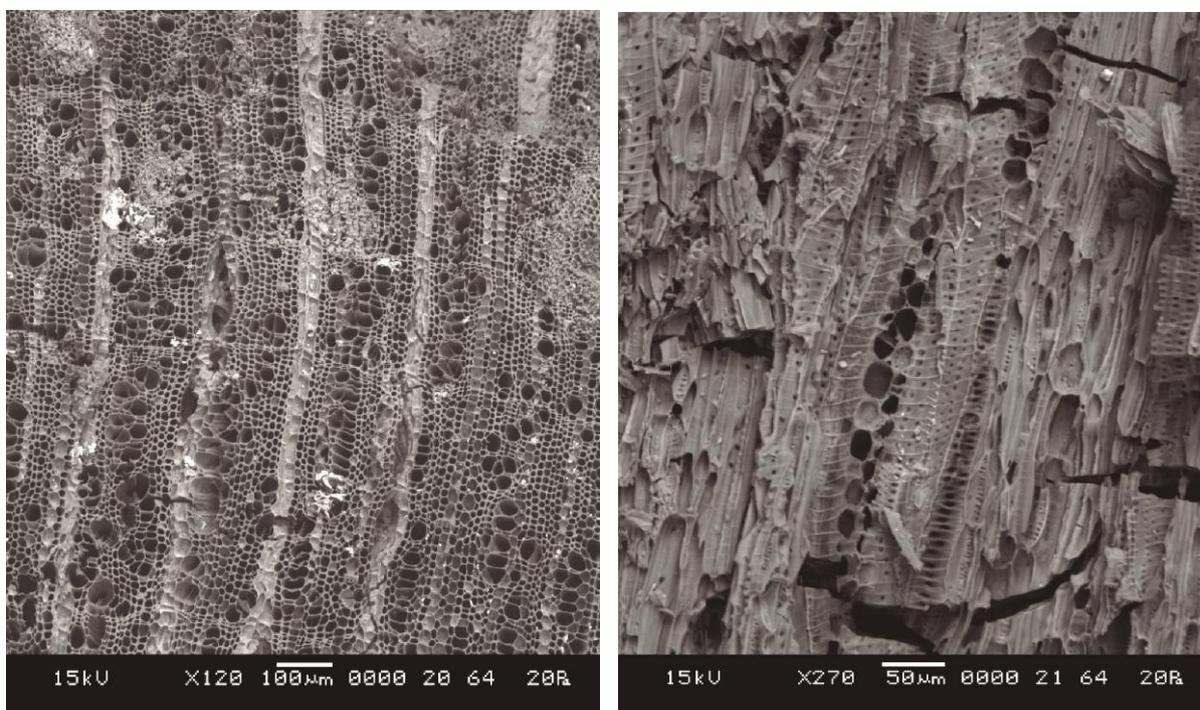


Figura 51. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Ilex aquifolium* de Covas del Fem. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

5.12.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se puede tratar de un árbol o un arbusto de 1 a 12 m de altura, con corteza lisa y grisácea, copa muy densa y ramosa, hojas rígidas de color verde oscuro brillante por el haz y verde-amarillo mate por el envés y frutos globosos de color escarlata (Castroviejo, 1986-2012). El acebo forma parte del estrato arbustivo de hayedos, abetales, quejigares, robledales, pinares de pino silvestre, melojares, castañares, alisedas y con menos frecuencia en encinares, piornales y bojadas. Germina y se desarrolla bien a la sombra de otras especies (Costa et al., 1997). A veces da lugar a formaciones secundarias, muy densas, llamadas acebedas. Se refugia en las umbrías, fondos de barrancos y hoces. Prefiere substratos silíceos o descarbonatados, ácidos, y suelos húmedos con cierta profundidad. Crece entre 700 y 1600 msnm. Forma parte de la vegetación eurosiberiana y se distribuye principalmente por la mitad septentrional de la Península Ibérica (Villar et al., 2001).

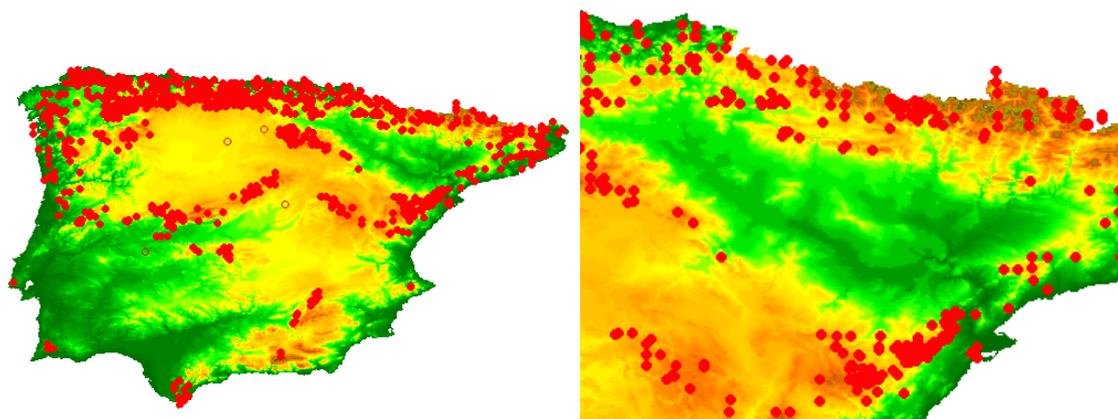


Figura 52. Distribución actual de *Ilex aquifolium* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30.

La madera del acebo es muy apreciada en ebanistería. Sus hojas se han utilizado con fines medicinales por sus propiedades diuréticas y laxantes y los frutos como purgantes, aunque son tóxicos. En la actualidad se trata de una planta protegida (Castroviejo, 1986-2012). El acebo ha sido utilizado históricamente con distintas funciones en el medio agrario. Su madera se utiliza como material de construcción de pequeña dimensión, por ejemplo en la fabricación de estacas por su resistencia a la pudrición. Las acebedas han sido muy apreciadas para el refugio del ganado en verano por la intensa sombra que producen, lo que ha propiciado la existencia de acebedas antropizadas.

5.13. FABACEAE (sin. LEGUMINOSAE)

ANGIOSPERMAE

CLASE: Eudicotyledoneae

FAMILIA: Fabaceae (sin. Leguminosae)

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Cytisus sessilifolius L. (Rubiana redonda)

Spartium scoparium (Retama de escobas)

Genista scorpius (L.) DC (Aulaga, Aliaga)

Echinopartum horridum (Vahl.) Rothm. (Erizón, Aulaga horrida)

Retama sphaerocarpa (L.) Boiss. (Retama, Chinestra)

Ulex gallii Planch. (Tojo)

Colutea arborescens L. (Espantalobos, Sonajera)

Ononis fruticosa L. (Cornicabra)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Artusia (*) (9), Auelles (**) (25), Barranc d'en Fabra (**) (31), Chaves (*) (16), Espantalobos (*,**) (15), Forat de la Conqueta (*) (23), Mendandia (*) (2), Pontet (*) (35).

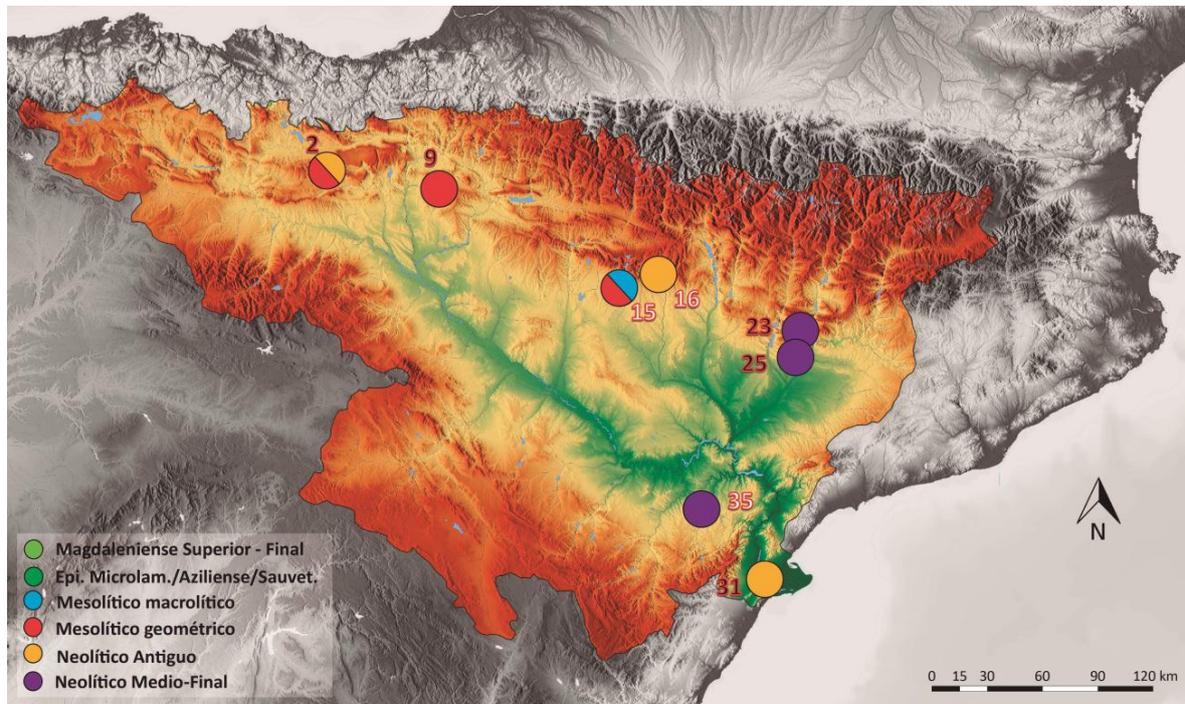


Figura 53. Presencia de Fabaceae en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.13.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa a semiporosa. En la madera inicial, los poros de tamaño medio y se asocian en pequeños grupos, mientras que en la madera final los poros son muy pequeños, de un tamaño similar al parénquima. Parénquima apotraqueal difuso y en bandas tangenciales y sobre todo parénquima paratraqueal reticular en asociación con vasos y traqueidas vasculares formando bandas radiales u oblicuas.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son de anchura variable de 3 a 7 células de anchura y más de 30-50 células de altura. Es muy característico de esta familia el parenquima fusiforme y estratificado.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son principalmente homogéneos, rara vez con células cuadradas marginales. Perforaciones simples. Engrosamientos espiralados gruesos. Tejido compuesto por fibras libriformes y traqueidas vasculares. Punteaduras intervasculares vestidas.

Debido a la similitud que existe en los diferentes géneros de esta familia, la variabilidad dentro de un mismo género, incluso a veces dentro de un mismo individuo, y la falta de uniformidad en cuanto a los criterios de distinción propuestos por los diferentes anatomistas de la madera (Greguss, 1959; Schweingruber, 1990), unidos al pequeño tamaño de los fragmentos estudiados, hemos preferido mantener la determinación de los fragmentos adscritos a esta familia bajo el taxón Fabaceae.

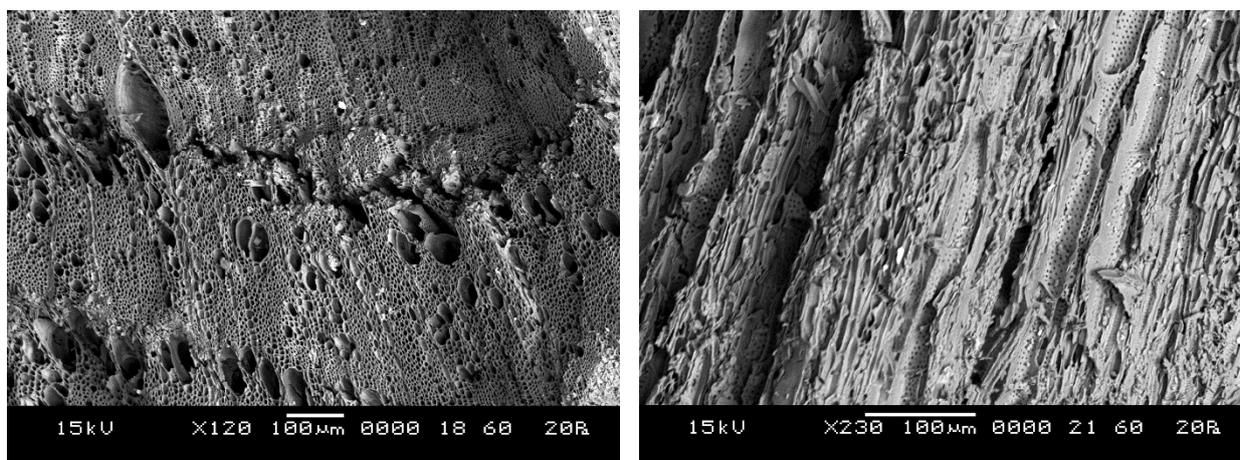


Figura 54. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de Fabaceae de Espantalobos. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

5.13.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de una gran familia compuesta por árboles, arbustos y hierbas anuales o perennes. En nuestra área de estudio se trata de matorrales heliófilos que pueden crecer desde el nivel del mar hasta una gran altitud. Crecen formando parte del cortejo arbustivo de los bosques y ganan importancia en las etapas de degradación de estos, donde comparten protagonismo con las Ericaceas.

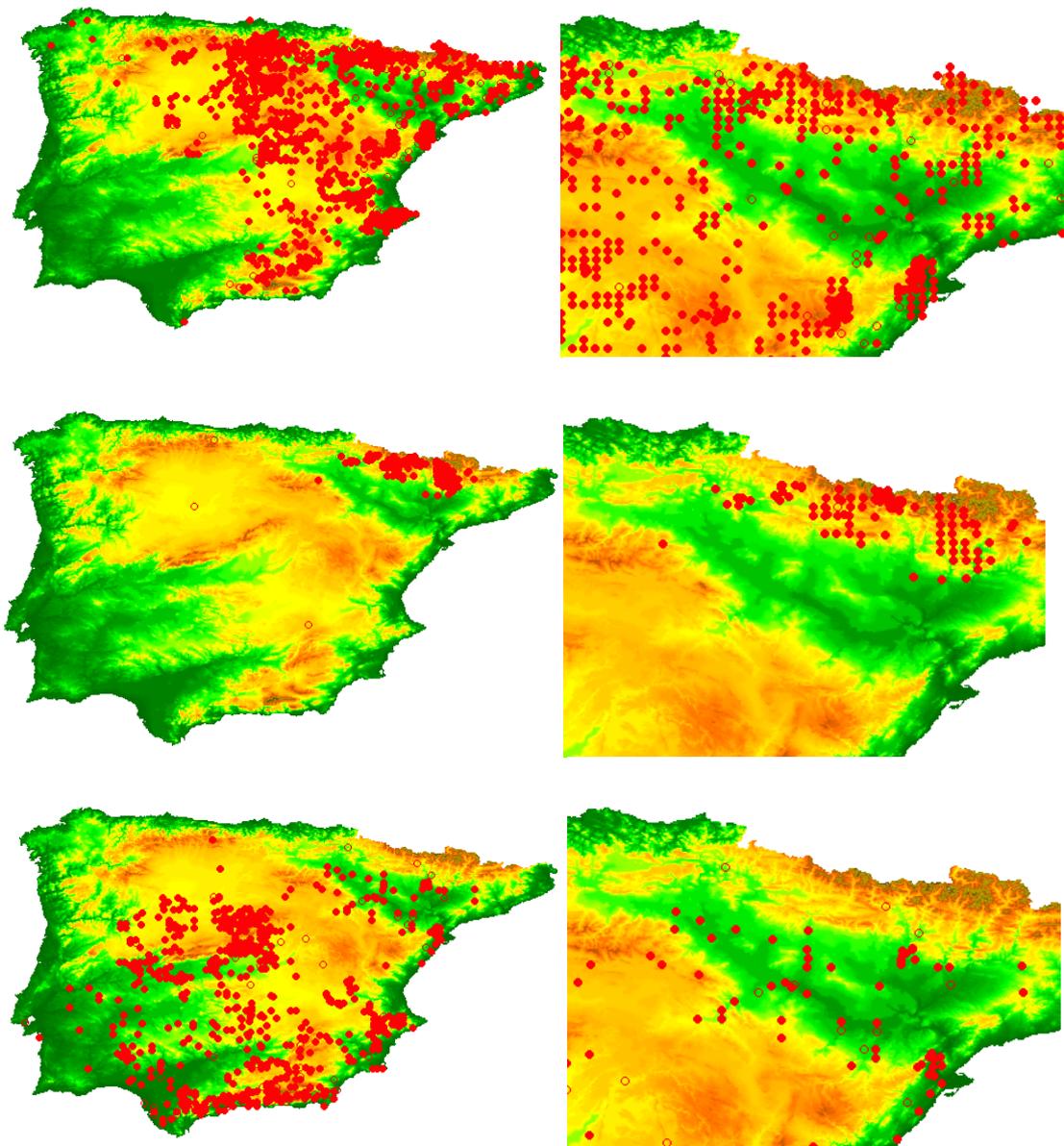


Figura 55. Distribución actual de algunas especies de la familia Fabaceae en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Genista scorpius* (L.) DC, *Echinospartum horridum* (Vahl.) Rothm. y *Retama sphaerocarpa* (L.).

Particularmente abundantes en nuestro área de estudio son *Genista scorpius*, que forma matorrales en laderas calizas y secas junto al boj (*Buxus sempervirens*), la gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*) y el romero (*Rosmarinus officinalis*), sustituido a mayor altitud por el pirófito erizón (*Echinospatum horridum*), y la retama (*Retama sphaerocarpa*), que coloniza la zona central del valle. Algunas leguminosas son tóxicas para los animales si son consumidas.

5.14. MONOCOTILEDONEAE

ANGIOSPERMAE

CLASE: Monocotiledoneae

FAMILIA: -

GÉNERO: -

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Asparagus acutifolius L. (Esparraguera silvestre)

Smilax aspera L. (Zarzaparrilla)

Ruscus aculeatus L. (Rusco)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Cabezo de la Cruz (*) (38), Espantalobos (*) (15), Fem (*) (29).

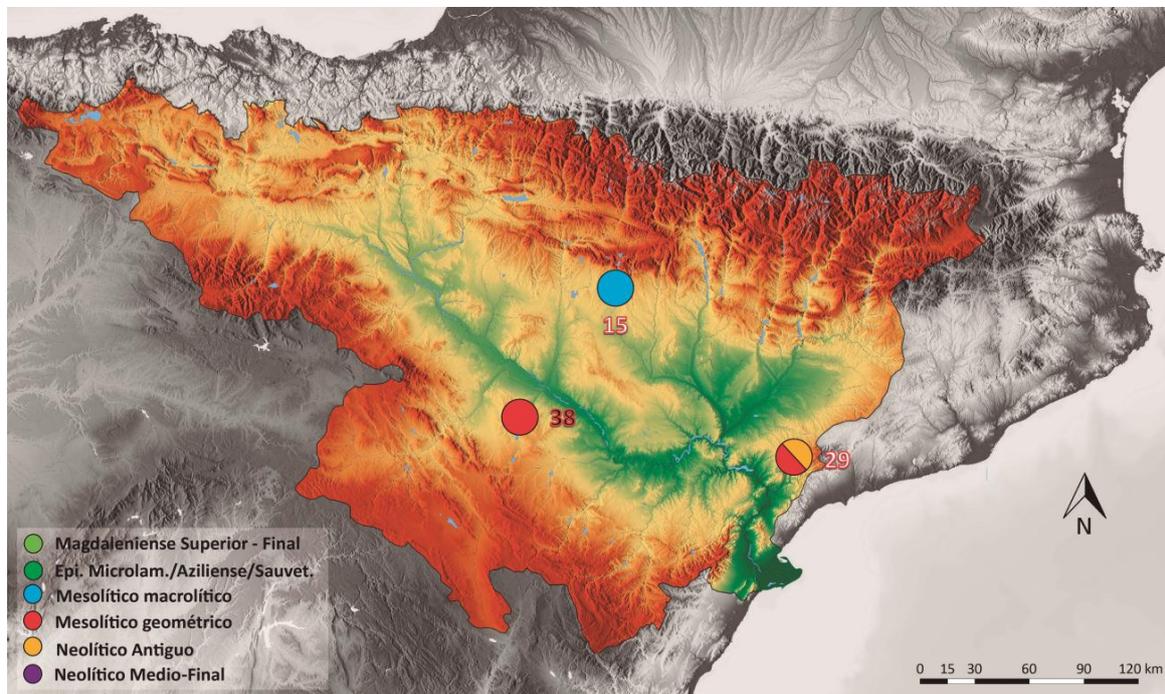


Figura 56. Presencia de Monocotiledoneae en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.14.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Se observa el córtex formado por capas de células grandes y pequeñas, todas de paredes gruesas, redondeadas, con espacios intercelulares y los haces vasculares que presentan de 2 a 4 vasos de xilema alrededor del floema, más o menos envueltos por las células de esclerénquima intercaladas.

Plano Longitudinal: En este plano se puede observar la sección longitudinal de las células de los haces libero-leñosos y otras fibras de morfología fusiforme (Metcalf, 1960; Gayral y Vindt, 1961; Schweinbruber, 1990).

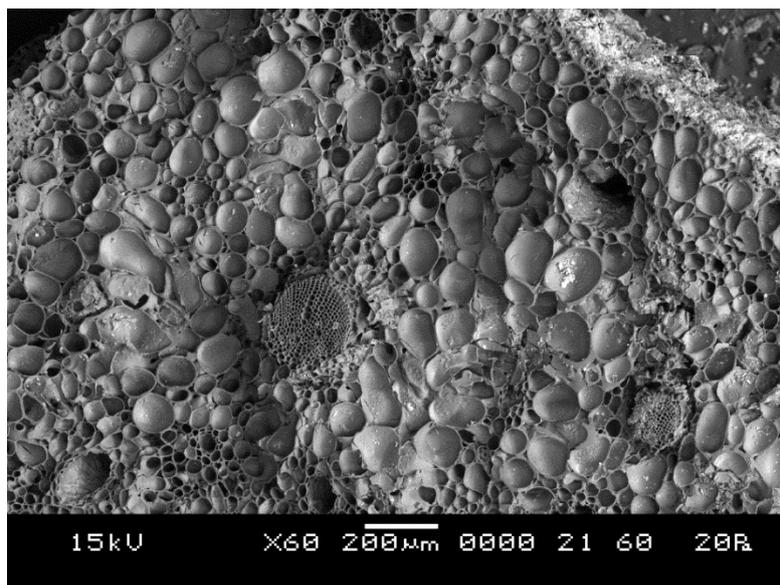


Figura 57. Fotografía realizada con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre el plano transversal de un fragmento de Monocotiledonea de las Coves del Fem.

Las monocotiledóneas son un grupo dentro de las Angiospermas compuesto por diferentes familias. Se trata de un conjunto de plantas vasculares cuyo plano transversal se caracteriza por una estructura fragmentada en pequeños haces conductores separados por parénquima generalmente esclerotizado. Se caracterizan por la ausencia de crecimiento secundario por lo que su descripción anatómica es totalmente distinta del

resto de especies descritas. Las monocotiledóneas son casi siempre herbáceas, si bien hay algunas de tipo leñoso, esto es, presentan tallos fibrosos gruesos que pueden conservarse carbonizados, aunque por lo general, la preservación de este grupo es escaso en el registro antracológico. Pocos de los fragmentos de carbón estudiados en este trabajo pertenecen al leño de plantas monocotiledóneas. La mala preservación de este tipo de plantas en el registro y la gran similitud anatómica entre las diferentes familias han condicionado que todas ellas queden englobadas, sin más precisión, bajo el taxón Monocotiledoneae.

5.14.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Entre las pocas monocotiledóneas leñosas presentes en nuestro territorio destacan la familia de las liláceas (Lilaceae) y algunas gramíneas. Estas plantas se distribuyen por todo el territorio peninsular, por todos los pisos de vegetación independientemente de la altitud y comprenden especies que crecen desde terrenos insolados a umbrías, por lo que la información ecológica que podemos extraer de ellas con un nivel de determinación tan bajo es más bien escasa. No obstante, se suelen asociar a espacios abiertos y a terrenos pedregosos.

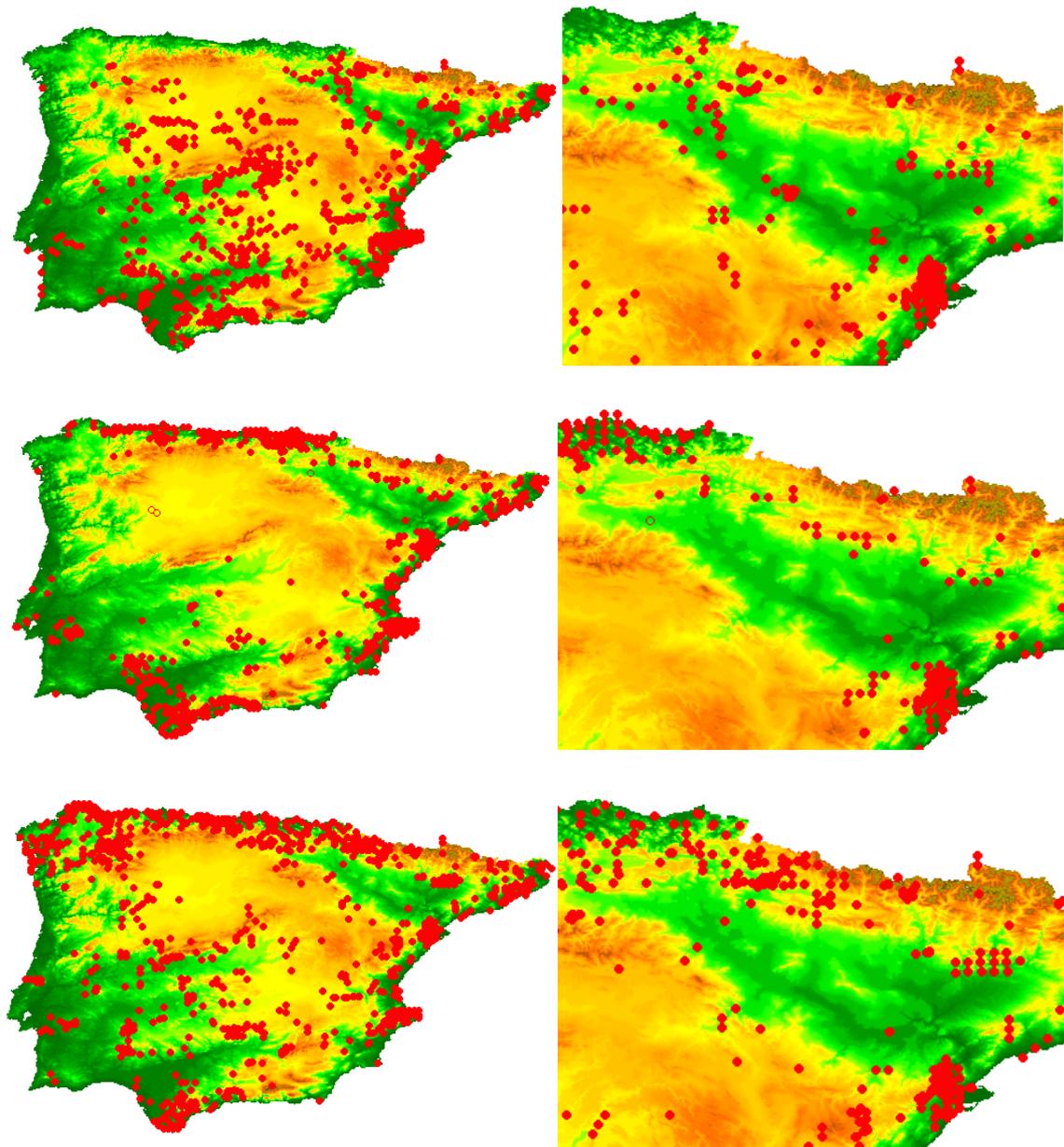


Figura 58. Distribución actual de algunas monocotiledóneas en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Asparagus acutifolius* L., *Smilax aspera* L., *Ruscus aculeatus* L.

15. *PHILLYREA/RHAMNUS*

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Oleaceae/Rhamnaceae

GÉNERO: *Phillyrea/Rhamnus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Phillyrea angustifolia L. (Labiérnago u Olivilla)

Phillyrea latifolia L. (Labiérnago negro o Agracejo)

Rhamnus alaternus L. (Alardieno/a o Carrasquilla)

Rhamnus lycioides L. (Espino negro, Arto o Escambrón)

Rhamnus cathartica L. (Espino cervical)

Rhamnus saxatilis Jacq. (Espino de tintes, Arañón borde)

Rhamnus alpina L. (Aliso bastardo, Pudiera)

Rhamnus pumila Turra (Chopera, Pudiera de puerto)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Aizpea (*) (8), Cabezo de la Cruz (*) (38), Chaves (*) (16), Espantalobos (*) (15), Fem (*) (29), Filador (*,**) (28), Molló de la Torre (*) (30), Parco (*) (24).

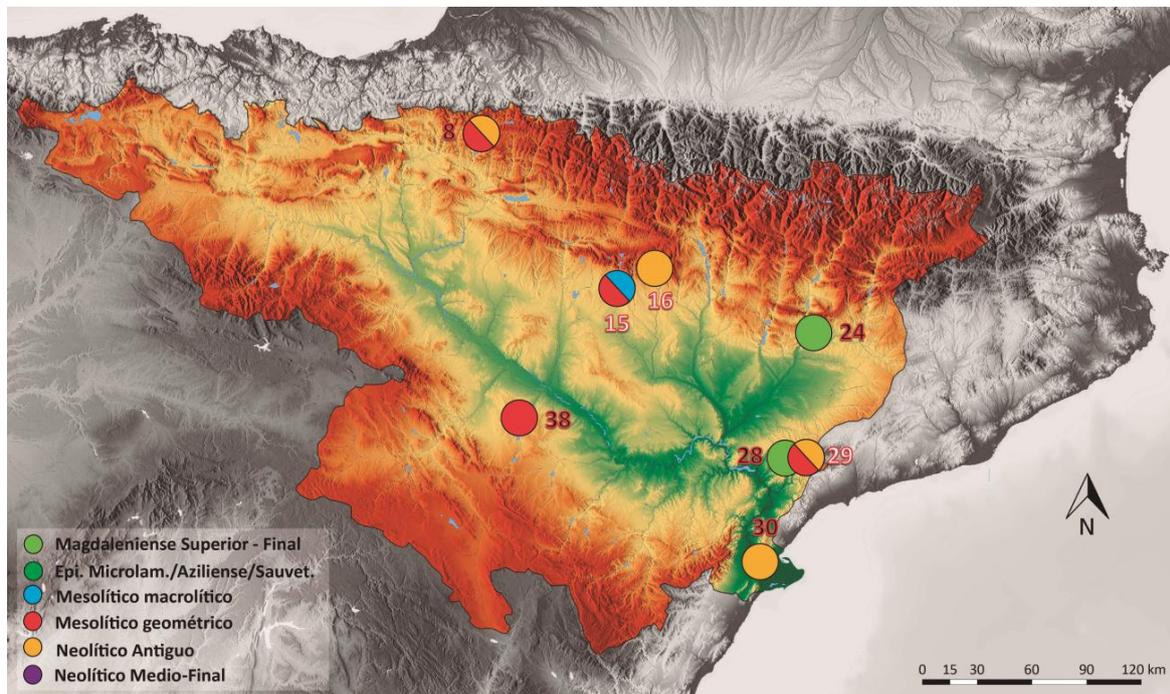


Figura 59. Presencia de *Phillyrea/Rhamnus* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.15.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa a semiporosa. Poros y traqueidas vasculares dispuestos en grupos dendríticos y rodeados de parénquima paratraqueal vasicentrico. El parénquima también aparece en bandas marginales de 1 a 3 células de anchura en la madera inicial, en el límite de los anillos de crecimiento, en *Phillyrea latifolia*, *Phillyrea angustifolia* y *Rhamnus alathernus*.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son uni o biseriados, rara vez triseriados con una altura generalmente de 10 células llegando a veces hasta 15. Las células de los radios son estrechas y alargadas en algunas especies como *Rhamnus cathartica*, *Rhamnus saxatilis* o *Rhamnus alpina*, mientras que en otras las células son muy redondeadas y presentan una célula terminal bien diferenciada, como en *Phillyrea latifolia*, *Phillyrea angustifolia* y *Rhamnus alathernus*.

Plano Longitudinal Radial: Los radios van de homogéneos a heterogéneos de tipo 1, 2 y 3 dependiendo de las especies, siendo lo más habitual que presenten una o 2 filas de células cuadradas o erectas marginales. Perforaciones simples. Tejido compuesto por fibras libriformes. Engrosamientos espiralados presentes en los vasos y las fibras libriformes (Greguss, 1959; Jacquot et al., 1973; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

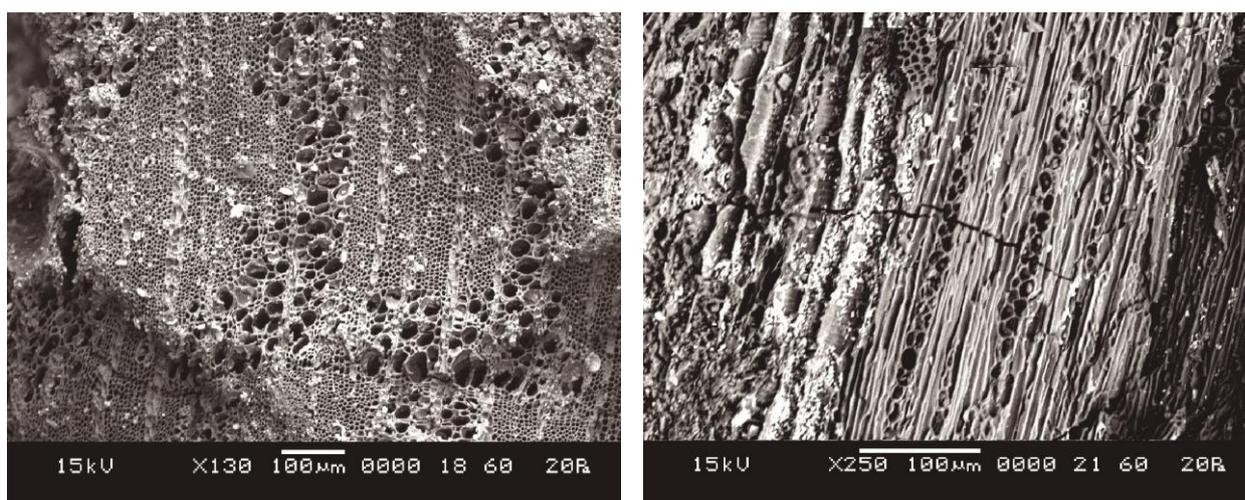


Figura 60. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Phillyrea/Rhamnus* de Coves del Fem. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

El género *Phillyrea* pertenece a la familia Oleaceae y el género *Rhamnus* pertenece a la familia Rhamnaceae. Excepcionalmente, estos dos géneros presentan una enorme similitud anatómica por lo que muchas veces es imposible realizar una diferenciación entre ambas. Entre los criterios propuestos para su diferenciación, hemos tenido en cuenta la presencia/ausencia de una banda de parénquima en el límite de los anillos de crecimiento (Schweingruber, 1990) que es a menudo visible en la madera fresca, pero que no hemos podido observar con claridad en la madera carbonizada de la Colección de Referencia ni en el material arqueológico estudiado en este trabajo. La distinción entre dos grupos de especies, *Phillyrea/Rhamnus alaternus* o *Rhamnus cathartica/saxatilis*, en base a la morfología de los radios (Schweingruber, 1990) nos parece un criterio más fiable y fácilmente aplicable a los carbones arqueológicos. Sin embargo, dado el pequeño tamaño y deficiente estado de conservación de la mayoría de muestras estudiadas, este carácter no siempre ha sido observable, por lo que hemos preferido mantener la denominación de los fragmentos bajo el taxón *Phillyrea/Rhamnus*.

5.15.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

En el género *Rhamnus* encontramos arbustos espinosos de pequeña talla, que apenas alcanzan un metro de altura, como *R. saxatilis* o *R. pumila* o arbolillos que pueden alcanzar los 5 m o más como *R. alaternus* o *R. pumila*. Algunas especies son perennifolias como *R. lycioides* y *R. alaternus* y otras caducifolias como *R. cathartica*, *R. saxatilis*, *R. alpina* y *R. pumila*. Los troncos son erectos o postrados, ramosos con corteza de lisa a cuarteada.

Las diferentes especies del género *Rhamnus* crecen entre los 350 y 2600 msnm, siendo *R. alpina* y *R. pumila* las que crecen a mayor altitud. Son especies características de fisuras, repisas de roquedo y pedregales y orlas y claros de los bosques. En el caso de las especies mediterráneas, *R. alaternus* y *R. lycioides*, crecen en matorrales esclerófilos y bosques mediterráneos de coscojar o encinar, pinares de pino carrasco, bojedas o espartales. Las especies frías, como *R. alpina* y *R. pumila*, crecen en hayedos y pinares fríos de pino silvestre y robledales, rebollares, quejigares e incluso encinares en el caso de *R. cathartica* y *R. saxatilis*. Por lo general prefieren los suelos básicos aunque hay especies que toleran los suelos ácidos como *R. cathartica*. En cuanto al sustrato prefieren las calizas, aunque *R. alaternus* tolera los silíceos y *R. saxatilis* y *R. lycioides* lo yesos (Castroviejo, 1986-2012). Se trata de un género con amplia distribución en la

Península Ibérica, especialmente en el SE y el valle del Ebro, característica de los ambientes mediterráneos de montaña. En los Somontanos y el Prepirineo encontramos *R. alaternus*, *R. saxatilis*, *R. cathartica* y *R. lycioides*, que queda restringida a las cotas más bajas, mientras que *R. alpina* y *R. pumila*, restringidas a las zonas montañosas peninsulares, crecen en las zonas más altas del Pirineo y Sistema Ibérico (Villar et al., 2001).

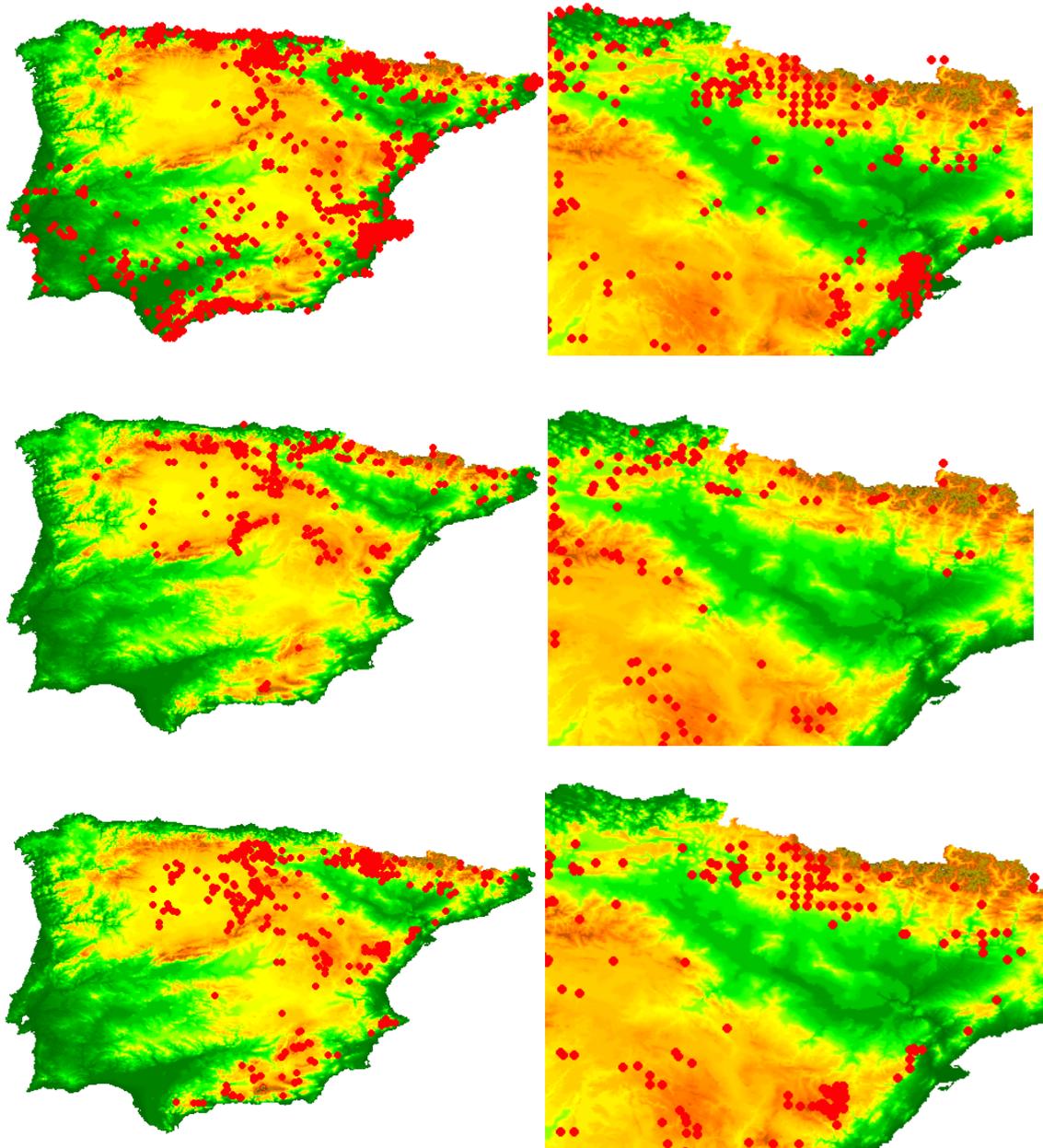


Figura 61. Distribución actual del género *Rhamnus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Rhamnus alaternus* L., *Rhamnus cathartica* L. y *Rhamnus saxatilis* Jacq.

En el género *Phillyrea* encontramos arbustos perennifolios de 1 a 3 m de altura, o pequeños árboles de hasta 8 m en el caso de *P. latifolia* (Castroviejo, 1986-2012). *P. angustifolia*, *P. latifolia* y sus frecuentes híbridos forman parte de la vegetación mediterránea. Crecen entre 380 y 1100 msnm, en matorrales, bosques esclerófilos y arenales. En las zonas más frías se refugian en barrancos, desfiladeros o pies de roquedo. Son indiferentes al sustrato. Acompañan a la carrasca, al madroño, al durillo, al romero, o al pino carrasco. En la Península Ibérica crecen en la región mediterránea, especialmente en el sureste. *P. latifolia* está bien representada en el norte peninsular pero ausente en el centro. En el valle del Ebro, ambas se distribuyen por los Somontanos, siendo más escasas en el Prepirineo (Villar et al., 2001). El género *Phillyrea* contiene taninos por lo que ha sido ampliamente utilizada para curtir pieles. Algunas especies de *Rhamnus* producen una madera dura, pesada, fibrosa y homogénea, muy apreciada para fabricar mangos de herramienta y pequeños objetos. Además los frutos tienen una fuerte acción purgante.

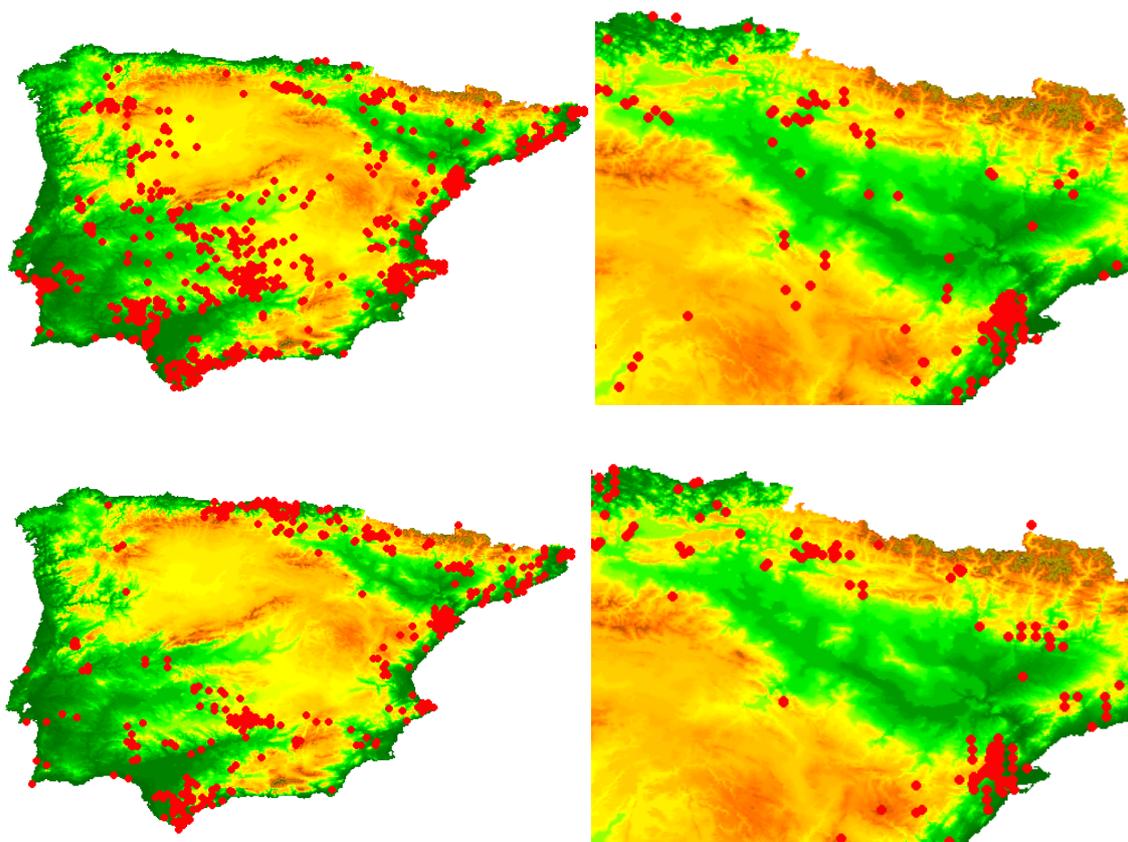


Figura 62. Distribución actual del género *Phillyrea* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Phillyrea angustifolia* L. y *Phillyrea latifolia* L.

16. *PISTACIA* SP.

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Anacardiaceae

GÉNERO: *Pistacia*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Pistacia lentiscus L. (Lentisco)

Pistacia terebinthus L. (Terebinto o Cornicabra)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Barrand d'en Fabra (*) (31), Chaves (*) (16), Espantalobos (*) (15), Fem (*) (29), Forat de la Conqueta (*) (23).

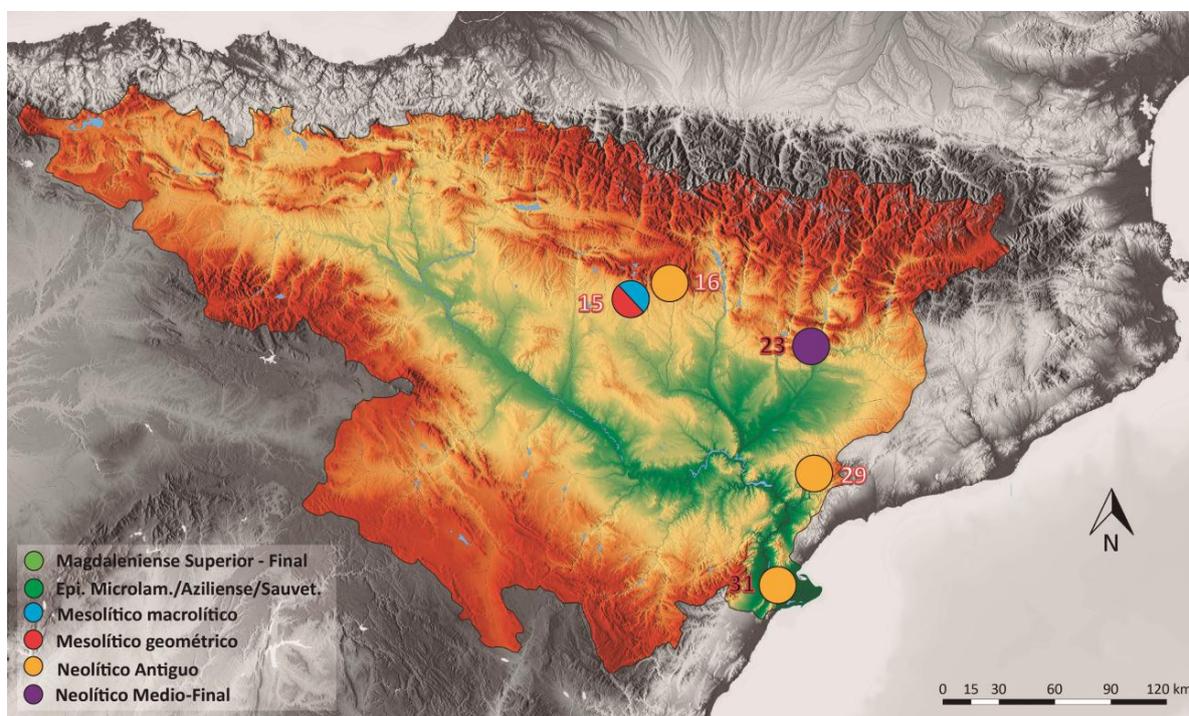


Figura 63. Presencia de *Pistacia* sp. en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.16.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera porosa. Los poros en la madera inicial aparecen muy juntos y rara vez forman más de una hilera. En algunos anillos de crecimiento los poros más grandes de la madera inicial están ausentes. El tamaño de los poros en la madera inicial es muy variable (30-80 μm) (Vernet et al., 2001). Los poros de la madera final se asocian en filas radiales y grupos que en ocasiones siguen un patrón dendrítico. En *P. terebinthus* tienen una orientación oblicua o transversal. Parénquima escaso, principalmente paratraqueal. Presencia frecuente de tílides en los poros de la madera inicial.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios tienen principalmente entre 2 y 3 células de anchura en *P. lentiscus* y entre 3 y 5 en *P. terebinthus*, de hasta 25-30 células de altura. A veces radios uniseriados de 2-3 a 5-10 células de altura. Las células marginales de los radios con frecuencia son llamativamente alargadas. Aparecen canales resiníferos transversales en los radios, más frecuentes en *P. lentiscus*, que con frecuencia se rompen por efecto del fuego pero a veces se puede ver muy bien su forma circular y las células epiteliales bordeantes (Schweingruber, 1990).

Plano Longitudinal Radial: Los radios son muy heterogéneos, de tipo 2 y 3, generalmente con una fila de células cuadradas o erectas marginales. Engrosamientos espiralados muy marcados en los vasos excepto en los más grandes de la madera inicial (Greguss, 1959). Perforaciones simples. Tejido compuesto exclusivamente por fibras libriformes. Puntuaciones intervasculares especialmente grandes.

A pesar de que los criterios de distinción entre las 2 especies del género *Pistacia* son claros, estos no siempre son fácilmente observables en los carbones arqueológicos. Por lo general, aunque la identificación del género ha sido relativamente sencilla en nuestro material de estudio, de nuevo el tamaño y estado de conservación de los fragmentos no nos ha permitido observar con suficiente claridad la conjunción de los criterios discriminantes por lo que la determinación de estos fragmentos se ha mantenido en el rango del género, bajo el taxón *Pistacia* sp.

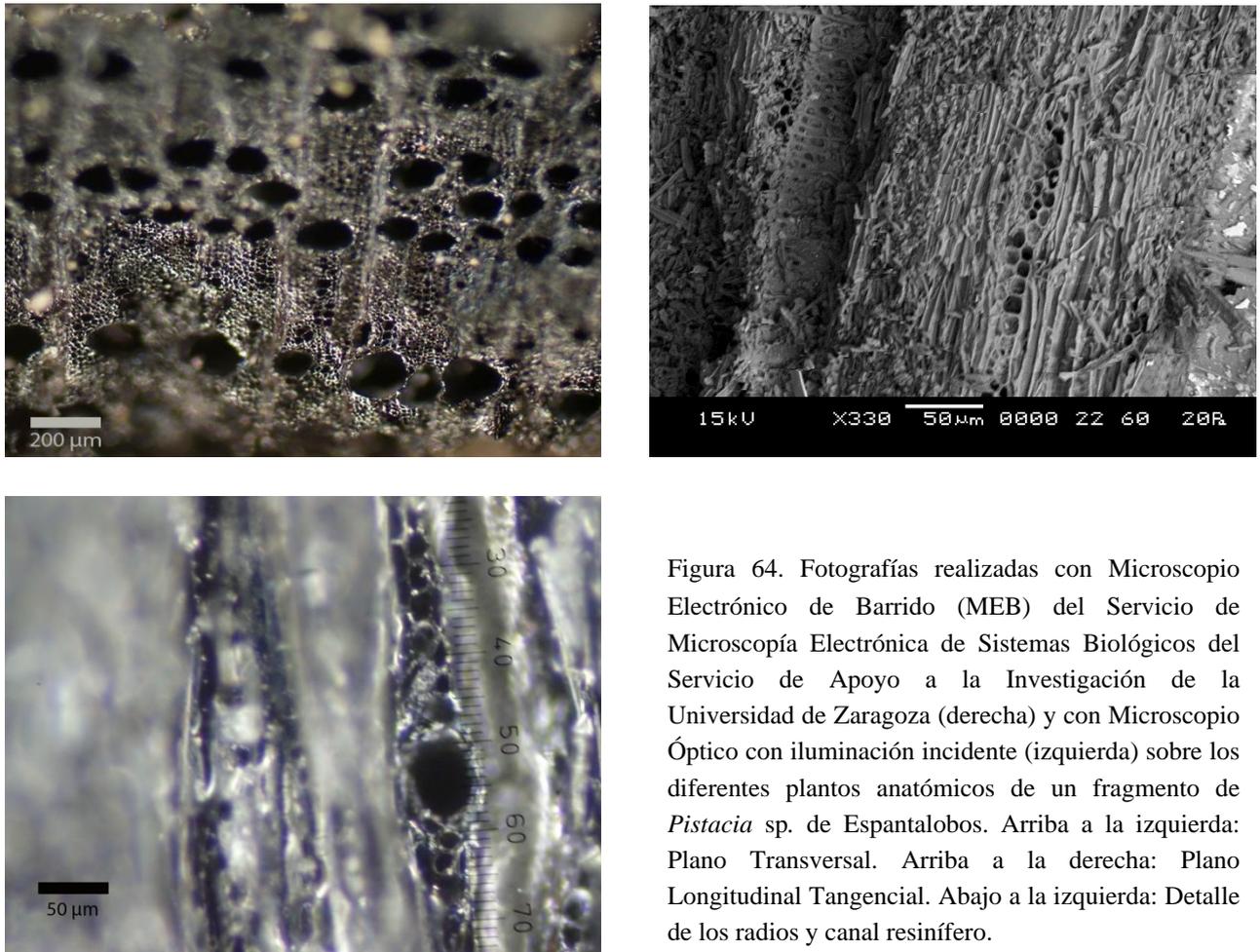


Figura 64. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza (derecha) y con Microscopio Óptico con iluminación incidente (izquierda) sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Pistacia* sp. de Espantalobos. Arriba a la izquierda: Plano Transversal. Arriba a la derecha: Plano Longitudinal Tangencial. Abajo a la izquierda: Detalle de los radios y canal resinífero.

5.16.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de arbustos o arbolillos de hasta 8 m de altura (Castroviejo, 1986-2012). Ambas especies presentan una escasa tolerancia al frío, más acentuada en el caso de *P. lentiscus*, una especie muy termófila. Se desarrollan a partir de 350 o 400 msnm, pero mientras que *P. lentiscus* rara vez alcanza más de 700, *P. terebinthus* puede llegar a los 1200. Crecen sobre todo tipo de sustratos. *P. terebinthus* prefiere los roquedos calizos soleados, aunque tolera los suelos silíceos. *P. terebinthus* crece en los claros del carrascal, el quejigal o el coscojar, rehuendo las heladas dentro de las asociaciones *Quercion-ilicis*, *Quercion pubescenti-petraeae*. *P. lentiscus* acompaña a la encina, coscoja, pino carrasco y madroño, preferentemente en las asociaciones *Quercetalia ilicis*, *Rhamno-Quercetum cocciferae*. Ambas forman parte de la vegetación mediterránea. *P. lentiscus* es muy abundante en las tierras mediterráneas, mitad sur

peninsular y litoral mediterráneo, y la depresión del Ebro, especialmente en los somontanos, mientras que *P. terebinthus* está presente en toda la Península Ibérica salvo las zonas más secas y los climas de influencia atlántica (Villar et al., 2001).

Ambas especies contienen resina que se extrae mediante incisiones realizadas en el tallo. La resina del lentisco se llama almáciga o mastique y la del terebinto se llama trementina de Quio. Estas resinas se han utilizado como masticatorio, para la confección de empastes dentales, tratamiento de halitosis o fortalecimiento de las encías y en la elaboración de barnices. La madera se ha utilizado para la fabricación de pequeños objetos y produce un carbón de gran calidad por lo que ha sido muy utilizada con este fin. Las hojas y ramas son ricas en taninos por lo que tienen propiedades astringentes y para su uso como curtientes. De los frutos del lentisco también se extrae el aceite de lentisquina, utilizado para el alumbrado y para el consumo animal y humano. Los frutos del terebinto se emplean como condimento y para la alimentación del ganado donde son muy abundantes (Castroviejo, 1986-2012).

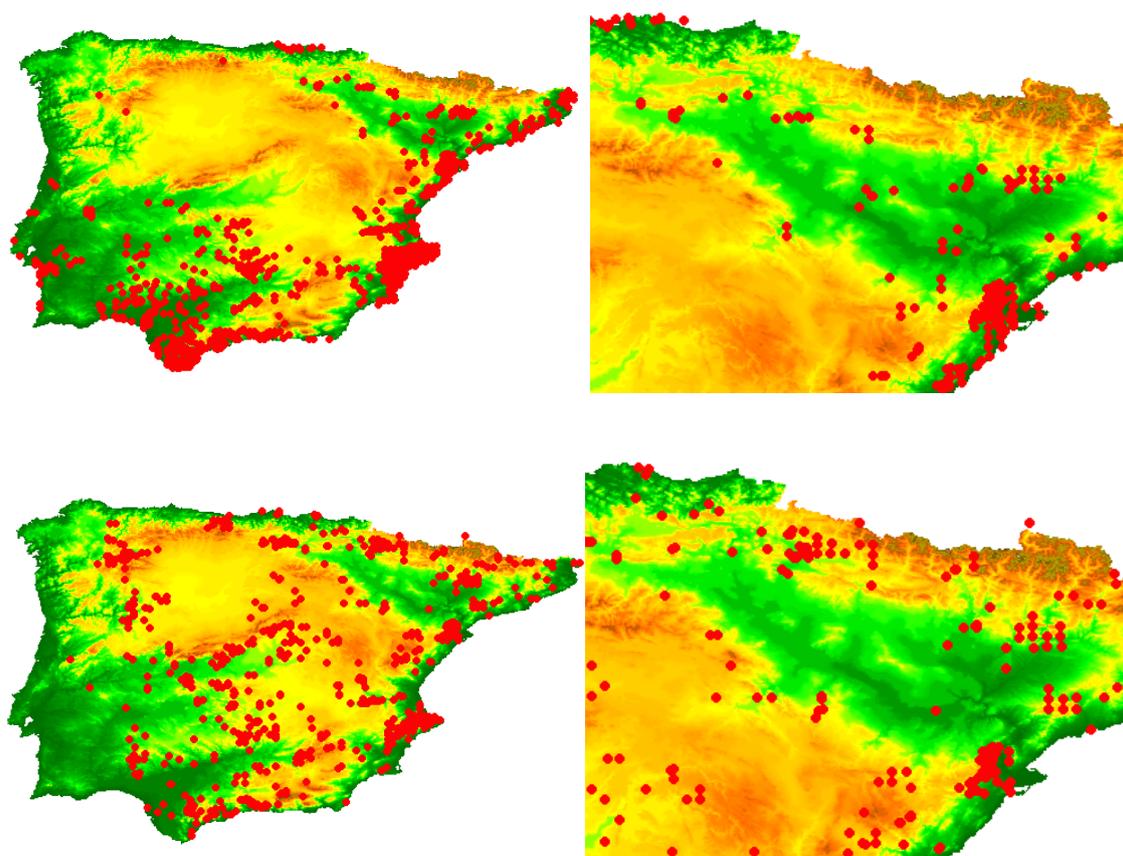


Figura 65. Distribución actual del género *Pistacia* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Pistacia lentiscus* L. y *Pistacia terebinthus* L.

5.17. *POPULUS/SALIX*

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Salicaceae

GÉNERO: *Populus/Salix*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Populus alba L. (Álamo blanco, Chopo albar)

Populus tremula L. (Álamo temblón)

Salix alba L. (Sauce blanco)

Salix eleagnos Scop. (Salciña, Berguera)

Salix triandra L. (Sargantilla blanca, Sarguera negra)

Salix atrocineria Brot. (Sauce, Sarguera, Salz)

Salix caprea L. (Sauce cabruno, Salzamorrera)

Salix purpurea L. (Sauce colorado, Sarguera fina)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Aizpea (*) (8), Artusia (*) (9), Balma Margineda (*) (21), Chaves (*) (16), Colls (**)
(27), Espantalobos (*) (15), Filador (*) (28), Freixa del Moro (*) (22), Los Husos II (*)
(4), Sardo (**) (20).

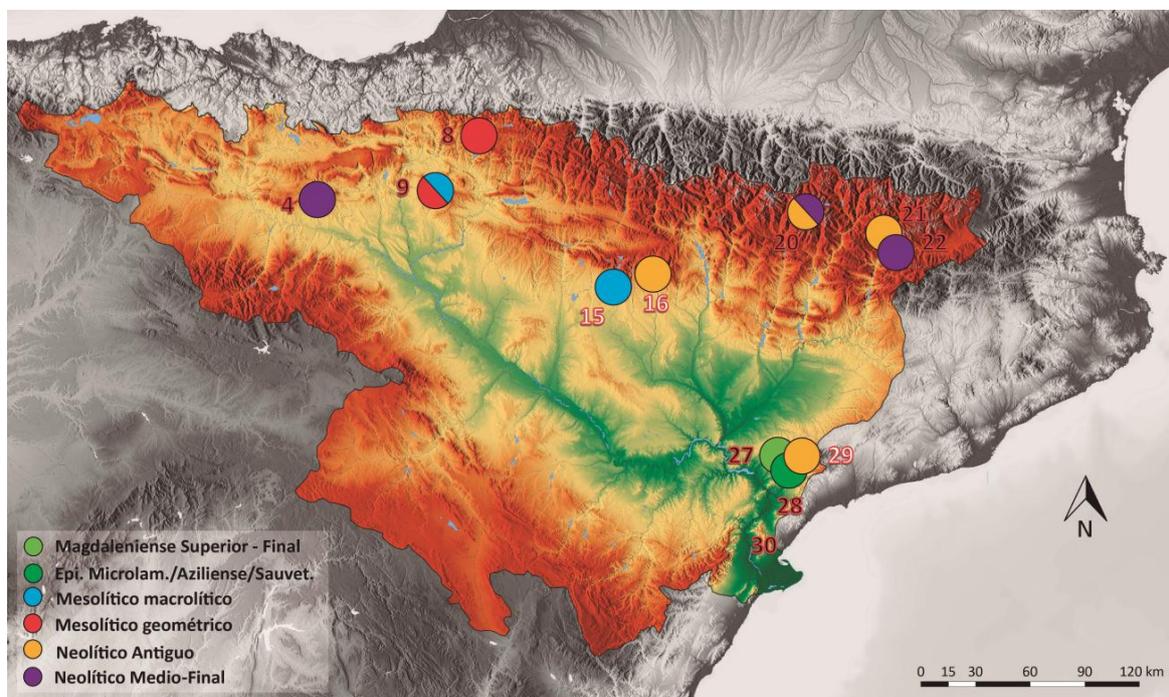


Figura 66. Presencia de *Populus/Salix* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.17.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa a semiporosa. Poros aislados o cortas filas radiales o grupos. Parénquima escaso, apotraqueal, en ocasiones en bandas discontinuas de parénquima terminal.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son exclusivamente uniseriados, aunque a veces se observan radios biseriados en determinadas especies como *P. nigra* (Greguss, 1959). La altura de los radios alcanza las 10 o 15 células de altura. Las puntuaciones intervasculares son grandes y muy numerosas, con una peculiar morfología de tendencia poligonal.

Plano Longitudinal Radial: Los radios del género *Populus* son homogéneos. Rara vez presentan células cuadradas marginales. Los radios del género *Salix* son heterogéneos de tipo 3, con una o 2 filas de células cuadradas o erectas marginales (Jacquiot et al., 1973; Schweingruber, 1990). Perforaciones simples. Tejido compuesto por fibras libriformes.

Los géneros *Populus* y *Salix*, pertenecientes a la familia Salicaceae, presentan una anatomía tan similar que su distinción no es posible en muchos casos. La distinción entre los géneros *Salix* y *Populus* ha sido propuesta por algunos autores (Jacquiot et al., 1973; Schweingruber, 1990), tomando como único criterio la morfología de sus radios. Las observaciones realizadas han revelado que los radios de *Salix* pueden presentar una morfología variable dentro del mismo individuo ya que las células marginales de los radios heterogéneos no siempre están presentes, lo que provoca, en nuestra opinión, que la aplicación de este criterio sea algo arriesgada en carbones arqueológicos de pequeño tamaño, donde los planos de observación no siempre son suficientemente representativos, por lo que hemos optado por englobar todos los fragmentos determinados bajo el taxón *Populus/Salix*.

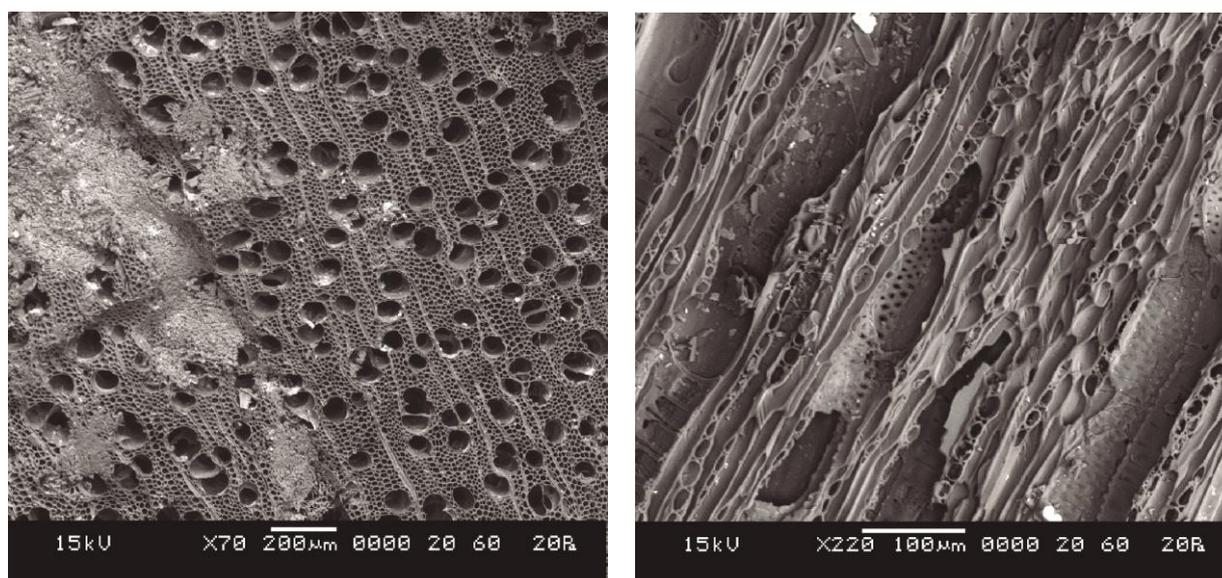


Figura 67. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Populus/Salix* de Covas del Fem. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

5.17.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Las especies del género *Populus* presentan siempre un porte arbóreo, alcanzando hasta 30 m de altura, con un tronco recto, de color blanco o grisáceo en *P. alba* y gris verdoso en *P. tremula*, y una copa amplia y clara, redondeada en el caso de *P. tremula* y abierta irregularmente para *P. alba*. Por su parte, en el género *Salix* podemos encontrar árboles o arbustos de ramas flexibles. La morfología de las hojas es muy variable en función de las distintas especies. Además, es un género que presenta problemas taxonómicos y de nomenclatura como consecuencia de una enorme variabilidad morfológica de sus especies (Castroviejo, 1986-2012).

Son especies típicas de las márgenes fluviales. *P. alba* forma parte de los sotos, a la orilla de los ríos y barrancos. Crece siempre a baja altitud, entre 400 y 600 msnm, por lo que parece indicar climas relativamente poco fríos, preferentemente sobre suelos calizos. Es una especie plurirregional que crece en buena parte de la Península Ibérica. *P. tremula* a veces forma bosquetes en las partes más húmedas de muchas laderas forestadas, entre 800 y 1600 msnm. Busca siempre suelos frescos y se asocia a *Fagetalia* o *Quercetum pubescenti-petraeae*. Forma parte de la vegetación eurosiberiana, se concentra en el NE peninsular y está muy extendida por el Pirineo, quedando relegada en el Prepirineo a umbrías y barrancos (Villar et al., 2001).

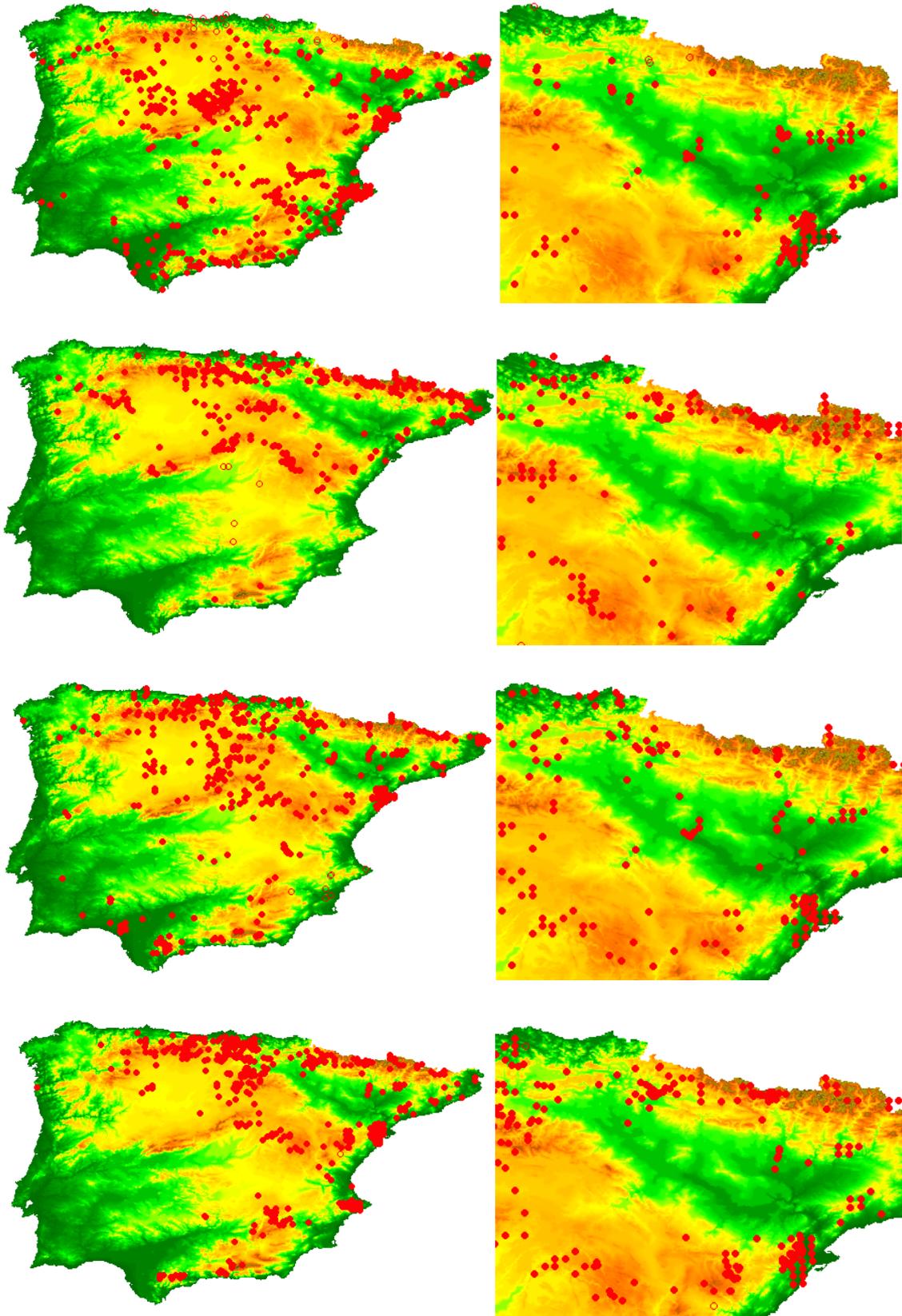


Figura 68. Distribución actual de los géneros *Populus* y *Salix* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Populus alba* L., *Populus tremula* L., *Salix alba* L. y *Salix eleagnos* Scop.

Son muchas las especies del género *Salix* que crecen en la Península Ibérica y el Valle del Ebro. *S. alba* forma bosques de ribera más o menos estables en los tramos medios de los ríos o barrancos, entre los 380 y 1000 msnm, junto a *S. triandra* en asociaciones como *Populetales albae* o *Salicion albae*. Salpica casi toda la Península Ibérica. Entre los 2000 y 3000 msnm aparecen otras especies de sauces como *S. reticulata*, *S. herbacea* y *S. pyrenaica* (Villar et al., 2001).

Populus produce una madera muy ligera y da lugar a fustes largos y rectos, por lo que ha sido muy apreciada en la construcción, para la confección de vigas y andamios. El ramón se puede aprovechar como forraje. Las hojas y la corteza son astringentes. Las ramillas y la corteza tiñen de amarillo (Castroviejo, 1986-2012). Las ramas flexibles de *Salix* se utilizan para la elaboración de gran variedad de enseres de cestería (mimbres) de uso doméstico. Las hojas y la corteza tienen propiedades medicinales por su contenido en salicina, ampliamente empleada como analgésico (Castroviejo, 1986-2012).

5.18. *PRUNUS* SP.

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Rosaceae

GÉNERO: *Prunus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Prunus spinosa L. (Endrino, Arañón, Arto)

Prunus mahaleb L. (Cerezo de Santa Lucía)

Prunus padus L. (Cerezo aliso)

Prunus avium L. (Cerezo silvestre)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio:

Aizpea (**) (8), Artusia (*) (9), Atxoste (*,**) (1), Balma Margineda (*) (21), Cabezo de la Cruz (*) (38), Chaves (*) (16), Colls (*) (27), Espantalobos (*) (15), Esplugón (*) (14), Fem (*) (29), Filador (*,**) (28), Kampanoste Goikoa (*,**) (3), Los Cascajos (**) (7), Los Husos I (*,**) (5), Los Husos II (**) (4), Parco (*,**) (24), Sardo (*) (20), Vidre (*,**) (32).

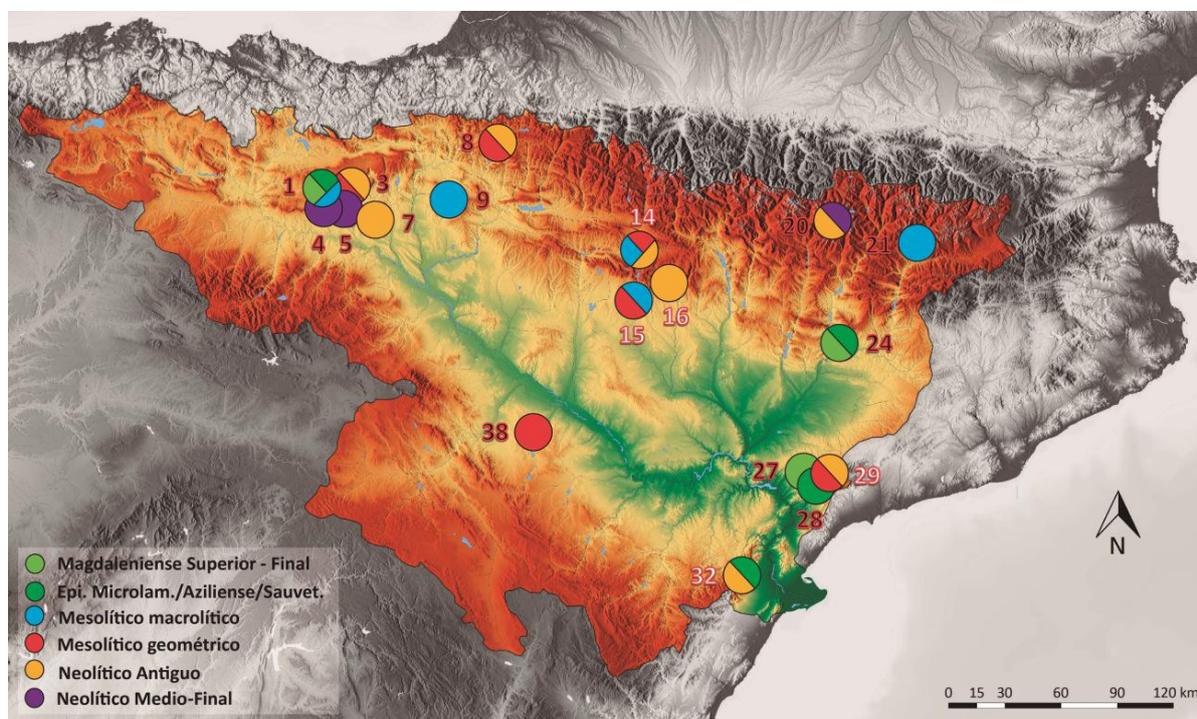


Figura 69. Presencia de *Prunus* sp. en el valle del Ebro entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio.

5.18.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa a porosa. Los poros se disponen generalmente de forma irregular, en pequeños grupos. Los límites de los anillos de crecimiento son bien visibles, debido a la abrupta transición entre el tamaño de los poros entre la madera inicial y final. Parénquima escaso, difuso, apotraqueal.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son uniseriados y multiseriados, de 3 a 7 células de anchura, variable según las especies. Uno de los criterios más aceptados para la diferenciación de las diferentes especies de este género es la anchura de los radios (Jacquot et al., 1973; Bazile-Robert, 1980; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001). Por ejemplo, la anchura en células de los radios más habitual en *P. avium* es de 1 y 3, en *P. dulcis* de 4 a 8, en *P. mahaleb* de 3 a 5, en *P. padus* de 1 a 5 y en *P. spinosa* de 4 a 6.

Plano Longitudinal Radial: Los radios uniseriados son homogéneos y se componen de células cuadradas o erectas. Los radios multiseriados con ligeramente heterogéneos de tipo 2 y 3. Perforaciones simples. Presenta engrosamientos espiralados finos y abundantes. El tejido se compone fundamentalmente de fibrotraqueidas y en algunas especies también de fibras libriformes.

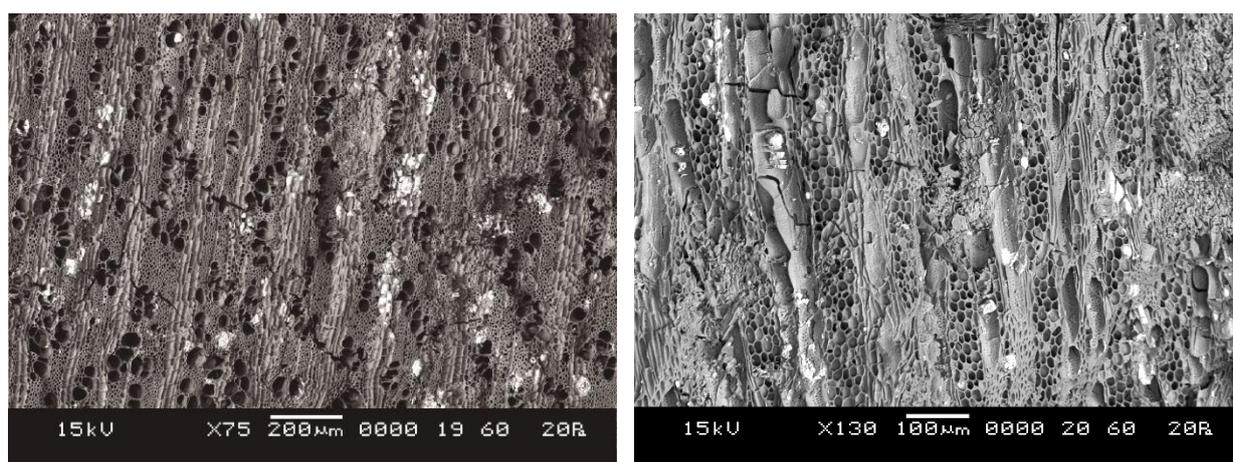


Figura 70. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Prunus* sp. de Covas del Fem. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

Los criterios anatómicos propuestos para la diferenciación de las distintas especies del género *Prunus*, que pasan por la cantidad de vasos agrupados (Greguss, 1959), el tamaño de los vasos (Bazile-Robert, 1980), la anchura de los radios en número de células (Jacquiot et al., 1973), o la disposición de los vasos en el plano transversal (Scweingruber, 1990; Vernet et al., 2001) son criterios que se solapan muchas veces. No obstante, la combinación de algunos de estos criterios, en algunas ocasiones, permite la determinación con bastante seguridad de algunas de las especies de este género. Sin embargo, de nuevo, en nuestro material de estudio, hemos preferido englobar los fragmentos identificados bajo el taxón *Prunus* sp., que nos proporciona una mayor seguridad en su determinación que otras identificaciones más específicas.

5.18.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de arbustos o arbolillos caducifolios, a veces espinosos, o en ocasiones de árboles que alcanzan los 20 m de altura como *P. avium*. Se caracterizan por sus frutos en drupa de exocarpo carnoso y endocarpo leñoso (Castroviejo, 1986-2012). Son muy apreciados como árboles frutales y también por su madera.

Forman parte de la vegetación eurosiberiana, pero crecen en nuestro territorio de forma espontánea con una gran amplitud altitudinal, entre 400 y 1500 msnm. Dan lugar a formaciones arbustivas en orlas y claros de bosques caducifolios húmedos, a menudo cerca de cursos de agua y barrancos húmedos. *P. spinosa* es un importante elemento de la orla arbustiva de carrascales y quejigales, y en menor medida pinares húmedos, con una importante presencia en la actualidad en el área pirenaica. *P. mahaleb*, aunque menos abundante, crece en condiciones similares. Especies menos abundantes en este territorio en la actualidad, salpicando espontáneamente bosques caducifolios húmedos, son *P. avium* que crece en avellanares o fresnedas o *P. padus*, el que crece a mayor altitud, salpicando pinares negros o hayedos.

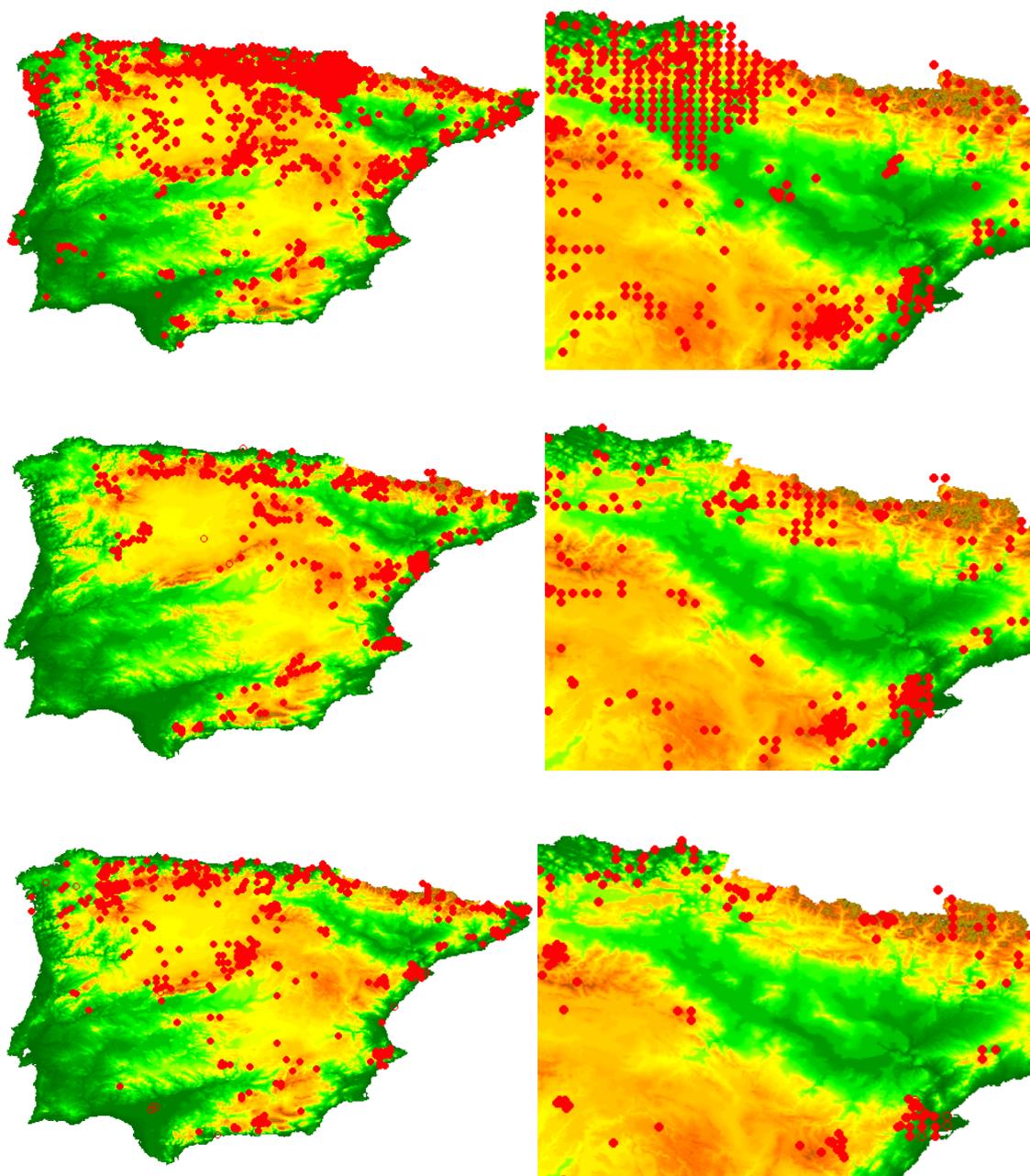


Figura 71. Distribución actual del género *Prunus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Prunus spinosa* L., *Prunus mahaleb* L. y *Prunus avium* L.

5.19. *QUERCUS* SP. CADUCIFOLIO

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Fagaceae

GÉNERO: *Quercus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Quercus faginea Lam. (Quejigo o Roble carrasqueño)

Quercus petraea (Mat.) Liebl. (Roble albar)

Quercus pyrenaica Willd. (Melojo o Rebollo)

Quercus pubescens Willd. / *Q. humilis* Mill. / *Q. cerrioides* Wilk & Costa (Roble pubescente)

Quercus robur L. (Roble común, Roble carballo o Carvallo)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Aizpea (**,***), Ángel 1 (*), Artusia (**,***), Atxoste (*,**), Auvelles (***) (25), Balma Margineda (*,**), Cabezo de la Cruz (*), Chaves (*,**) (16), Coro Trasito (*) (17), Esplugón (*,**), Fem (*,**), Forat de la Conqueta (**), Forcas II (*,**), Feixa del Moro (*), Kampanoste Goikoa (**), Los Husos I (**,***), Los Husos II (**,***), Mendandia (*,**), Paco Pons (**), Parco (*), Peña Larga (***) (6), Pontet (**), Sardo (**), Vidre (*,**) (32).

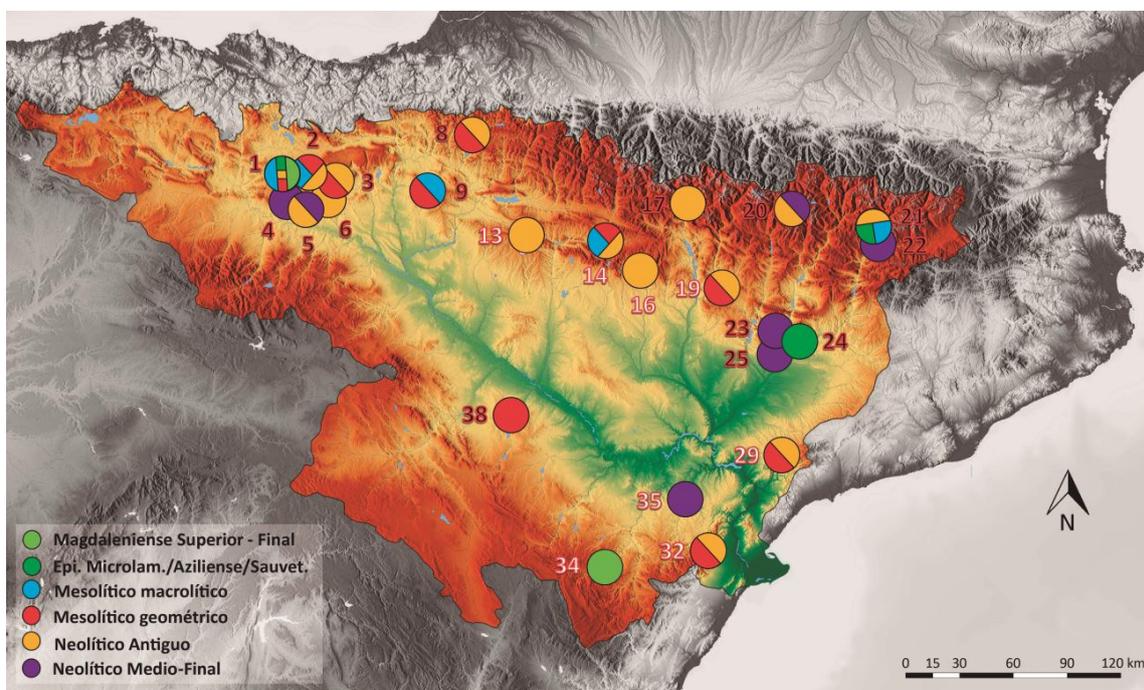


Figura 72. Presencia de *Quercus* sp. caducifolio en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.19.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera porosa. Madera inicial con una o varias hileras de poros. Madera final con poros aislados o en grupos orientados más o menos radialmente. En los anillos de crecimiento más anchos se puede observar la disposición dendrítica de estas agrupaciones de poros. Presencia de tñlides en los poros de la madera inicial. Parénquima apotraqueal difuso o formando bandas uniseriadas diagonales o tangenciales muy características. Los poros tienen un tamaño variable, inferior a las 50 μ de diámetro en la madera final y entre 100 y 500 μ en la madera inicial.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son uniseriados o muy multiseriados. Los radios uniseriados alcanzan las 10 células de altura y los multiseriados pueden alcanzar más de 40 células de altura, incluso algunos milímetros (Jaquiot et al., 1973).

Plano Longitudinal Radial: Los radios son homogéneos, en ocasiones con células cuadradas en los radios uniseriados. Perforaciones simples. Tejido compuesto de fibras libriformes y traqueidas vasicéntricas (Schweingruber, 1990).

La identificación de la madera de *Quercus*, así como su clasificación en dos grandes grupos, uno para las especies de tipo caducifolio y otro para las especies de tipo perennifolio, es muy sencilla, ya que este género cuenta con una anatomía muy característica. Sin embargo, la determinación a nivel de especie de la madera de este género exclusivamente en base a criterios anatómicos es bastante problemática. Entre los criterios propuestos, sin duda el que tiene más aceptación es el basado en la relación del diámetro de los poros de la madera inicial y final en el plano transversal (Greguss, 1959; Badal, 1990; Vernet et al., 2001). Sin embargo, no consideramos que este criterio sea lo suficientemente sólido y esté suficientemente contrastado como para aplicarlo con seguridad a los materiales arqueológicos estudiados, cuyo tamaño no siempre es suficiente para tomar medidas representativas (evidentemente, muchas veces no contamos con los anillos completos) ni podemos asegurar que la procedencia de los fragmentos, por ejemplo de una rama de pequeño calibre, nos permita aplicar estos criterios. Por ello, estas especies (*Q. faginea*, *Q. petraea*, *Q. pyrenaica*, *Q. pubescens*, *Q. robur*) se agrupan habitualmente bajo el taxón *Quercus* subg. *Quercus* o *Quercus* sp. caducifolio, que hemos decidido utilizar en nuestro caso, ya que nos proporciona una determinación fiable y basada exclusivamente en criterios anatómicos.

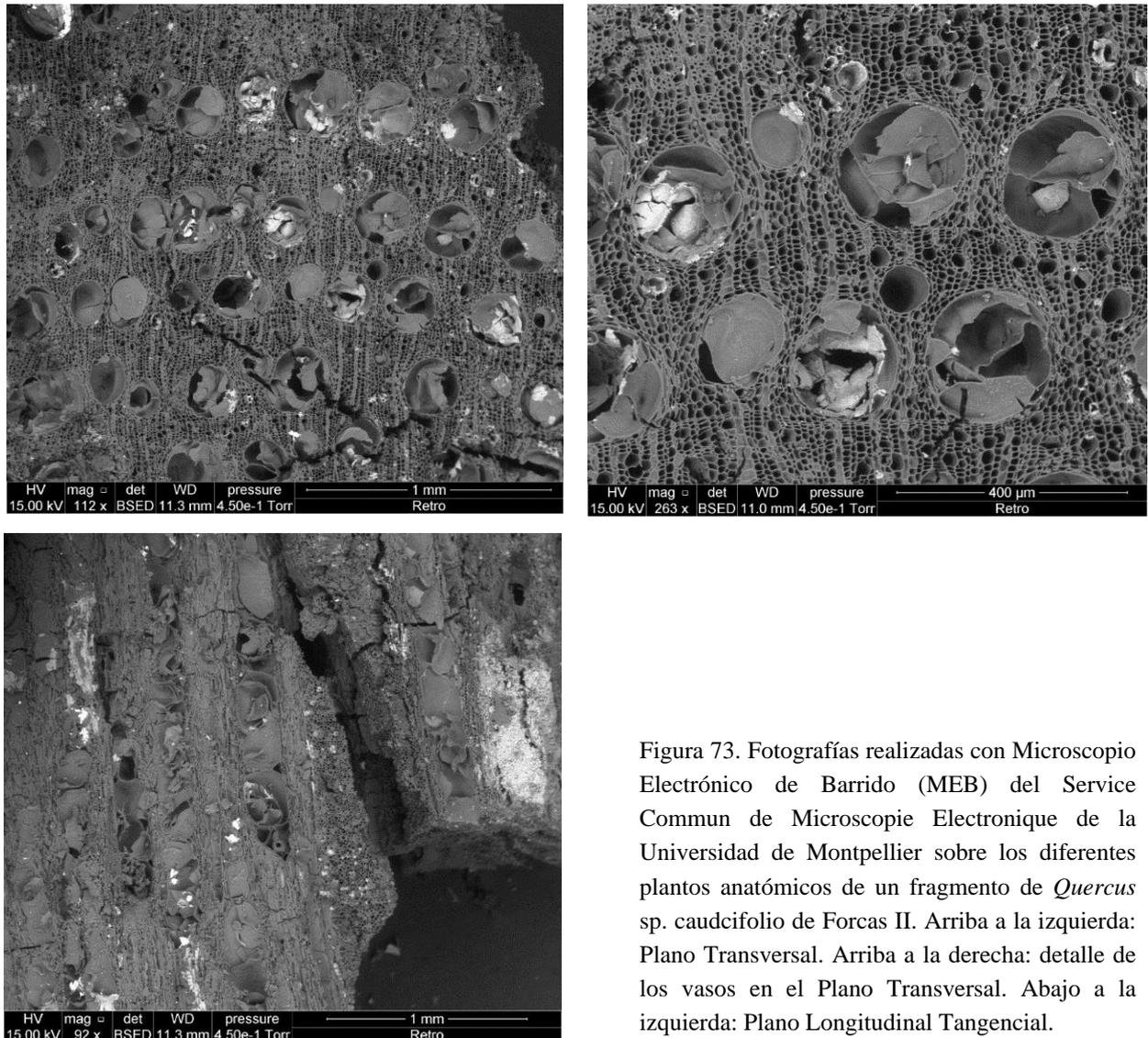


Figura 73. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Quercus* sp. caudifolio de Forcas II. Arriba a la izquierda: Plano Transversal. Arriba a la derecha: detalle de los vasos en el Plano Transversal. Abajo a la izquierda: Plano Longitudinal Tangencial.

5.19.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de un género enormemente complejo en su definición dada la cantidad de especies, subespecies e híbridos que conviven en la actualidad en nuestra área de estudio, siendo *Q. pubescens* (sin. *Q. humilis*) la más afectada por esta complejidad taxonómica. Se caracterizan por la preferencia por los suelos silíceos, que puede ser más o menos acusada dependiendo de la especie, aunque crecen sobre todo tipo de sustratos, siempre que se trate de suelos profundos, frescos y bien desarrollados, drenantes para *Q. robur* y *Q. petraea* y con abundante retención hídrica para las especies marcescentes.

Por su carácter oligótrofo, la escasez de nutrientes en el sustrato no supone una limitación.

Los robles atlánticos, *Q. petraea* y *Q. robur*, son árboles de hasta 35-40 m, de copa amplia y regular. Constituyen masas puras de robledales caducifolios o se integran dentro de hayedos o pinares o bosques mixtos de frondosas constituidos por un denso estrato arbóreo salpicado por rosáceas, acebos (*Ilex aquifolium*), tejos (*Taxus*), saucos (*Sambucus*), avellanos (*Corylus*), etc. Estas especies tienen una presencia esporádica en nuestra área de estudio, creciendo en el área Pirenaica entre 900 y 1700 msnm y algunas zonas muy localizadas de la Ibérica, como el Moncayo. Cuando crece en los valles pirenaicos, que discurren en sentido norte-sur hacia la depresión del Ebro, la influencia mediterránea es bien visible en estos bosques.

Los robles marcescentes o semicaducifolios, que rara vez superan los 20 m de altura o incluso a veces algunas especies pueden presentar un porte arbustivo, de carácter submediterráneo, colonizan la banda donde se dan condiciones climáticas intermedias entre templado-húmedas y mediterráneas entre los 500 y 1500 msnm. Su mayor enemigo es la sequía estival. *Q. pyrenaica* es característica del cuadrante noroccidental de la península Ibérica aunque salpica toda la geografía peninsular. Necesita un régimen de precipitaciones entre 650 y 1200 mm anuales aunque resiste bien la continentalidad, soportando una oscilación térmica entre -5° y 22°C. *Q. pubescens* es característica del noreste peninsular y es una especie más moderada en sus exigencias hídricas, soportando 600 mm anuales de precipitación siempre que estén bien repartidas a lo largo del año. Por su parte, *Q. faginea*, presenta unas exigencias de temperatura similares a los anteriores pero puede soportar climas secos, con carácter mediterráneo continental no extremado, con apenas 250 mm anuales, siendo más xerófila que los robles pero menos que la encina, con la que se mezcla abundantemente y sobre la que sólo se impone bajo condiciones de suficiente humedad. *Q. pubescens* y *Q. faginea* son especies bien representadas en nuestra área de estudio, mientras que la presencia de *Q. pyrenaica* es más esporádica. En la actualidad, caracterizan los pisos de media montaña, ocupando grandes franjas del piso supramediterráneo, formando una banda entre los pisos esclerófilo, a veces sustituyendo altitudinalmente a la encina, y caducifolio o aciculifolio, intercalándose en su límite altitudinal superior con *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris*. Crecen acompañado de mostajos (*Sorbus*), arces (*Acer*), tilos (*Tilia*), almeces (*Celtis*), acebo (*Ilex aquifolium*) y rosáceas en el estrato arbustivo y perennifolios como

la encina (*Q. ilex*), el tejo (*Taxus*), el boj (*Buxus*) y el pino salgareño (*P. nigra*) y albar (*P. sylvestris*) que lo relevan cuando se acentúa la continentalidad o la sequía.

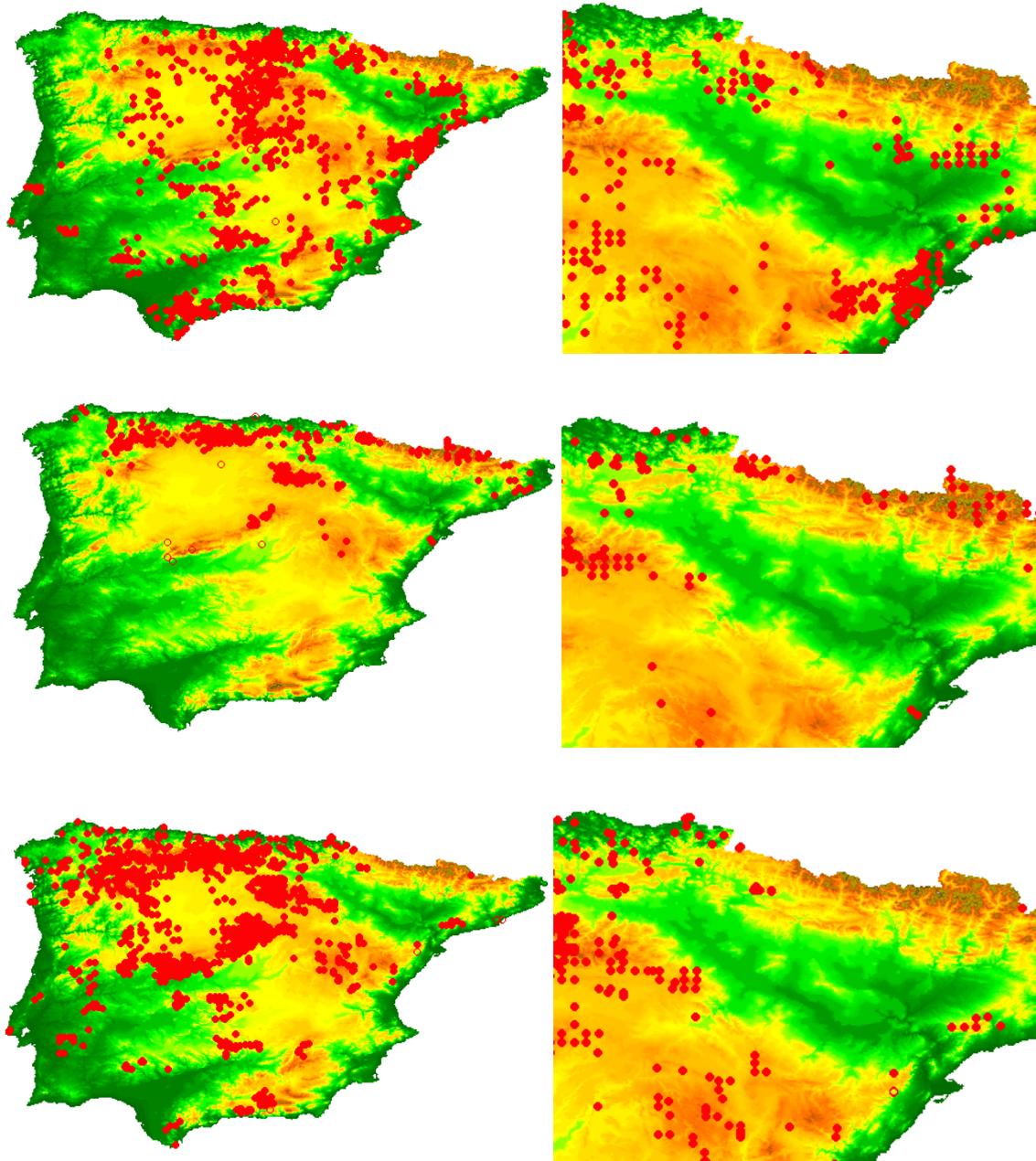


Figura 74. Distribución actual de algunas de las principales especies de tipo caducifolio del género *Quercus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Quercus faginea* Lam., *Quercus petraea* (Mat.) Liebl. y *Quercus pyrenaica* Willd.

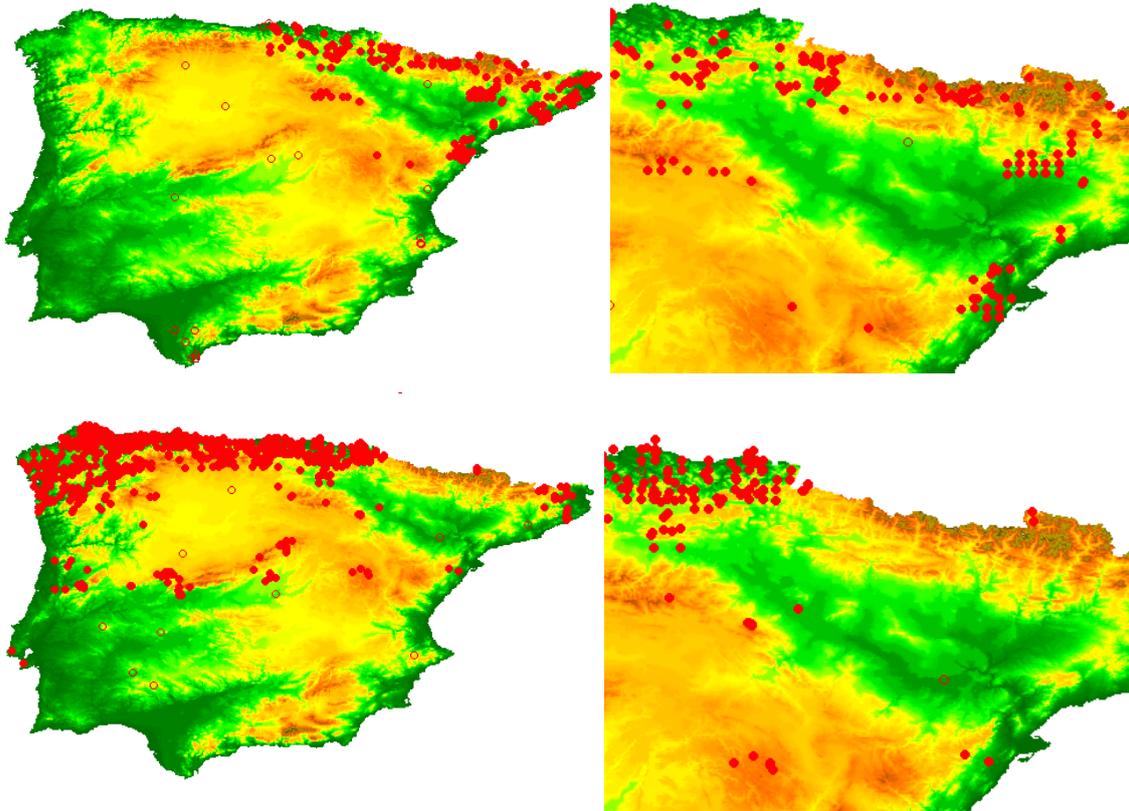


Figura 75. Distribución actual de algunas de las principales especies de tipo caducifolio del género *Quercus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Quercus pubescens* Willd y *Quercus robur* L.

5.20. *QUERCUS* SP. PERENNIFOLIO

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Fagaceae

GÉNERO: *Quercus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Quercus coccifera L. (Coscoja)

Quercus ilex L. (Encina o Carrasca)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Artusia (*) (9), Auelles (**) (25), Barranc d'en Fabra (**) (31), Cabezo de la Cruz (*) (38), Chaves (**) (16), Espantalobos (*) (15), Esplugón (*) (14), Forat de la Conqueta (**) (23), Kampanoste Goikoa (*) (3), Los Baños (*) (37), Los Cascajos (**) (7), Mendandia (*,**) (2), Molló de la Torre (*) (30), Parco (*) (24), Plano del Pulido (**) (36), Pontet (**) (35), Vidre (*) (32).

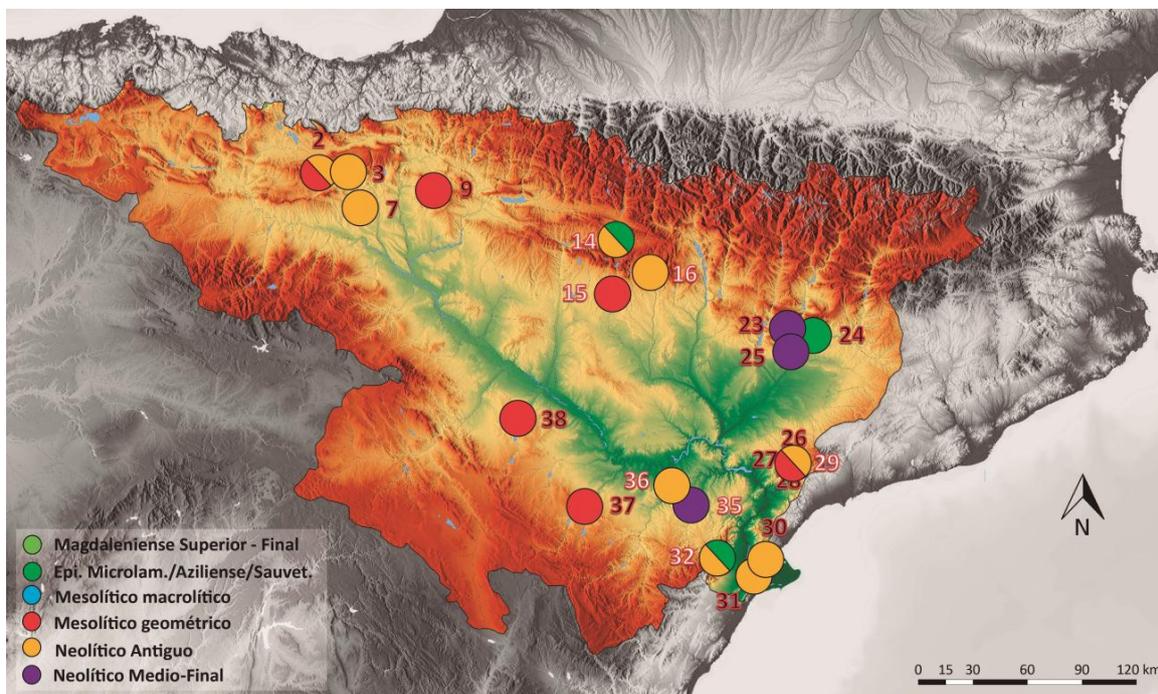


Figura 76. Presencia de *Quercus* sp. perennifolio en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.20.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa. Madera inicial con una o varias hileras de poros. Los poros, de tendencia oval en sentido radial, tienen un tamaño en tono a 150-250 μ en la madera inicial y a 20-50 μ en la madera final. Los poros aislados se distribuyen de forma radial, paralelos a los radios. Parénquima apotraqueal difuso o formando bandas uniseriadas diagonales o tangenciales muy características (Schweingruber, 1990).

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son uniseriados y multiseriados. Los radios uniseriados alcanzan las 10 células de altura y los multiseriados pueden alcanzar 25 o 30 células de altura, incluso algunos milímetros.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son homogéneos. Perforaciones simples. Tejido compuesto de fibras libriformes y traqueidas vasicéntricas (Gregus, 1959; Jaquiot et al., 1973).

La identificación de la madera de *Quercus*, así como su clasificación en dos grandes grupos, uno para las especies de tipo caducifolio y otro para las especies de tipo perennifolio, es muy sencilla, ya que este género cuenta con una anatomía muy característica. Sin embargo, *Quercus coccifera* y *Quercus ilex* no pueden ser distinguidas en base a la anatomía de la madera (Ivorra, 2001), por lo que se agrupan bajo el taxón *Quercus ilex/coccifera* o *Quercus* sp. perennifolio.

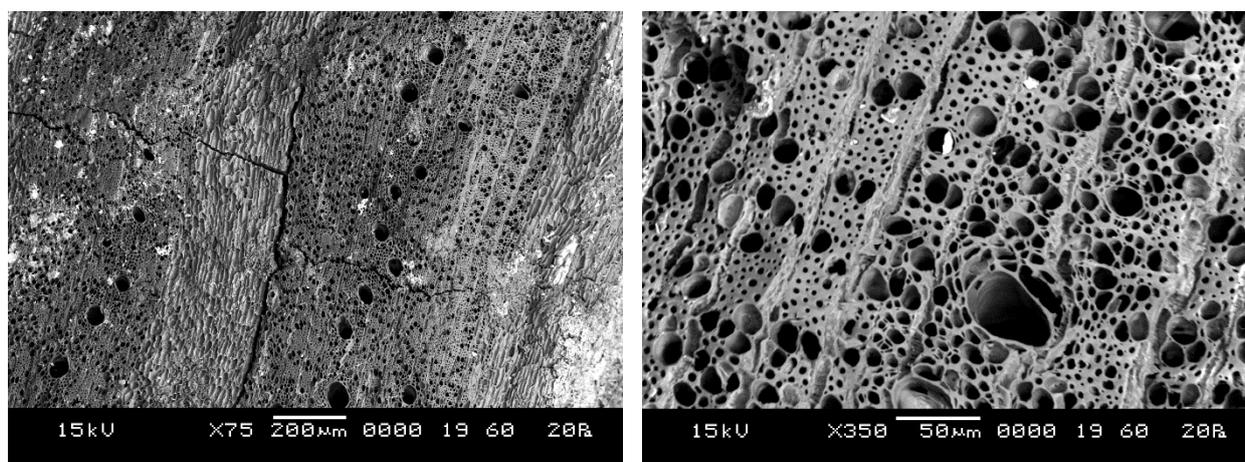


Figura 77. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Quercus* sp. perennifolio de Esplugón. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: detalle de la distribución del parénquima en el Plano Transversal.

5.20.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Los *Quercus* de tipo perennifolio son especies mediterráneas que crecen por toda la Península Ibérica salvo en zonas de clima netamente atlántico. *Q. coccifera* es un arbusto de hasta 2 m de altura, de corteza cenicienta y lisa y hojas dentado-espinosas, verde oscuro y brillantes. *Q. ilex* es un árbol de hasta 27 m de altura de copa ovoide o redondeada, generalmente poco densa, de corteza cenicienta y escamoso-agrietada (Castroviejo, 1986-2012). *Q. coccifera* rara vez supera los 900 msnm mientras que *Q. ilex* alcanza mayor altitud, llegando a los 1200 msnm. *Q. coccifera* crece en terrenos secos y soleados, pedregosos o laderas margosas, donde constituye matorrales densos e intrincados, que en muchos casos representan formaciones secundarias resultantes de la degradación de encinares o carrascales, a los que sustituye también tras los incendios, ya que es una especie pirófito. Crece con *Juniperus oxycedrus* y *Pistacia lentiscus*. Ocupa ampliamente la Depresión del Ebro, Somontanos y Prepirineo dando lugar a formaciones como *Quercetalia ilicis*, *Rhamno-Quercion cocciferae*, *Rhamno-Quercetum cocciferae*, etc (Villar et al., 2001).

Por su parte, *Q. ilex* es una especie muy afectada por la acción antrópica, explotada para la obtención de leña y la obtención de zonas de cultivo, por lo que se considera que su distribución actual está fuertemente diezmada por la acción humana. En la actualidad forma bosquetes en lugares secos y soleados en las tierras bajas y piedemontes. En la Península Ibérica crecen dos subespecies, siendo *Q. ilex* subsp. *ballota* la más extendida. Los encinares ocupan sustratos básicos, predominando las calizas o margas más o menos yesosas, lo que implica una mayor sequía edáfica (Costa et al., 1997). *Q. ilex* crece en zonas costeras o subcosteras de clima mediterráneo templado o algo húmedo. En el valle del Ebro viven en condiciones muy continentales y no llegan al fondo de la cubeta, demasiado seco, donde son sustituidos por el coscojar. En el estrato arbustivo destacan *Viburnum tinus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia*, *Arbutus unedo*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus communis*, *Erica arborea* y *Pistacia lentiscus*. En el Prepirineo se caracteriza por ir acompañada de boj (Villar et al., 2001).

Sus frutos, las bellotas, son comestibles. Las más dulces son las de la especie *Quercus ilex* subsp. *ballota*. En la actualidad son muy empleadas para la alimentación del ganado porcino y en menor medida, asadas, para la humana (Castroviejo, 1986-2012).

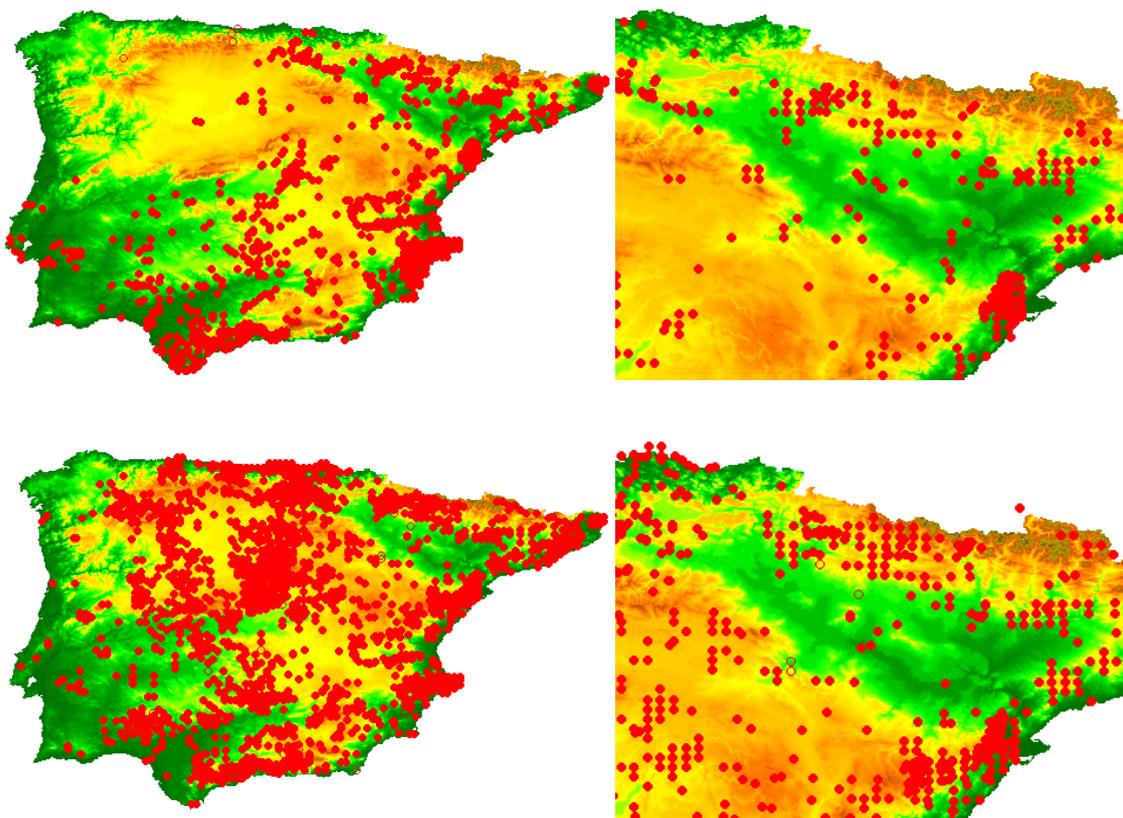


Figura 78. Distribución actual de las especies de tipo perennifolio del género *Quercus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Quercus coccifera* L. y *Quercus ilex*.

5.21. ROSACEAE/MALOIDEAE

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Rosaceae

SUBFAMILIA: Maloideae

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Crataegus monogyna Jacq. (Majuelo, Espino albar, Espino blanco)

Amelanchier ovalis Medik. (Guillomo)

Malus sylvestris Mill. (Manzano silvestre)

Sorbus domestica L. (Serbal común)

Sorbus aucuparia L. (Serbal de cazadores)

Sorbus aria (L.) Cranz (Mostajo)

Cotoneaster integerrimus Medik. (Membrillo falso, Griñolera)

Cotoneaster tomentosus (Aiton) Lindl. (Cornera, Griñolera)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Aizpea (*) (8), Artusia (*) (9), Balma Margineda (*) (21), Colls (**) (27), Esplugón (*) (14), Fem (*) (29), Filador (*) (28), Forat de la Conqueta (*) (23), Forcas II (*,**) (19), Kampanoste Goikoa (*) (3), Los Husos II (*) (4), Mendandia (*) (2), Vidre (*,**) (32).

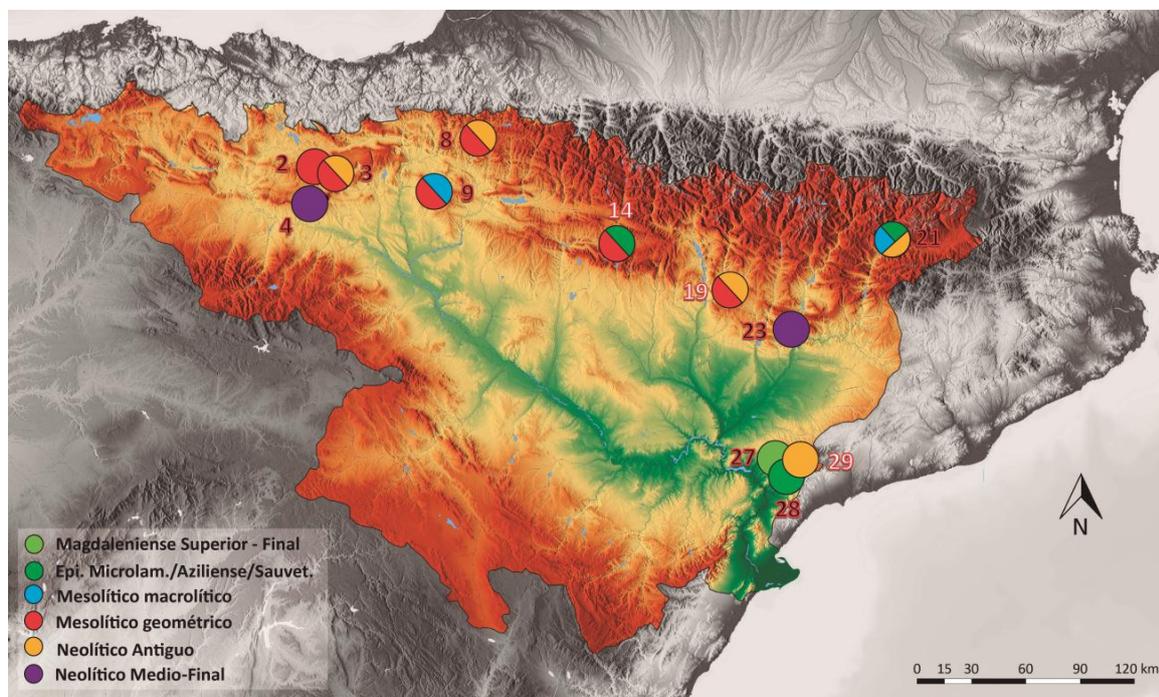


Figura 79. Presencia de Rosaceae/Maloideae en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.21.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa a semiporosa. Poros principalmente aislados, relativamente pequeños, numerosos, más o menos regularmente distribuidos. Parénquima apotraqueal, difuso, rara vez en cortas bandas tangenciales (Schweingruber, 1990).

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios tienen de 1 a 4 células de anchura aunque son generalmente bi o trisesiados. La altura de los radios llega hasta 15-35 células y varía mucho según las especies (Vernet et al., 2001). Las células de los radios son redondas o ligeramente ovaladas.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son prácticamente homogéneos aunque a menudo presentan una hilera de células cuadradas marginales. Algunas especies presentan radios más heterogéneos. Perforaciones simples. Engrosamientos espiralados finos ocasionalmente en los vasos (Greguss, 1959). El tejido se compone de fibrotraqueidas.

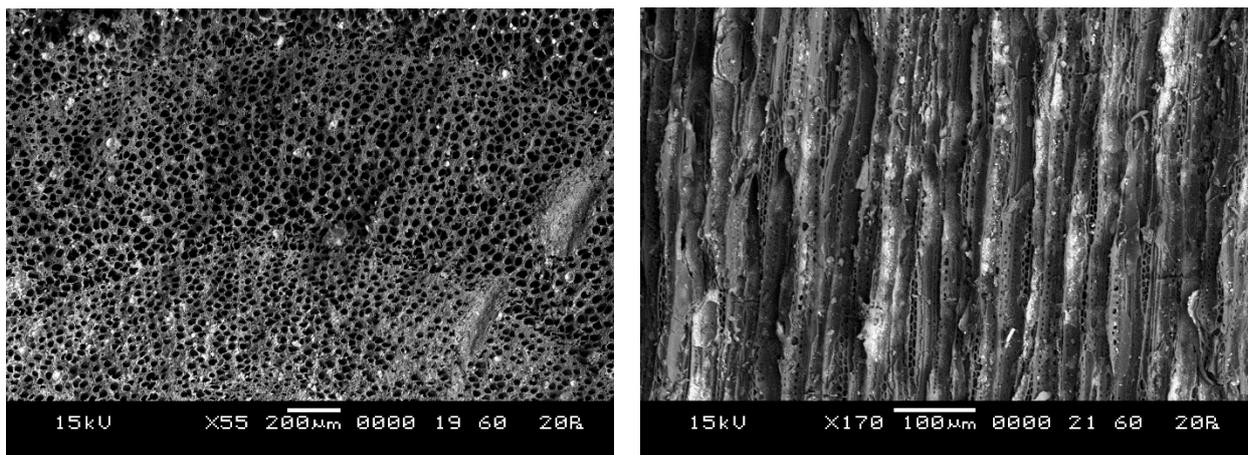


Figura 80. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de Rosaceae/Maloideae del Vidre. Derecha: Plano Transversal. Izquierda: Plano Longitudinal Tangencial.

La subfamilia de las Maloideas, dentro de la familia de las Rosáceas, agrupa un conjunto de géneros y especies que son difícilmente diferenciables entre sí en base a criterios anatómicos. A pesar de la completa tabla que ofrecen Vernet et al., 2001 (Tabla 5, p. 22), que recoge y sintetiza comparativamente los caracteres más diagnósticos de casi una decena de especies, tales como la repartición, el diámetro y la disposición de los poros en el plano transversal, la anchura y altura de los radios y su homogeneidad, el ya comentado en otros casos, solpamiento de caracteres y la observación de la colección de referencia y el material arqueológico ha puesto de manifiesto la poca aplicabilidad real de estos criterios, por lo que hemos decidido englobar estas especies bajo el taxón Rosaceae/Maloidae para referirnos a los fragmentos de carbón procedentes de esta subfamilia.

5.21.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Este género presenta una gran amplitud altitudinal en su distribución actual que va entre los 350-2500 msnm, acompañando a la vegetación eurosiberiana o submediterránea. El género *Cotoneaster* es el que crece a mayor altitud, en sitios rocosos y soleados, asociado a pinares de pino negro o matorrales de rododendro. *Amelanchier ovalis* es un arbusto muy extendido en la actualidad en nuestra área de estudio, propio de carrascales y quejigales aclarados y matorrales diversos en los que destacan especies como el boj y el erizón. Los serbales (género *Sorbus*), que muestran además una gran variedad específica, junto al manzano silvestre (*Malus sylvestris*) y el espino albar (*Crataegus monogyna*), crecen en orlas forestales y claros de bosques mixtos o pinares húmedos y frescos. En nuestra área de estudio se distribuyen especialmente por los Somontanos y Prepirineo (Villar et al., 2001). Algunas especies son muy apreciadas por sus frutos comestibles.

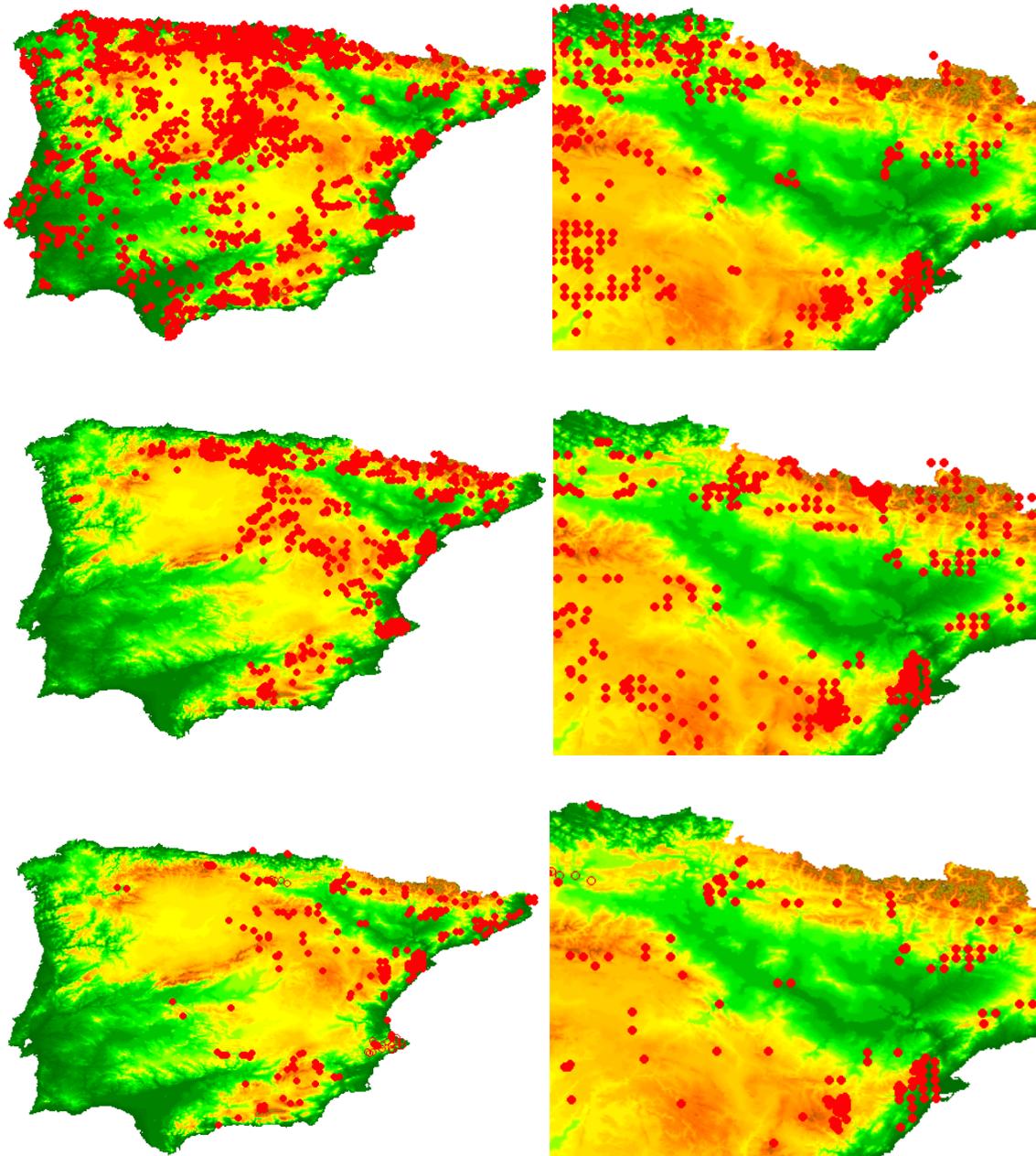


Figura 81. Distribución actual de algunas especies de la familia Rosaceae en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Crataegus monogyna* Jacq., *Amelanchier ovalis* Medik. y *Sorbus domestica* L.

5.22. *ROSMARINUS OFFICINALIS*

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Lamiaceae o Labiatae

GÉNERO: *Rosmarinus*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Rosmarinus officinalis L. (Romero)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Barranc d'en Fabra (**) (31), Chaves (*) (16), Fem (*,**) (29), Espantalobos (*) (15), Parco (*) (24), Pontet (*) (35).

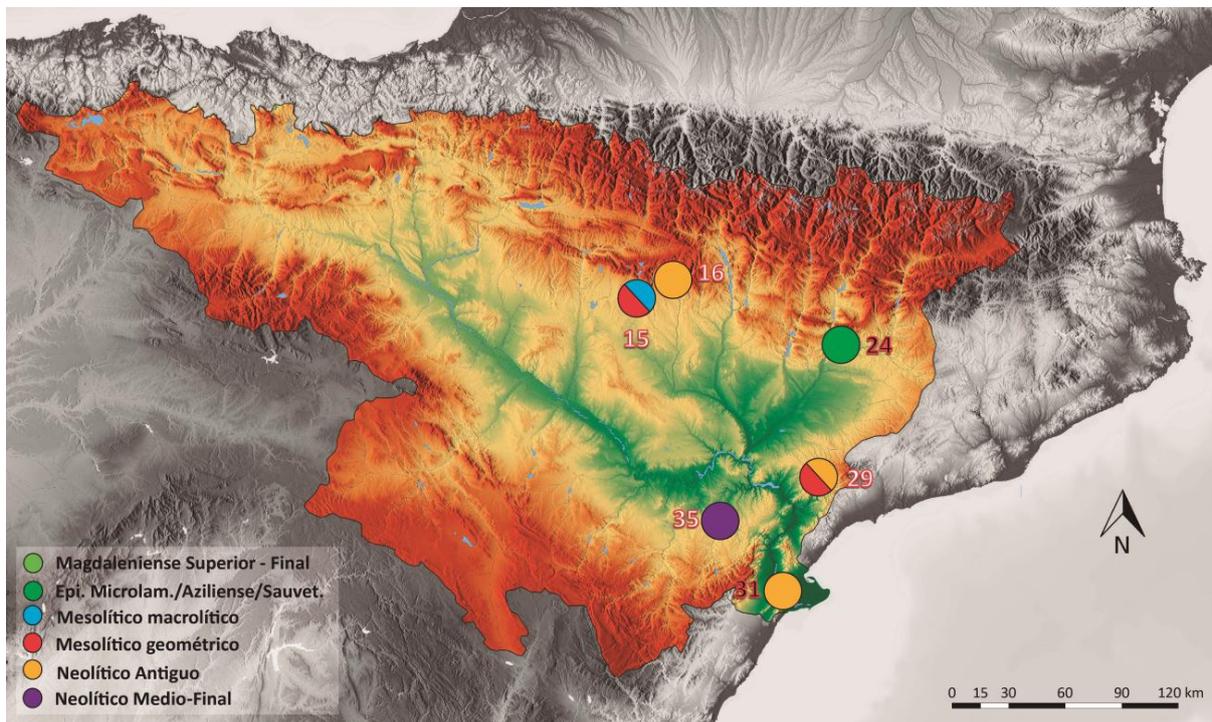


Figura 82. Presencia de *Rosmarinus officinalis* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.22.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera difusa a semiporosa. Los poros se agrupan principalmente en grupos irregulares o aparecen aislados asociados con el parénquima en agrupaciones dendríticas o diagonales. Parénquima paratraqueal, a veces forma amplias bandas tangenciales. Los límites de los anillos de crecimiento son ondulados.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios son uni a triseriados y de hasta 30 células de altura. Los radios agregados son frecuentes. Parénquima fusiforme. Puntuaciones intervasculares pequeñas, redondas a elípticas.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son heterogéneos de tipo 1 y 2, con varias filas de células cuadradas o erectas, y algunas filas de células procumbentes. Perforaciones simples. Engrosamientos espiralados en los vasos y las traqueidas vasculares. El tejido se compone de fibras libriformes y traqueidas vasculares (Greguss, 1959; Jaquiot et al., 1973; Schweinguber, 1990).

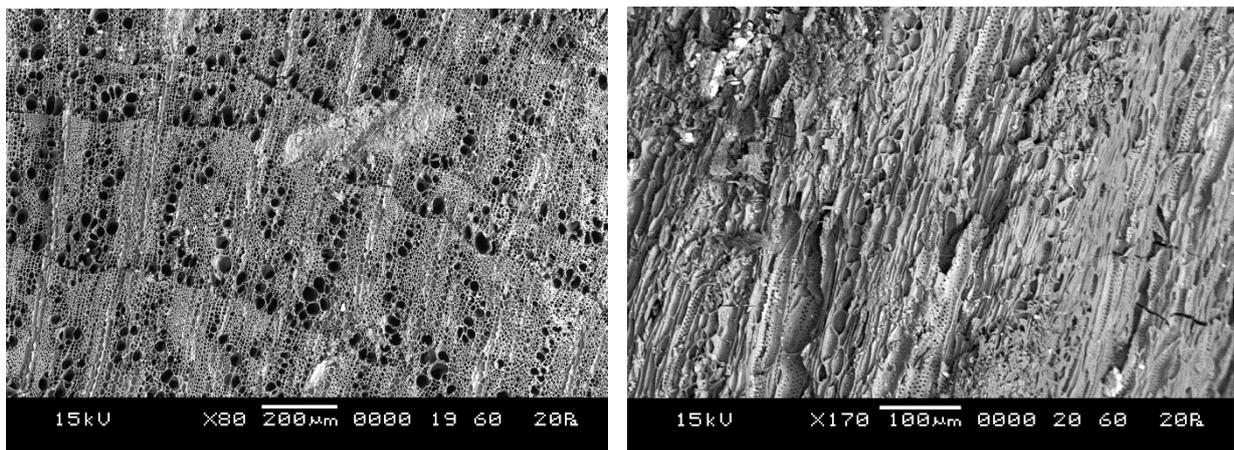


Figura 83. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Rosmarinus officinalis* de Fem. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

5.22.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de una planta leñosa arbustiva, erguida o achaparrada, que puede superar en ocasiones el 1,5 m de altura (Castroviejo, 1986-2012). Crece en formaciones arbóreas abiertas o dando lugar a matorrales en laderas secas, entre 300 y 1000 msnm, indicando los lugares más abrigados. Es indiferente al sustrato, aunque prefiere suelos calizos, margas o yesos. Suele sustituir a la carrasca después del fuego. En la Península Ibérica se extiende por toda la región mediterránea y sólo está ausente en el norte y noreste. Se extiende por la depresión del Ebro, los Somontanos y el Prepirineo (Villar et al., 2001). Es una planta aromática.

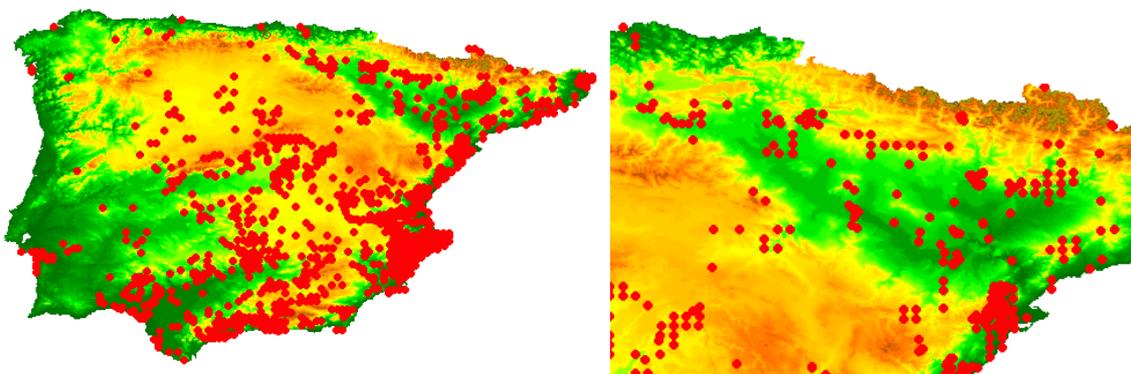


Figura 84. Distribución actual de *Rosmarinus officinalis* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30.

5.23. TAMARIX SP.

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Tamaricaceae

GÉNERO: Tamarix

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Tamarix africana Poir.

Tamarix canariensis Willd.

Tamarix gallica L.

(Taray, Tamariz o Tamarindo)

Presencia del taxón en el valle del Ebro Entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio:

Fem (*) (29).

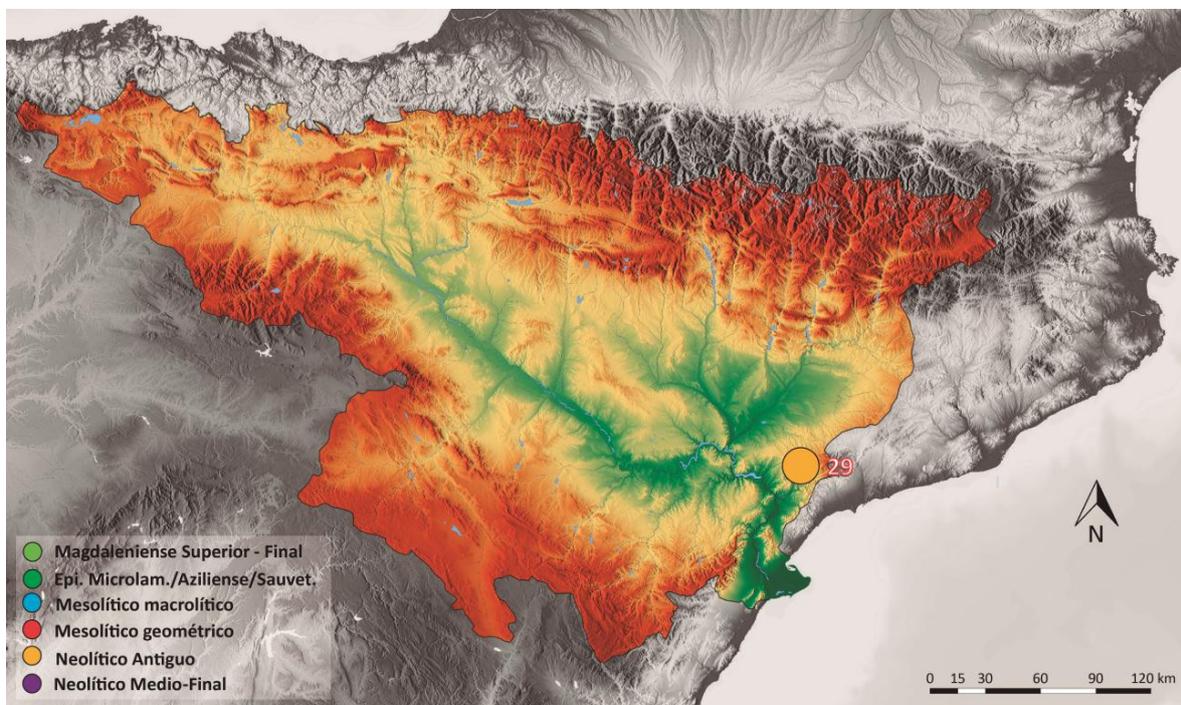


Figura 85. Presencia de *Tamarix* sp. en el valle del Ebro Entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio.

5.23.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera porosa a semiporosa. Poros aislados o en pequeños grupos. Parénquima paratraqueal vasicéntrico, en grandes grupos o anchas bandas tangenciales.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios tienen de 3-6 a 20 células de anchura y hasta 60 células de altura, alcanzando a veces hasta 2 mm. Parenquima estratificado y fusiforme.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son heterogéneos de tipo 1 con una o dos filas de células cuadradas o erectas. Perforaciones simples. Puntuaciones intervasculares numerosas y pequeñas. Tejido compuesto por fibras libriformes (Greguss, 1959; Jaquiot, 1973; Schweingruber, 1990).

Las diferentes especies del género *Tamarix* no se pueden distinguir en base a sus características anatómicas por lo que hemos englobado todos los fragmentos identificados bajo el taxón *Tamarix* sp

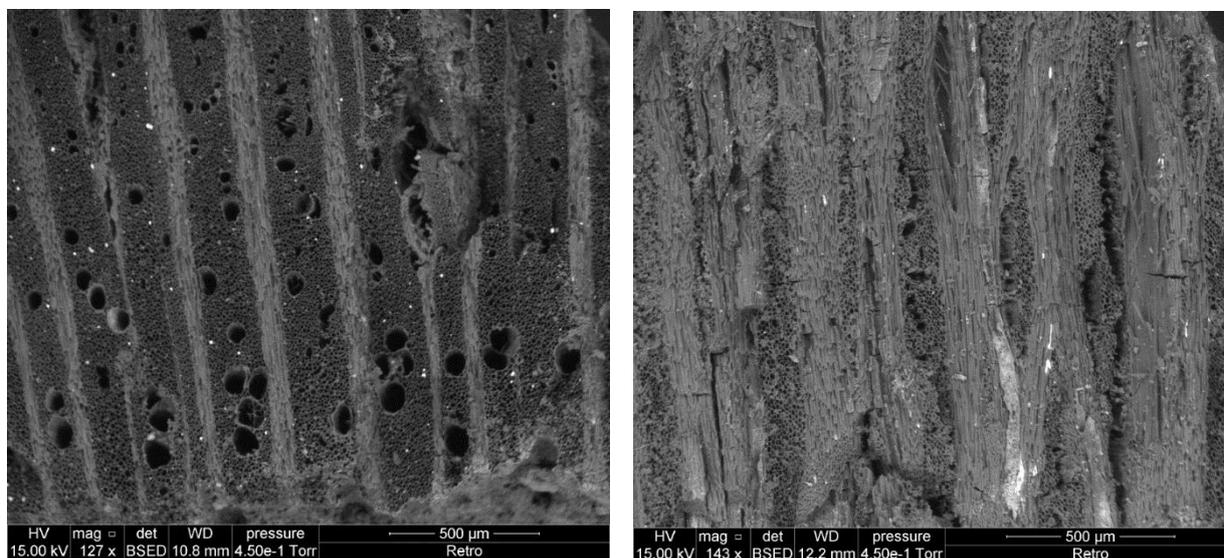


Figura 86. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Tamarix* sp. de Coves del Fem. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

5.23.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de arbustos o árboles pequeños, muy ramosos, aunque algunos ejemplares de *T. gallica* alcanzan 10 m de altura (Castroviejo, 1986-2012). *Tamarix* crece asociado a cursos de agua, en riberas y depresiones o depósitos de gravas fluviales. Toleran los suelos ricos en sales, especialmente algunas especies como *T. canariensis*, a los que se asocia actualmente su ecología. Prefiere los suelos inestables, estacionalmente encharcados o sometidos a períodos de evapotranspiración intensa. En estos ambientes que coloniza de forma exclusiva caracterizan las formaciones vegetales, como *Tamaricion africanae*, acompañados de especies más o menos halófilas. Forma parte de la vegetación típicamente mediterránea, por lo que se encuentra disperso por las zonas secas de la Península Ibérica, cobrando gran importancia en los paisajes ribereños de las zonas áreas y semiáridas (Costa et al., 1997). Pueden entrar en competencia o convivir con la saucedá arbustiva, tomando ventaja en condiciones de mayor aridez. La depresión del Ebro distintas especies de este género crecen en los Somontanos entre 350 y 550 msnm, aunque que sólo *T. gallica* forma extensos tarayales (Villar et al. 2001).

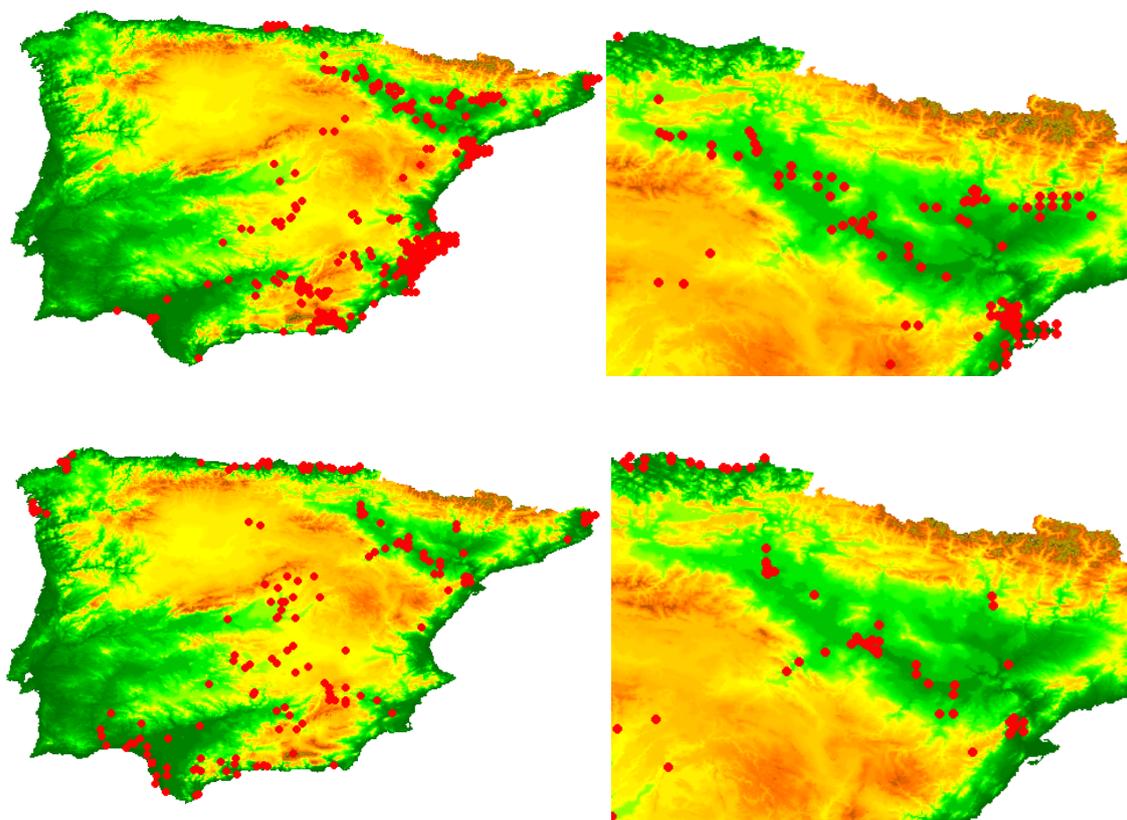


Figura 87. Distribución actual del género *Tamarix* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Tamarix africana* Poir. y *Tamarix canariensis* Willd.

5.24. *ULMUS* SP.

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Ulmaceae

GÉNERO: Ulmus

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Ulmus glabra Huds. (Olmo montano)

Ulmus minor Mill. (Olmo común)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Aizpea (*) (8), Artusia (*) (9), Balma Margineda (*) (21), Fem (*) (29), Los Husos I (*,**) (5), Los Husos II (*) (4), Peña Larga (*) (6), Sardo (*) (20).

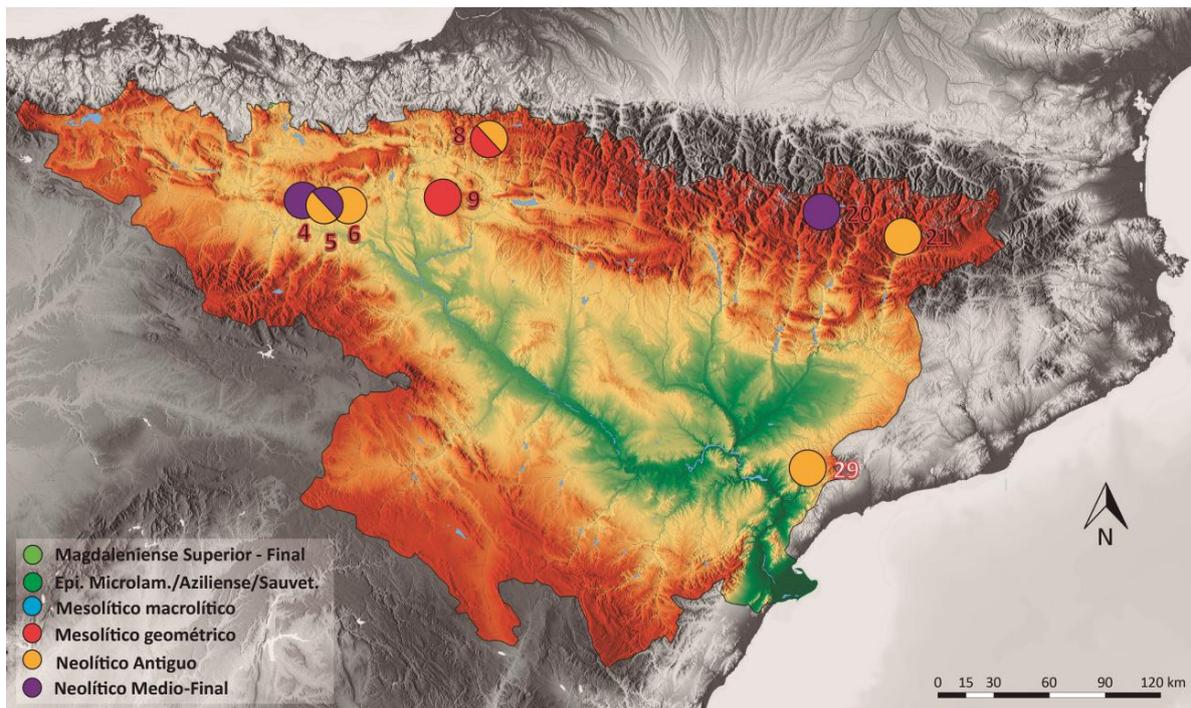


Figura 88. Presencia de *Ulmus* sp. en el valle del Ebro entre el tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.24.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera porosa. En la madera inicial se observan de 1 a 3 filas de poros. En la madera final los poros se agrupan en bandas tangenciales o ligeramente oblicuas compuestas por de 2 a 4 filas de poros, traqueidas vasculares y parénquima. Parénquima paratraqueal abundante en la madera inicial y entre los grupos de vasos de la madera final. Tíldes a veces presentes en la madera inicial (Vernet et al., 2001).

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios tienen habitualmente 4 o 5 células de anchura aunque aparecen radios de 2 a 7 células de anchura y una altura de entre 15-30 y 35-50 células (Greguss, 1959; Schweingruber, 1990). Puntuaciones intervasculares bastante grandes, redondas y numerosas.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son homogéneos u ocasionalmente heterogéneos de tipo 1 con una fila de células cuadradas marginales. Perforaciones simples. Gruesos engrosamientos espiralados en los vasos (Jaquiot, 1973). Tejido compuesto por fibras libriformes y traqueidas vasculares.

Las diferentes especies del género *Ulmus* no pueden ser distinguidas en base a sus características anatómicas por lo que hemos englobado todos los fragmentos identificados en el taxón *Ulmus* sp.

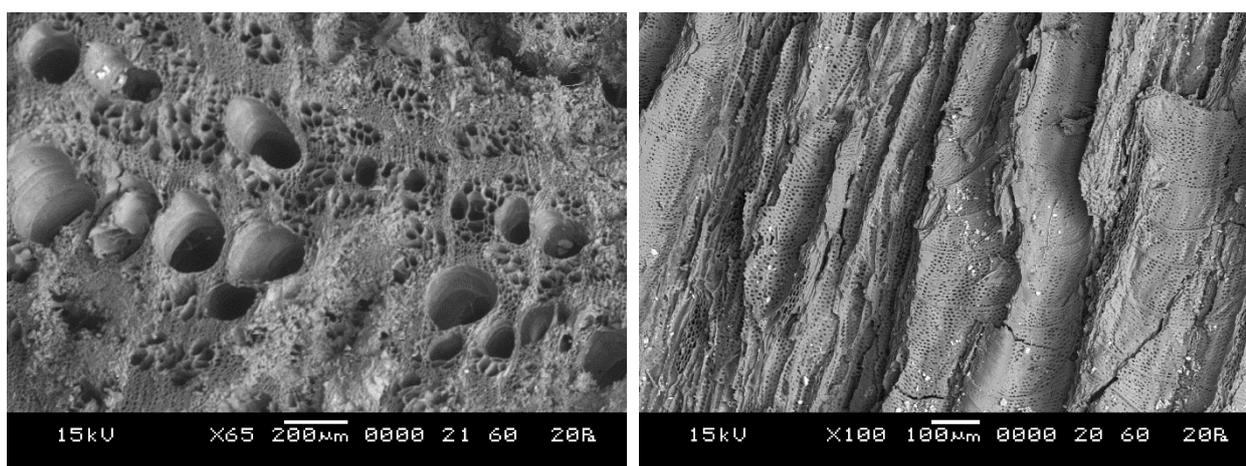


Figura 89. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Ulmus* sp. de Covas del Fem. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: Plano Longitudinal Tangencial.

5.24.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de árboles de hasta 30 o 40 m, de copa variable, ramas finas y corteza rugosa (Castroviejo, 1986-2012). Ambas especies son características de la orilla de los ríos y barrancos aunque *U. glabra* crece también en bosques mixtos, hayedos o abetales de forma aislada o formando pequeños grupos. *U. minor* da lugar a las comunidades riparias menos exigentes en humedad freática por lo que se suelen localizar alejados del cauce (Costa et al., 1997). Prefieren los suelos frescos y bien desarrollados. Forman parte de la vegetación eurosiberiana. *U. glabra* es característico del norte peninsular y las zonas montañosas del centro y el este como el Pirineo, donde se desarrolla entre los 1100 y 1800 msnm quedando relegado a menor altitud a algunas umbrías prepirenaicas. Por su parte, *U. minor* se encuentra ampliamente repartida por las zonas bajas de nuestro territorio y rara vez crece por encima de los 1000 msnm (Villar et al., 2001). Especies propias de comunidades arbustivas de borde y claro de bosque como *Prunus*, *Crataegus*, *Rosa* y *Rubus*, que forman parte escasamente de la olmeda bien desarrollada, se convierten en dominantes en etapas de degradación (Costa et al., 1997).

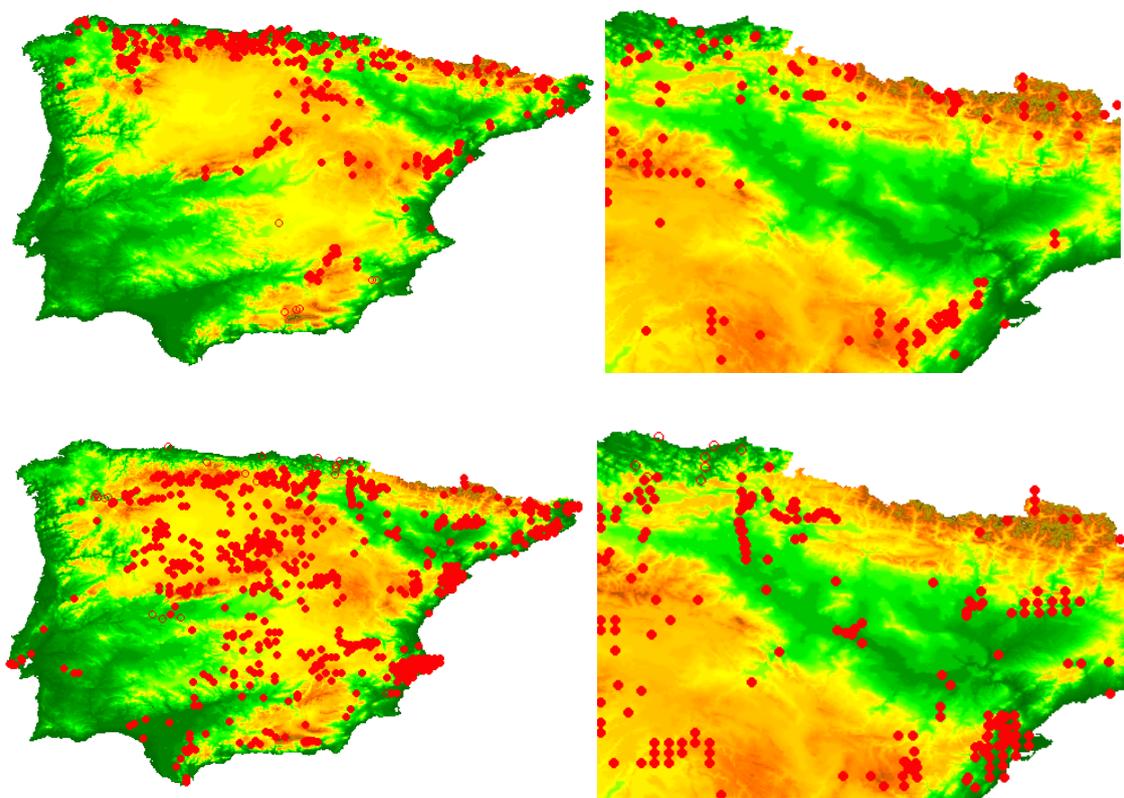


Figura 90. Distribución actual de algunas especies del género *Ulmus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Ulmus glabra* Huds. y *Ulmus minor* Mill.

5.25. *VITIS VINIFERA*

ANGIOSPERMAE

CLASE: Magnoliopsida

FAMILIA: Vitaceae

GÉNERO: *Vitis*

ESPECIE (NOMBRE COMÚN):

Vitis vinifera L. subsp. *vinifera*

Vitis vinifera L. subsp. *sylvestris*

(Vid, Parra o Lambrusquera)

Presencia del taxón en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio:

Fem (*) (29), Forat de la Conqueta (*) (23), Vidre (*) (32).

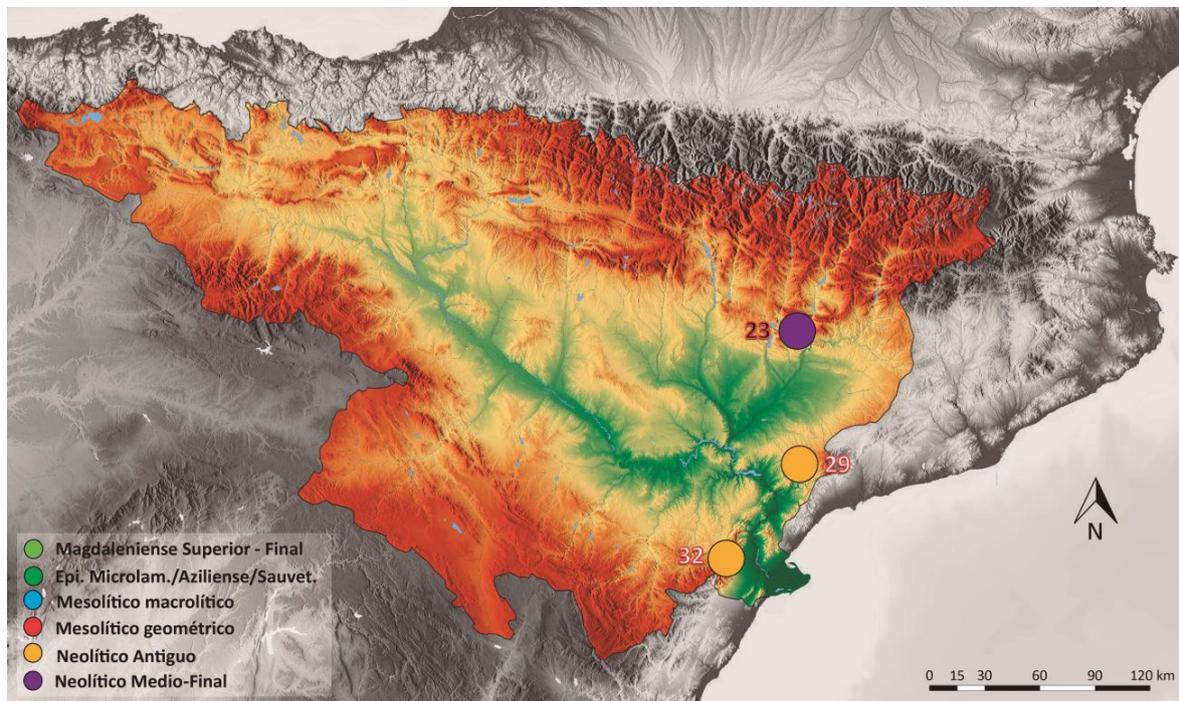


Figura 91. Presencia de *Vitis vinifera* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

5.25.1. Descripción anatómica.

Plano Transversal: Madera porosa, rara vez semiporosa. Poros en anillo discontinuo en la madera inicial y agrupados en filas radiales o pequeños grupos en la madera final. El límite de los anillos es bien visible y ligeramente ondulado. La presencia de tílides es frecuente en los poros de la madera inicial. Los anchos radios ocupan gran parte de la superficie en el plano transversal.

Plano Longitudinal Tangencial: Los radios tienen entre 5 y 20 células de anchura y alcanzan en ocasiones más de 2 mm de altura. Son frecuentes las células envolventes en los radios. Puntuaciones intervasculares grandes y numerosas, elípticas o escalariformes.

Plano Longitudinal Radial: Los radios son homogéneos o heterogéneos de tipo 1 y 2, a menudo con una o dos filas de células cuadradas o erectas marginales. Perforaciones simples en los vasos más grandes y perforaciones escalariformes, caracterizadas por unas barras muy anchas, en los vasos más pequeños (Greguss, 1959; Jaquiot, 1973; Schweingruber, 1990; Vernet et al., 2001).

A día de hoy la discriminación entre la subespecie silvestre (*Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris*) y la cultivada (*Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera*) en base a criterios biométricos (Terral, 2002) no resulta posible.

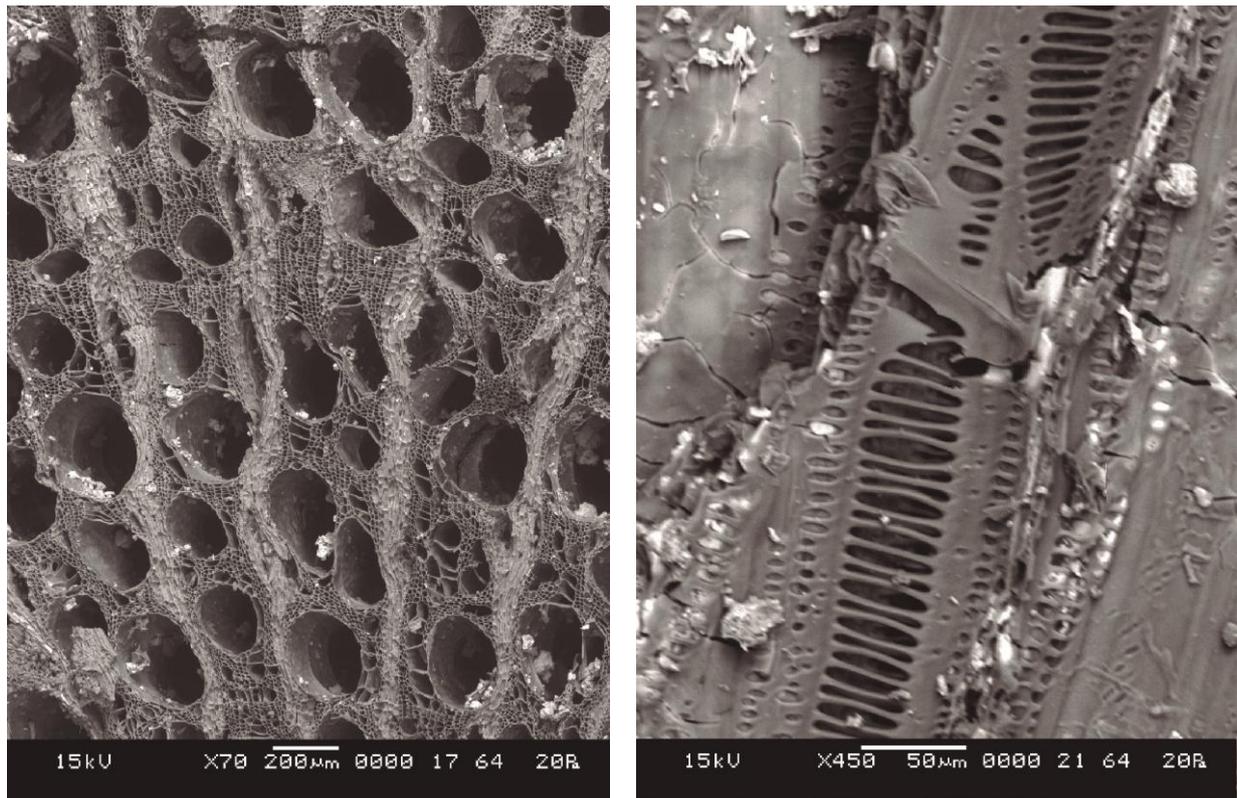


Figura 92. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Vitis vinifera* de Covas del Fem. Izquierda: Plano Transversal. Derecha: detalle de las perforaciones escalariformes de barras anchas en el Plano Longitudinal Tangencial.

5.25.2. Autoecología, distribución actual y aprovechamiento.

Se trata de una planta leñosa trepadora de tronco sinuoso que puede alcanzar grandes dimensiones (Castroviejo, 1986-2012). Crece de forma natural en sotos y riberas, en lugares umbríos y barrancos frescos, en alisedas, fresnedas, zarzales, melojares, alcornoques, quejigares, encinares y madroñales (Castroviejo, 1986-2012). Forma parte de la vegetación mediterránea y ya que ha sido ampliamente cultivada es difícil definir el área de distribución de la variedad silvestre.

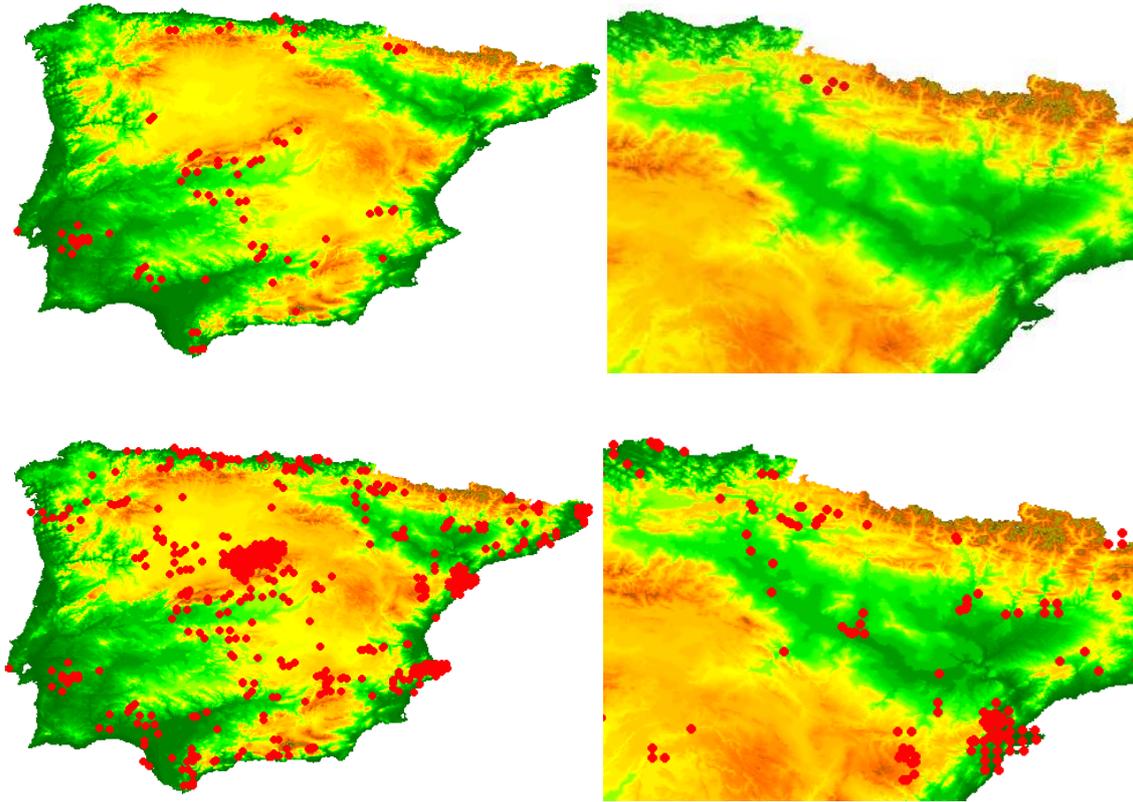


Figura 93. Distribución actual de la vid en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (C.C. Gmel.) Hegi y *Vitis vinifera* L.

Capítulo 6.

LAS SECUENCIAS

ANTRACOLÓGICAS:

PRESENTACIÓN DE DATOS.

En este capítulo se presentan los datos que constituyen el cuerpo central de este trabajo de tesis doctoral. Se han estudiado materiales procedentes de 15 yacimientos arqueológicos. Dada la proximidad geográfica de algunos de ellos y la complementareidad de los datos obtenidos, algunos de estos se analizan como partes de un conjunto, de forma que el resultado son 9 subcapítulos ordenados alfabéticamente: (7.1.) el conjunto del Arba de Biel (Biel, Zaragoza), que comprende los yacimientos de Legunova, Rambla de Legunova, Paco Pons y Peña 14; (7.2.) el conjunto del Arenal de Fonseca (Ladruñán, Teruel), que comprende los yacimientos de Ángel 1 y Ángel 2; (7.3.) el conjunto del Bajo Aragón (Caspé-Maella, Zaragoza), que comprende los yacimientos de Plano del Pulido y Pontet; (7.4.) la cueva de Chaves, (Bastarás, Huesca); (7.5.) el abrigo Espantalobos (Quicena, Huesca); (7.6.) el abrigo de Esplugón (Billobas-Sabiñánigo, Huesca); (7.7.) las covas del Fem (Uldemollins, Tarragona); (7.8.) el conjunto arqueológico de la Peña de las Forcas que comprende los abrigos de Forcas I y Forcas II (Graus, Huesca); y por último (7.9.) la cova del Vidre (Roquetes, Tarragona).

Todos estos yacimientos arqueológicos tienen en común estratigrafías, más o menos amplias, que se desarrollan entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio, comprendiendo ocupaciones humanas principalmente epipaleolíticas y neolíticas. Como se puede observar en la Figura 94 los yacimientos se concentran principalmente en dos áreas geográficas. Por un lado, en el área prepirenaica, de oeste a este, encontramos el conjunto del Arba de Biel (Biel, Zaragoza) en las primeras estribaciones de las Sierras Exteriores Prepirenaicas, el abrigo Espantalobos (Quicena, Huesca), que se ubica en el límite con la Depresión Central del Ebro y, casi en la misma latitud, el abrigo de Esplugón (Billobas-Sabiñánigo, Huesca), ubicado ya entre las Sierras Interiores y Exteriores; al este, la cueva de Chaves, (Bastarás, Huesca) se abre en la Sierra de Guara y finalmente los abrigos de Forcas I y II, los más orientales de los yacimientos prepirenaicos estudiados. Al sur del Ebro, en las estribaciones del Sistema Ibérico, encontramos el conjunto del Bajo Aragón (Caspé-Maella, Zaragoza) en los valles del Matarraña y el Guadalope y remontando este último, el conjunto del Arenal de Fonseca (Ladruñán, Teruel); hacia la desembocadura del Ebro, la cova del Vidre (Roquetes, Tarragona) se abre en lo alto de la sierra del Caró y cruzando de nuevo el río, en las estribaciones de la Cordillera Costero-Catalana, vertiendo hacia el valle, las también catalanas covas del Fem (Uldemollins, Tarragona).

Cada uno de los subcapítulos sigue el mismo esquema interno. En una primera parte se hace referencia a la caracterización del depósito arqueológico. Se comienza con la localización geográfica del yacimiento y la presentación del área de estudio especialmente centrada en el contexto biogeográfico actual. A continuación se repasa la historia de las investigaciones y caracteriza la intervención arqueológica. Posteriormente se realiza una descripción detallada de la estratigrafía del yacimiento y los materiales arqueológicos, así como la cronología del yacimiento tanto en su adscripción cultural como en su datación absoluta radiocarbónica. Cuando existen otros estudios de carácter bioarqueológico o paleoambiental se incluyen a continuación en su propio apartado. En una segunda parte se describe la metodología empleada en la recuperación de las muestras antracológicas y su representatividad. A continuación se presentan los resultados antracológicos tanto a nivel taxonómico como de las alteraciones de la anatomía de la madera registradas. Por último se realiza una interpretación de los resultados particulares del sitio.

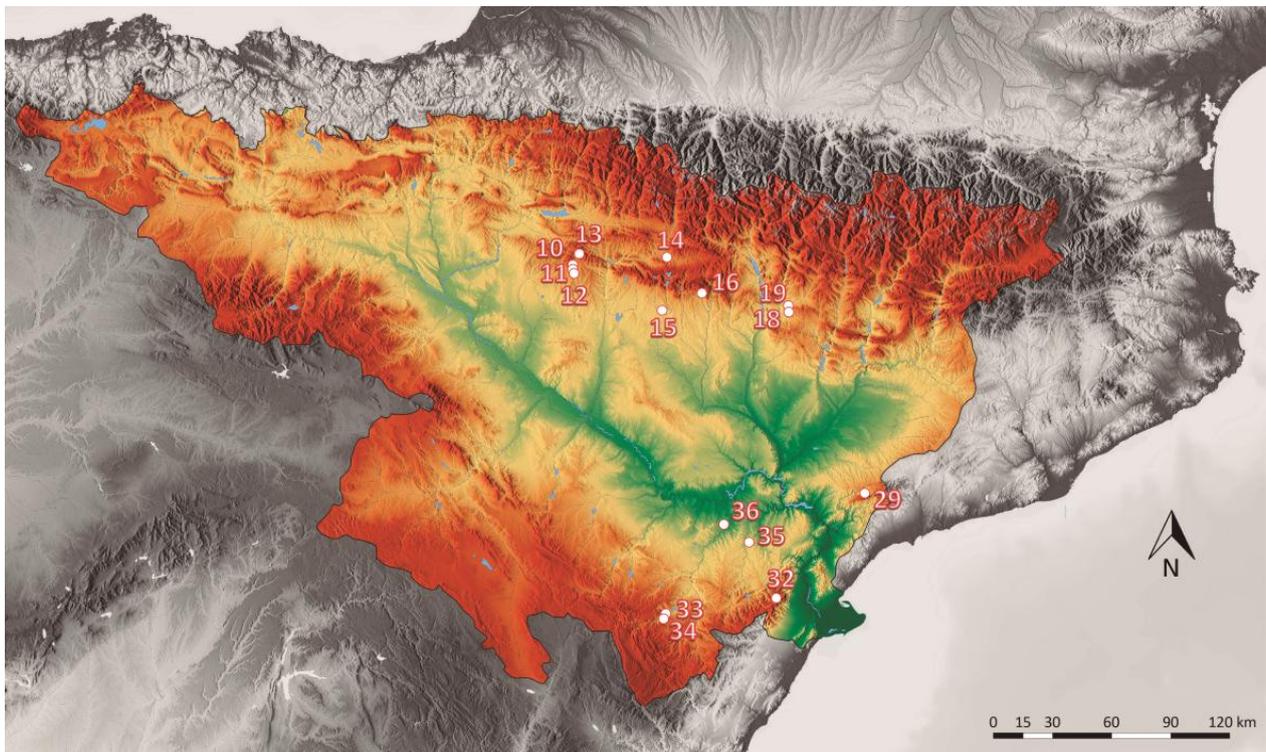
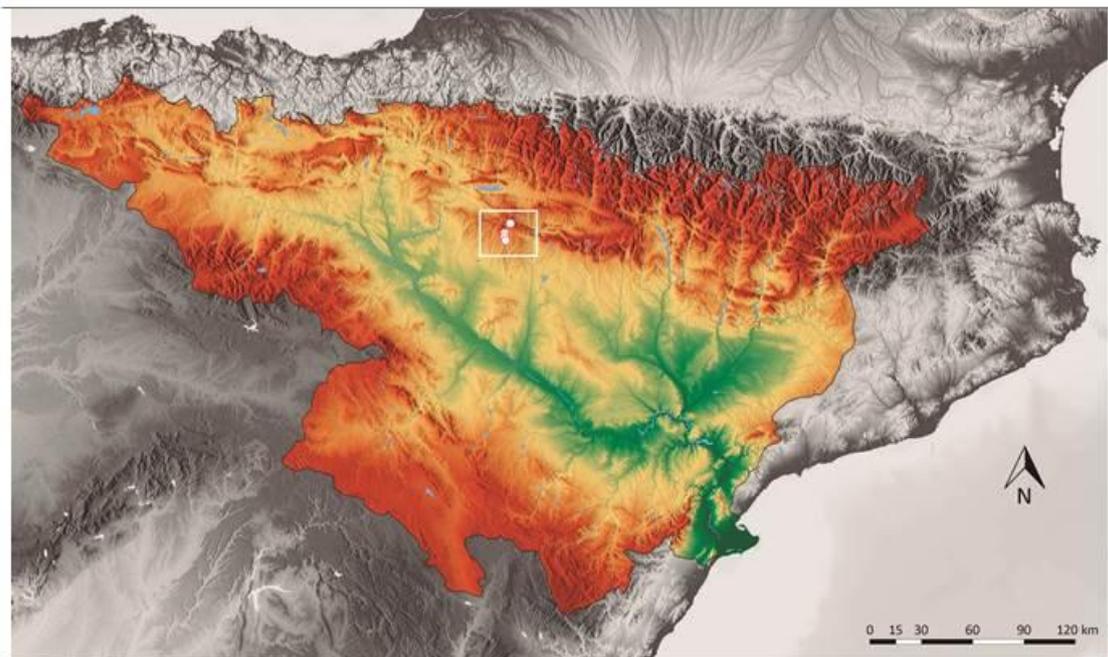


Figura 94. Localización de los yacimientos arqueológicos estudiados en este trabajo de tesis doctoral.

6.1. EL CONJUNTO DEL ARBA DE BIEL (BIEL, ZARAGOZA).



MDT05/MDT05-LIDAR.

Paso de malla de 5 m.

IGN MTN 50.

De la hoja 208: «Uncastillo»

Cota máxima de la hoja: 1522.61 mts.

Cota mínima de la hoja: 484.69 mts.

Paco Pons 30T 673972.94 E

4696389.86 N

Alt 1010 mts.

Peña 14 30T 669596.19 E

4694246.91 N

Alt. 755 mts.

Legunova 30T 669763.95 E

4692551.08 N

Alt 716 mts.

R. Legunova 30T 669789.76 E

4692376.15 N

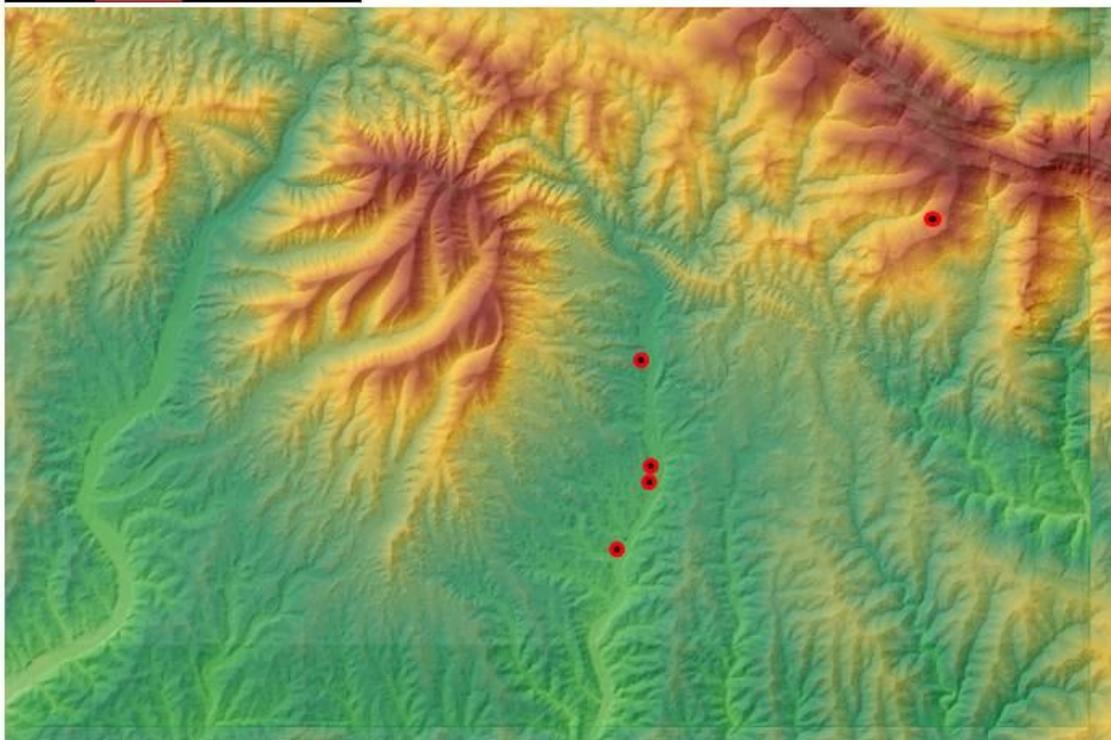
Alt. 714 mts.

Valcervera 30T 669325.04 E

4691298.59 N

Alt. 696 mts.

0 3100 6200 metros



6.1.1. Localización y contexto biogeográfico.

El conjunto del Arba de Biel se localiza en las primeras estribaciones de las Sierras Exteriores Prepirenaicas. Comprende 5 yacimientos arqueológicos que se concentran en el pequeño valle generado por el río con este mismo nombre, tributario en la margen izquierda del Ebro junto al Arba de Luesia y el Riguel, próximos a la zaragozana localidad de Biel (Zaragoza). En esta área se ha documentado una ocupación prehistórica recurrente entre el Magdaleniense y el Calcolítico (Montes et al., 2015a).

El terreno es montañoso pero no muy elevado. El fondo del valle se desarrolla en torno 700 msnm, altitud a la que se sitúan la mayoría de yacimientos que se distribuyen a lo largo de su cauce, mientras que las montañas que lo rodean alcanzan los 1500 msnm. Solo el abrigo de Paco Pons, que se localiza en la Sierra de Santo Domingo, algo alejado del resto, se encuentra a mayor altitud (1100 msnm). El río discurre de norte a sur a través de una densa red de barrancos y aunque el caudal medio es escaso, sufre periódicas avenidas. Hay un alto régimen de lluvias en la zona en comparación con áreas vecinas debido a la entrada de frentes atlánticos, con un promedio de aproximadamente 907 mm anuales de precipitación entre 1971 y 2007, lo que lo convierte en un enclave particularmente húmedo en el área prepirenaica. La temperatura media anual es de 11,6 C° y se encuentra, en cambio, dentro de los datos promedio de las sierras exteriores prepirenaicas. Todo esto da lugar a la existencia de un clima submediterráneo de transición con influencia continental.

La localización corológica de este conjunto de yacimientos los sitúa en el sector Somontano-Aragonés de la provincia de vegetación Aragonesa (Rivas Martínez, 1982). Nos encontramos en pleno corredor de transición entre los pisos bioclimáticos mesomediterráneo y supramediterráneo. El paisaje vegetal (Figura 95) está dominado por formaciones de *Quercus rotundifolia* y *Pinus sylvestris*. Aparecen bosques mixtos mediterráneos con *Quercus faginea*, *Buxus sempervirens* y *Juniperus communis* acompañando a *Quercus rotundifolia*, áreas repobladas con *Pinus nigra* y *Pinus halepensis* y áreas erosionadas con matorral mixto y praderas xerofíticas. A mayor altitud las diversas comunidades vegetales incluyen bosques de coníferas dominados por pinos de montaña (*Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*), hayedos (*Fagus sylvatica*), bosques mixtos caducifolios y bosques de ribera con *Quercus humilis*, *Quercus pubescens*, *Corylus avellana*, *Sorbus aria*, *Fraxinus angustifolia* y *Populus* sp.

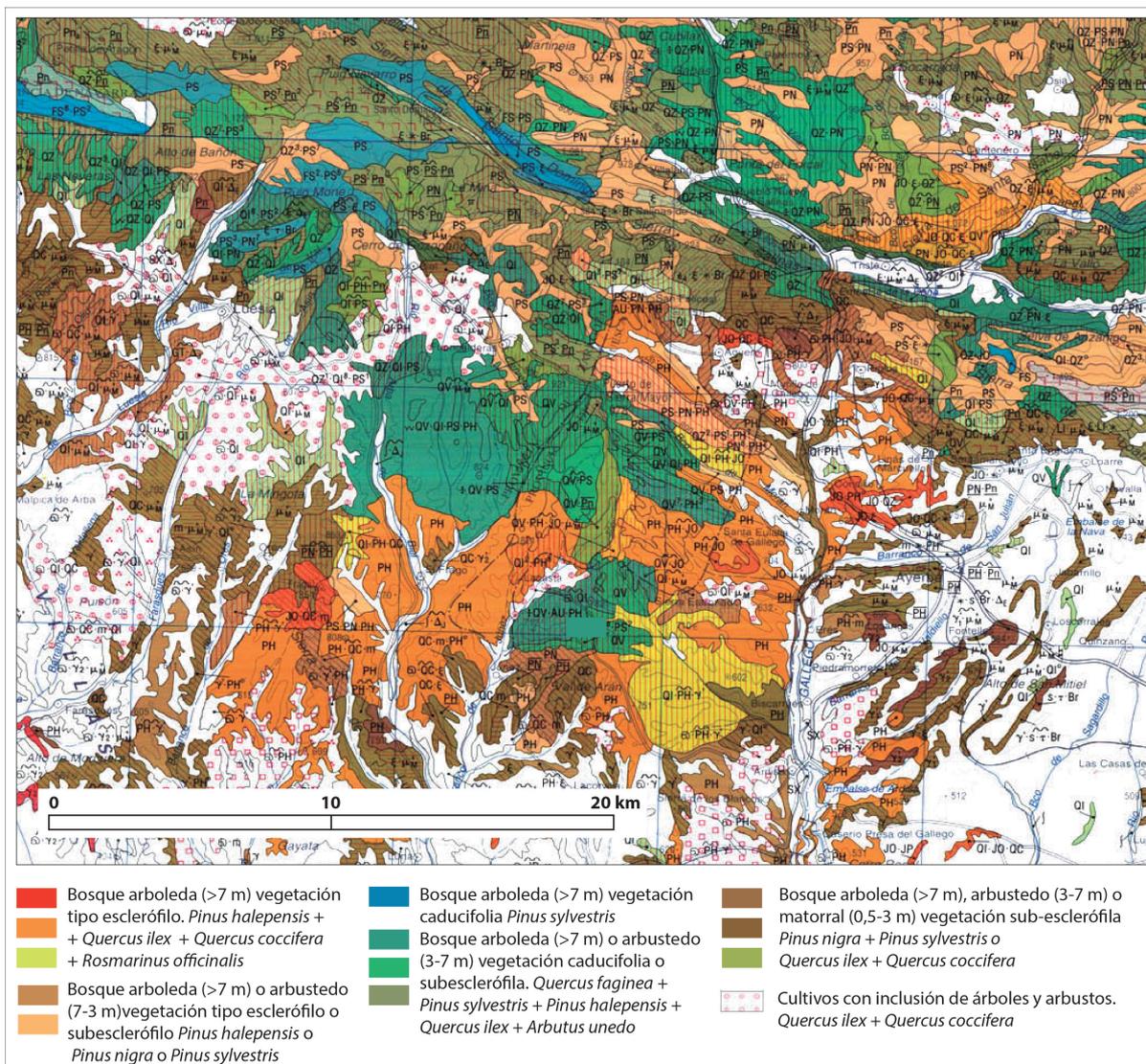


Figura 95. Vegetación actual del entorno según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 7-3 Tudela.

6.1.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.

El primer yacimiento localizado de este conjunto fue el abrigo de Peña 14. La existencia del yacimiento fue detectada por F. Compaired, guardia forestal de Luesia, durante los trabajos de limpieza de cunetas en la carretera A-1103 que une la localidad de Biel con la de Luna, y corroborada por J.I. Royo del Servicio de Patrimonio Cultural de la DGA en 1998 (Montes, 2001-2002). Las excavaciones en este conjunto comenzaron en 1999 bajo la dirección en un primer momento de L. Montes (Universidad de Zaragoza), a la que a continuación se unió R. Domingo. El resto de yacimientos de este conjunto fueron localizados gracias a la colaboración de los lugareños durante las campañas de excavación de los diferentes sitios de Biel. El segundo yacimiento en ser descubierto fue Paco Pons. Se encontraba en un mal estado de conservación por la apertura de una pista forestal que había afectado a parte del depósito y fue sondeado en el año 2000. Al año siguiente, 2001, se realizaron catas para peritar el abrigo de Legunova y, en 2002, en el Rambla de Legunova, situado a escasos metros del anterior y que se descubrió al estar cortado por un camino que conduce a una terraza cultivada.



Figura 96. Rambla de Legunova al acabar los trabajos arqueológicos de 2011 (Montes y Domingo, 2016).

Por último, el abrigo de Valcervera fue descubierto y sondeado en 2004. En total se han desarrollado hasta la fecha 10 campañas de excavación: 2 en Peña 14 (1999, 2000), 2 en Paco Pons (2000, 2001), 3 en Legunova (2002, 2003, 2004), 3 en Valcervera (2004, 2009, 2010) y 7 en Rambla de Legunova (2003, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013).

Todos los yacimientos se excavaron previa cuadrícula del terreno, en unidades de metro cuadrado numeradas con dígitos pares correlativos (2, 4, 6,...) y letras mayúsculas (A, B, C,...) subdivididas a su vez en 9 sectores de 33x33 cms. La excavación se realizó por tallas de 10 cm o semitallas de 5 cm de potencia afectando a cada uno de los sectores pero siempre respetando los cambios de nivel. En cada uno de los yacimientos se estableció un punto referencia (punto cero) que constituyó el punto de partida de la cuadrícula y a partir del cual se estimaron las profundidades usando un nivel (Montes y Domingo, 2001-2002).

6.1.3. Estratigrafía, cronología y materiales.

Hasta la fecha se ha atestiguado la presencia de ocupaciones del Magdaleniense superior/final hasta el Neolítico final o Calcolítico. Lo que viene a significar seis unidades culturales reconocidas en cinco yacimientos con doce niveles de ocupación o funerarios fechados mediante treinta y cuatro dataciones C14 (Montes y Domingo, 2013). En la tabla (Tabla 9) se pueden ver los periodos cronoculturales representados en cada yacimiento.

Estos abrigos constituyen espacios habitacionales ocupados por pequeños grupos cazadores-recolectores, algunos de ellos reutilizados como depósitos funerarios en las últimas visitas al valle en época prehistórica. La ocupación del abrigo de Paco Pons, algo alejado del resto, parece estar relacionada con la explotación neolítica y calcolítica de afloramientos de mineral de cobre (Montes et al., 2015a).

Los 5 yacimientos que se describen a continuación comprenden diferentes ocupaciones con niveles de habitación comprendidos entre el Magdaleniense final y el Neolítico avanzado además de dos enterramientos múltiples del Neolítico final y Calcolítico.

El abrigo de Peña 14

Peña 14 (755 msnm) se localiza a escasos metros del cauce del Arba de Biel, en la transición entre la sierra de Santo Domingo y el piedemonte, donde se generan resaltes de conglomerados y areniscas. Se trata de un abrigo orientado al este, de pequeñas dimensiones que se formaría por erosión diferencial de un estrato margoso bajo las areniscas que formarían la visera, desaparecida en la actualidad. A continuación detallamos su estratigrafía (Montes, 2001-2002):

- *Nivel superficial*. Capa amarillenta y muy compacta, formada por arcillas y arenas, prácticamente estéril arqueológicamente, sólo contiene algunos materiales que procederán de zonas más altas del abrigo.

- *Nivel a*. Capa masiva, menos compacta, de color grisáceo, con carbonillos dispersos por todo el depósito en concentraciones variables y plaquetas de arenisca quemadas. Contenía restos de talla, soportes laminares de sílex y algunos microlitos geométricos en forma de trapecios de abruptos con uno o dos lados cóncavos (Montes y Domingo, 2013). Este nivel arqueológico, del que disponemos de una única datación sobre un fragmento indeterminado de carbón que fecha la ocupación en el 8474 ± 73 cal BP, se adscribe al Mesolítico geométrico.

- *Nivel b*. Composición arenosa con clastos de arenisca procedentes de la visera. La industria lítica se compone de piezas retocadas mediante muescas, muchas de ellas inversas, sobre soportes amorfos y poco cuidados. Con cuatro dataciones comprendidas entre el 9864 ± 203 y el 8853 ± 127 cal BP esta ocupación se adscribe al Mesolítico de muescas y denticulados.

- *Nivel c*. Capa de arenas amarillentas arqueológicamente estéril.

- *Nivel d*. Capa de arenas masivas grisáceas que entregó una abundante industria lítica para la que se propone una filiación sauveterroide (Montes y Domingo, 2013). Entre los materiales líticos destacan raspadores, buriles y laminitas de dorso. Las tres dataciones disponibles fechan esta ocupación entre el 12543 ± 162 y el 11805 ± 296 cal BP.

- *Nivel e*. Capa arenosa de color amarillento con intrusiones de arcilla muy decantada en algunas zonas. Es una capa arqueológicamente estéril que constituye la base del yacimiento.

Yacimiento	Nivel	EC	Data	σ	Ref. laborat.	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
Legunova	q	MF	12500	90	GrA-22089	15210-14170	C	AMS	Montes y Utrilla, 2008
Legunova	q	MF	12060	60	GrA-24296	14090-13730	C	AMS	Montes y Utrilla, 2008
Legunova	q	MF	11980	80	GrA-22087	14060-13620	C	AMS	Montes y Utrilla, 2008
Legunova	q	MF	11780	60	GrA-27843	13770-13450	C	AMS	Montes y Utrilla, 2008
Legunova	q	MF	11640	60	GrA-27841	13610-13330	C	AMS	Montes y Utrilla, 2008
Legunova	q	MF	11240	60	GrA-27846	13230-12990	C	AMS	Montes y Utrilla, 2008
Legunova	m	EM/AZI	10760	60	GrA-24293	12760-12600	C	AMS	Domingo y Montes, 2009
Legunova	2	MMD	8800	40	GrA-24294	10010-9650	C	AMS	Montes, 2004
Legunova	1	MMD	8250	60	GrA-22086	9460-9020	C	AMS	Montes, 2004
Legunova	1	MMD	8200	50	GrA-24292	9340-8980	C	AMS	Montes, 2004
Paco Pons	2	N	6045	45	GrA-19295	7030-6750	C	AMS	Montes y Domingo, 2016
Paco Pons	2	N	6010	45	GrA-19294	6970-6730	C	AMS	Montes y Domingo, 2016
Paco Pons	1	CAL	3890	100	GrN-25997	4590-4030	Hh	conv	Montes y Domingo, 2016
Peña 14	d	SAU	10630	100	GrN-26000	12780-12340	C	conv	Montes, 2001-02
<i>Peña 14</i>	<i>d</i>	<i>SAU</i>	<i>10430</i>	<i>190</i>	<i>GrN-26001</i>	<i>12550-11910</i>	<i>C</i>	<i>conv</i>	<i>Montes, 2001-02</i>
<i>Peña 14</i>	<i>d</i>	<i>SAU</i>	<i>10160</i>	<i>130</i>	<i>GrN-25096</i>	<i>12320-11240</i>	<i>C</i>	<i>conv</i>	<i>Montes, 2001-02</i>
<i>Peña 14</i>	<i>b</i>	<i>MMD</i>	<i>8780</i>	<i>110</i>	<i>GrN-25098</i>	<i>10260-9460</i>	<i>C</i>	<i>conv</i>	<i>Montes, 2001-02</i>
<i>Peña 14</i>	<i>b</i>	<i>MMD</i>	<i>8340</i>	<i>130</i>	<i>GrN-25097</i>	<i>9600-9000</i>	<i>C</i>	<i>conv</i>	<i>Montes, 2001-02</i>
Peña 14	b	MMD	8000	90	GrN-25998	9130-8570	C	conv	Montes, 2001-02
Peña 14	b	MMD	8000	80	GrN-25999	9110-8590	C	conv	Montes, 2001-02
Peña 14	a	MG	7660	90	GrN-25094	8630-8310	C	conv	Montes, 2001-02
Ramb. de Leg.	2	MG	7260	45	GrA-61768	8200-7960	H	AMS	Montes <i>et al.</i> , 2015
Ramb. de Leg.	2	MG	7235	45	GrA-47886	8200-7920	C	AMS	Montes <i>et al.</i> , 2015
Ramb. de Leg.	2	MG	7225	40	GrA-64001	8180-7940	H	AMS	Montes y Domingo, 2016
Ramb. de Leg.	1n	N	6295	40	GrA-51971	7300-7140	H	AMS	Montes y Domingo, 2016
Ramb. de Leg.	1	N	5670	60	GrA-52691	6620-6300	H	AMS	Montes y Domingo, 2016
Ramb. de Leg.	1	N	5440	35	GrA-51860	6320-6160	H	AMS	Montes y Domingo, 2016
Ramb. de Leg.	1	N	5175	40	GrA-52086	6020-5860	H	AMS	Montes y Domingo, 2016
Ramb. de Leg.	1	N	4815	40	GrA-49388	5640-5440	H	AMS	Montes y Domingo, 2016
Ramb. de Leg.	b	N	4595	40	GrA-49356	5560-5040	Hh	AMS	Montes y Domingo, 2016
Ramb. de Leg.	b	N	4545	45	GrA-49388	5390-4990	Hh	AMS	Montes y Domingo, 2016
Valcervera	b	MG	7035	45	GrA-45763	7970-7770	H	AMS	Domingo y Montes, 2009
Valcervera	b	MG	6995	40	GrA-45783	7980-7700	H	AMS	Domingo y Montes, 2009
Valcervera	b	MG	6815	45	GrA-27876	7730-7570	C	AMS	Domingo y Montes, 2009

Tabla 9. Dataciones radiocarbónicas a partir de Montes, 2001-2002; 2004; Utrilla y Montes, 2008; Domingo y Montes, 2009; Montes *et al.*, 2015a; Montes y Domingo, 2016. C: Carbón, H: Hueso, Hh: Hueso Humano. En cursiva dataciones con una desviación superior a 100. MF: Magdaleneinse Final, EM: Epipaleolítico Microlaminar, AZI: Aziliense, SAU: Sauveterriense, MMD: Mesolítico de muescas y denticulados, MG: Mesolítico Geométrico, N: Neolítico, CAL: Calcolítico. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer *et al.*, 2013).

El abrigo de Legunova

El abrigo de Legunova (716 msnm) se sitúa en la margen derecha del Arba de Biel, junto al cauce del río, que en ocasiones inunda la terraza sobre la que se localiza. La roca arenisca en la que se abre el abrigo, con una orientación sur, sirvió como cantera para la extracción de piedra en los años 60. Reúne unas excelentes condiciones de habitabilidad y se interpreta como un verdadero lugar de asentamiento, posiblemente estacional. Su estratigrafía es la siguiente (Montes 2004; 2005):

- *Nivel 1.* Relleno de limos marrones con precipitación de carbonatos, con clastos de arenisca a menudo quemados, pequeños cantos y carboncillos dispersos, que aparece inmediatamente por debajo de la roca que sirvió de visera. La pobre industria lítica entregada y las dos dataciones disponibles (9163 ± 86 y 9244 ± 107 cal BP) encuadran la ocupación en el Mesolítico de muescas y denticulados.
- *Nivel 2.* Alternancia de limos con arcillas masivas amarillentas y carbonatadas con inclusiones de pequeños cantos y clastos de arenisca. Con una datación de 9831 ± 82 cal BP se adscribe también a un Mesolítico de muescas y denticulados.
- *Nivel m.* Capa de limos compactados de color marronáceo claro con pequeños cantos y clastos de arenisca algunos de ellos rubefactados y carboncillos dispersos. Con una única datación radiocarbónica en el 12740 ± 59 cal BP ha entregado raspadores y hojitas de dorso en la industria lítica. La ocupación se atribuye al Aziliense o al Epipaleolítico microlaminar.
- Nivel p. Paquete de limos compactados amarillentos y masivos arqueológicamente estéril.
- Nivel q. Capa de limos masivos con muchos carboncillos dispersos que presenta una cierta acumulación de clastos areniscos a modo de “pavimento”. La industria lítica entregada se compone de laminitas de dorso, raspadores y buriles. Aparece también industria ósea, que incluye una azagaya monobiselada y un posible punzón. Con seis dataciones comprendidas entre el 14808 ± 321 y el 13138 ± 102 cal BP se adscribe al Magdaleniense Final.
- Nivel r. Paquete de limos arcillosos amarillentos y masivos arqueológicamente estéril.

El abrigo de Rambla de Legunova

Rambla de Legunova (714 msnm) es un abrigo rocoso, un taffoni poco profundo abierto en un paleocanal de arenisca, que hoy ha perdido por completo la visera. Orientado al este y situado en la margen derecha del barranco de Legunova, se sitúa unos 100 metros al sur del abrigo de Legunova. La secuencia arqueológica, que se describe a continuación, presenta diferencias entre la parte sur, que contiene la ocupación principal, y la parte norte, que contiene una pequeña intrusión funeraria (Domingo y Montes 2009; Montes y Domingo, 2016):

- *Nivel a.* Depósito de matriz arenosa con algunas arcillas y coloración clara arqueológicamente estéril. Aparece en ambas zonas del abrigo bajo el nivel superficial que soportaba la cubierta vegetal.
- *Nivel 1.* Compuesto por limos masivos y compactos de color ceniciento y areniscas quemadas. Ha entregado geométricos, entre los que destacan los segmentos de doble bisel y los triángulos y trapecios con retoque abrupto, microburiles y cerámicas, mayoritariamente lisas. Con cuatro dataciones comprendidas entre el 6468 ± 70 y el 5545 ± 49 cal BP correspondería a un momento final del Neolítico antiguo o a un Neolítico medio. En la zona norte, donde aparecen varios fragmentos con decoración cardial y una fecha más antigua que las de la zona sur 7225 ± 37 cal BP, recibe el nombre de *nivel 1n*.
- *Nivel 2.* Subyacente al nivel 1, no presenta cambios respecto a su composición. Aparecen algunos microlitos geométricos de retoque abrupto y microburiles. Con tres dataciones radiocarbónicas comprendidas entre 8088 ± 57 y 8063 ± 63 cal BP se adscribe al Mesolítico Geométrico.

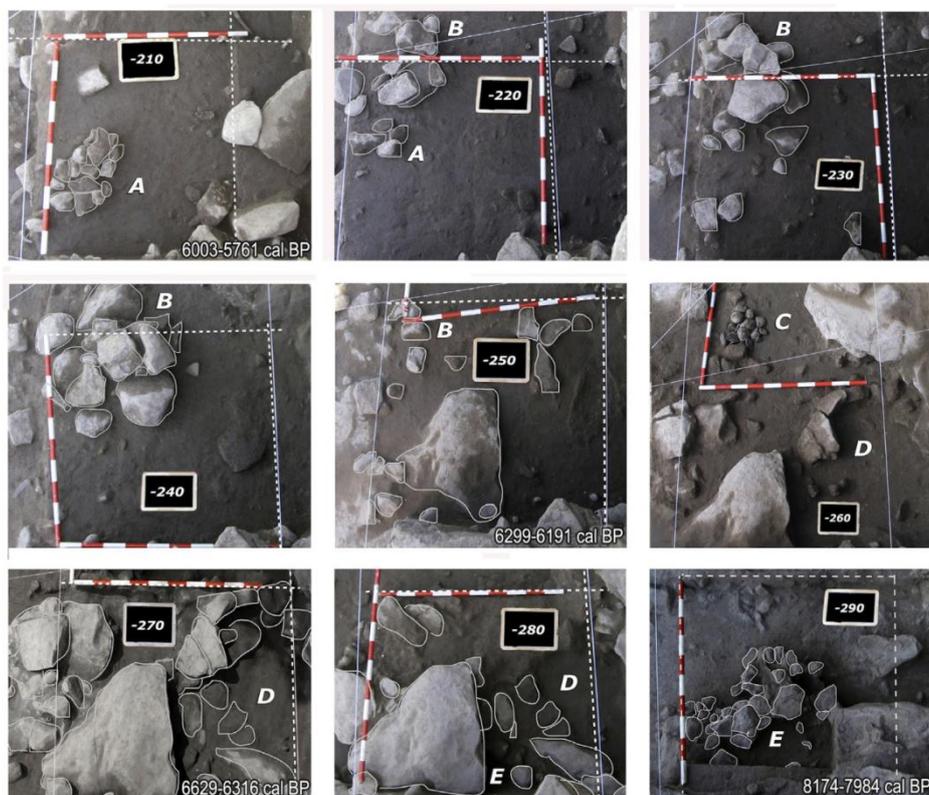


Figura 97. Sucesión de hogares en Rambla de Legunova según de Montes et al., 2015a.

- *Nivel b*. Capa arqueológica compuesta por limos marronáceos con algunos fragmentos de arenisca descompuesta que aparece únicamente en la parte norte. Constituye una intrusión de carácter funerario donde aparecen restos humanos de un enterramiento múltiple y dos trapecios de retoque abrupto. Con dos dataciones radiocarbónicas, 5195 ± 101 y 5297 ± 36 cal BP, se adscribe al Neolítico final.

Aunque los materiales ofrecidos por los diferentes niveles arqueológicos son en general bastante escasos, se documenta la presencia de una serie de hogares superpuestos (Figura 97) compuestos por agrupaciones de piedras, que se asocian con una ocupación estacional pero recurrente el abrigo (Montes et al., 2015a).

El abrigo de Valcervera

Completa el conjunto de abrigo situados en torno al cauce del río Arba de Biel el abrigo de Valcervera (696 msnm). Con un único nivel excavado (*Nivel b*) en el que se dispone de tres dataciones comprendidas entre el 7879 ± 48 y el 7652 ± 32 cal BP se documenta la presencia de una ocupación adscrita al Mesolítico geométrico. Aparecen laminitas de dorso y microlitos geométricos, en forma de triángulos escalenos y trapecios de retoque abrupto, y abundante fauna (Montes, 2005; Montes y Domingo, 2013).

El abrigo de Paco Pons

Como ya hemos avanzado Paco Pons se localiza algo alejado del resto, al noreste de la población de Biel, en la Sierra de Santo Domingo (1010 msnm). Se trata de nuevo de un abrigo generado por la erosión diferencial en un cordal de arenisca, en este caso con una buena visera bien conservada. El abrigo se encuentra en una ladera de orientación norte o “paco”, aunque su boca se abre hacia el oeste. Para los investigadores se trata de un lugar que no reúne unas condiciones de habitación apropiadas, por lo que se propone un uso selectivo del lugar lo que implica un uso selectivo del lugar, primero relacionado con la explotación del cobre y luego con un uso funerario. Su estratigrafía es la siguiente (Montes y Domingo, 2013; Montes et al., 2015a):

- *Nivel 1*. Aparecen restos humanos de al menos 3 individuos y algunos elementos de cultura material que podrían estar relacionados con la presencia de un ajuar funerario. Aparecen varios microlitos geométricos y 32 restos cerámicos que se caracterizan por una completa falta de decoraciones y sistemas de prehensión. Datado en el 4311 ± 137 cal BP, se trata de pues de un contexto con carácter funerario y cronología calcolítica.

- Nivel 2. Depósito de tierras arenosas de color marrón claro de una potencia de casi un metro de espesor con enormes bloques y lascas de arenisca. Contenía cerámicas lisas procedentes de un cuenco hemisférico con dos mamelones paralelos al borde, dos bordes con decoración impresa, un fragmento de punzón de hueso, microburiles, varios microlíitos geométricos entre los que predominan los segmentos de doble bisel, laminitas de dorso, raspadores, láminas retocadas, un perforador tipo taladro, cristal de roca, una volandera de molino en granito y mineral de cobre. Se interpreta como un pequeño asentamiento del Neolítico avanzado relacionado con la explotación mineral del cobre datada entre el 6893 ± 63 y el 6863 ± 59 cal BP.

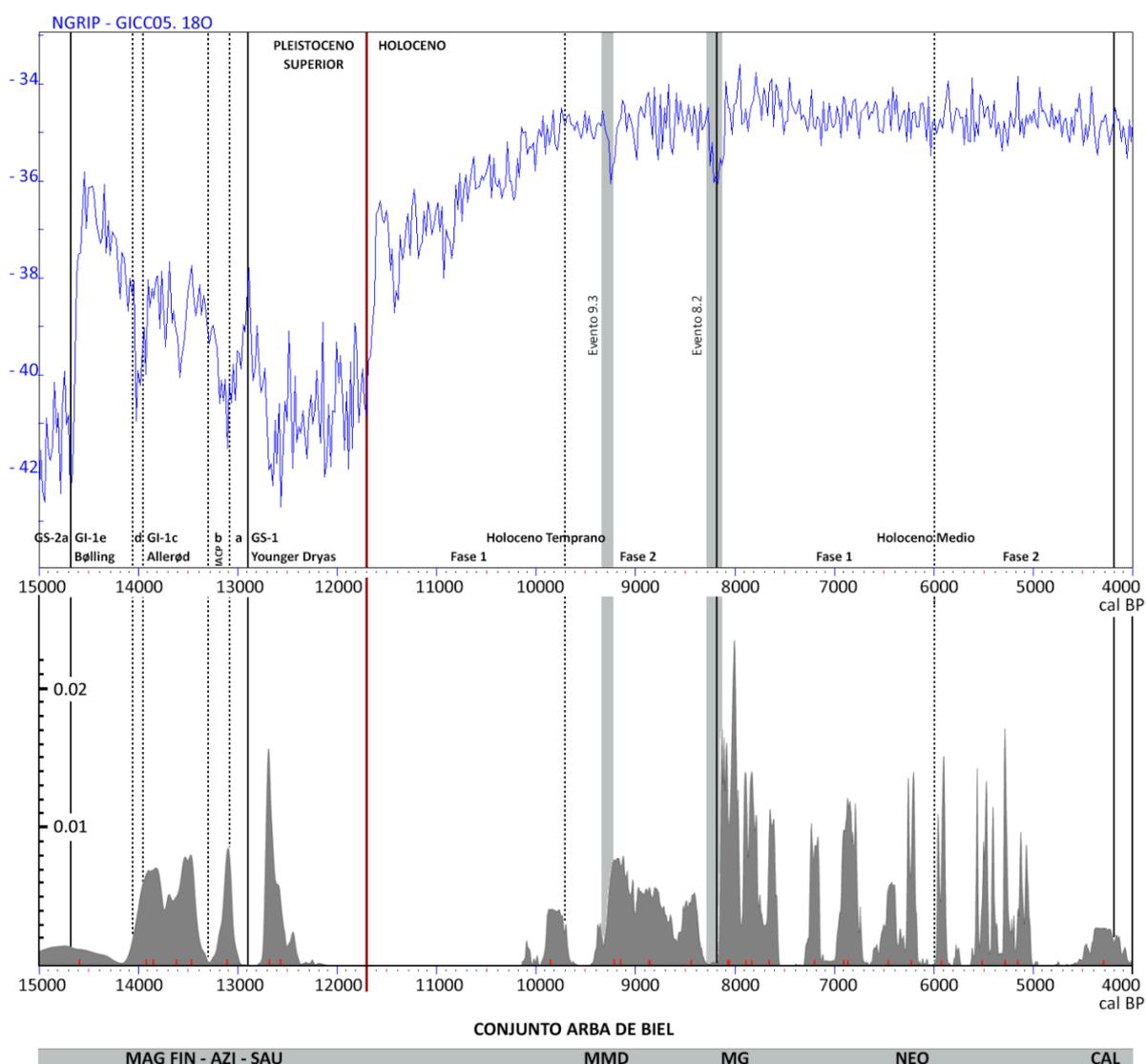


Figura 98. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de todos los yacimientos del conjunto del Arba de Biel realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013) en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997).

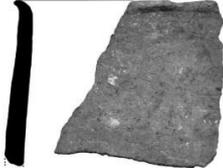
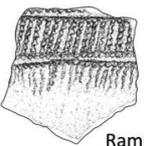
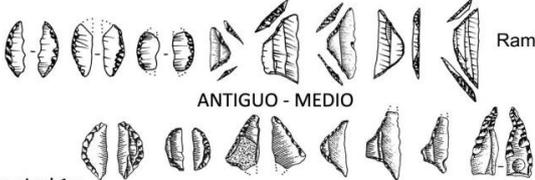
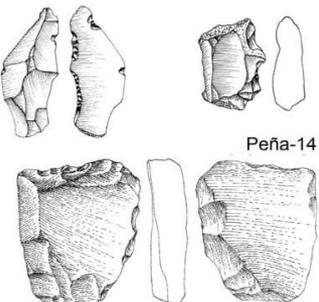
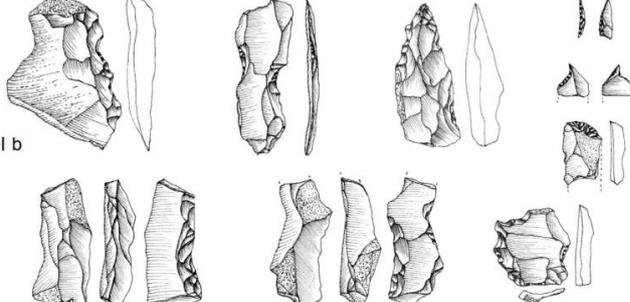
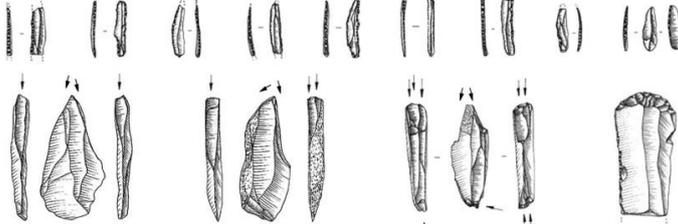
<p>ARBA DE BIEL</p> <p>MATERIALES REPRESENTATIVOS</p> 	 <p>Paco-Pons nivel 1 (funerario)</p>	<p>CALCOLÍTICO</p>
<p>RECIENTE</p>   <p>Rambla de Legunova nivel 1 n</p>	<p>Rambla de Legunova nivel b (funerario)</p> <p>Rambla de Legunova nivel 1</p> <p>ANTIGUO - MEDIO</p> <p>Paco-Pons nivel 2</p> 	<p>NEOLÍTICO</p>
<p>Peña-14 nivel a</p> 	<p>Valcervera nivel b</p> 	<p>MESOLÍTICO GEOMÉTRICO</p>
<p>Peña-14 nivel b</p> 		<p>MESOLÍTICO DE MUESCAS Y DENTICULADOS</p>
	<p>Peña-14 nivel d</p> 	<p>SAUVETERRIENSE</p>
	<p>Legunova nivel m</p> 	<p>AZILIENSE</p>
	<p>Legunova nivel q</p> 	<p>MAGDALENIENSE FINAL</p>

Figura 99. Selección de materiales representativos del conjunto de yacimientos del Arba de Biel (Montes y Domingo, 2015a).

6.1.4. Otros estudios bioarqueológicos.

Estudio palinológico

Aunque se tomaron muestras de los 5 yacimientos para el estudio palinológico, únicamente en el abrigo de Peña 14 (Figura 100), muestreado durante las campañas de 1999 y 2000 por P. González-Sampérez (IPE-CSIC), el registro de polen ha sido suficiente para considerar los resultados como estadísticamente significativos en 8 de las 13 muestras tomadas (González-Sampérez, 2004; Montes et al., 2015a). En la base de la secuencia se registra un momento frío-fresco y árido que coincide con el final del Dryas Reciente y el inicio del Holoceno. El polen arbóreo no llega al 20% y está formado principalmente por coníferas, principalmente pinos (*Pinus* sp.) y enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) y un único grano de abeto (*Abies* sp.). Se registra también la presencia de quercíneas tanto caducifolias (*Quercus* tp. *faginea*) como perennifolias (*Quercus* tp. *ilex*) y vegetación riparia, como los sauces (*Fraxinus* sp., *Salix* sp.). Entre las herbáceas destacan las poáceas (Poaceae), rosáceas (Rosaceae) y leguminosas (Fabaceae) que se mantienen estables a lo largo de todo el registro con porcentajes cercanos al 20%. Posteriormente, coincidiendo con la ocupación mesolítica de muescas y denticulados (*nivel b*) se documenta el momento de máximo desarrollo forestal en la región. El polen arbóreo alcanza cifras del 50% con una notable presencia de caducifolios, principalmente quejigo (*Quercus* tp. *faginea*) y avellano (*Corylus avellana*), aunque la encina (*Quercus* tp. *ilex*) también alcanza un gran desarrollo acompañada de elementos mediterráneos (*Buxus* sp., *Olea- Phillyrea*). A continuación, durante la ocupación mesolítica geométrica (*nivel a*), todos estos elementos arbóreos descienden considerablemente mientras que las coníferas recuperan sus valores iniciales. Se observa también un desarrollo del matorral subarbuscivo con un aumento importante del boj (*Buxus*) a cifras del 10% indicando un aumento de la mediterraneidad y/o aridez a nivel regional. En resumen, el análisis palinológico de Peña 14 está revelando la alternancia de composiciones muy abiertas con otras semiforestales, de mayor influencia atlántica.

Estudio arqueozoológico

El estudio arqueozoológico preliminar ha sido realizado por P. Castaños (Sociedad de Ciencias Aranzadi) (Montes et al., 2015a). Los restos de fauna recuperados en los yacimientos del conjunto del Arba de Biel se caracterizan por su alto grado de

fragmentación. Se ha determinado la presencia de 5 ungulados al comienzo del Epipaleolítico: caballo (*Equus caballus*), ibex (*Capra pyrenaica*), ciervo (*Cervus elaphus*), cabra (*Capreolus capreolus*) y jabalí (*Sus scrofa*), así como lagomorfos (*Oryctolagus cuniculus*). Todas las especies, salvo el caballo, se mantienen hasta el final del Mesolítico. La presencia de especies como la cabra y el jabalí, a las que se unen los felinos, lince (*Lynx* sp.) y gato (*Felis silvestris*) al final del Neolítico, están evidenciando una importante presencia de espacios forestados durante todo el periodo de ocupación. En cambio, la presencia de uro (*Bos primigenius*) y caballo están revelando la explotación de espacios abiertos que bien podrían existir en áreas cercanas a la ocupación, evidenciando un paisaje vegetal tipo mosaico. Las estrategias de caza reveladas por este conjunto están sugiriendo un patrón muy diversificado, sin que haya una preferencia clara por ninguna de las especies documentadas. En el Neolítico, junto a estas especies salvajes cazadas aparece el ganado bovino (*Bos taurus*) y el ovicaprino (*Ovis aries/Capra hircus*).

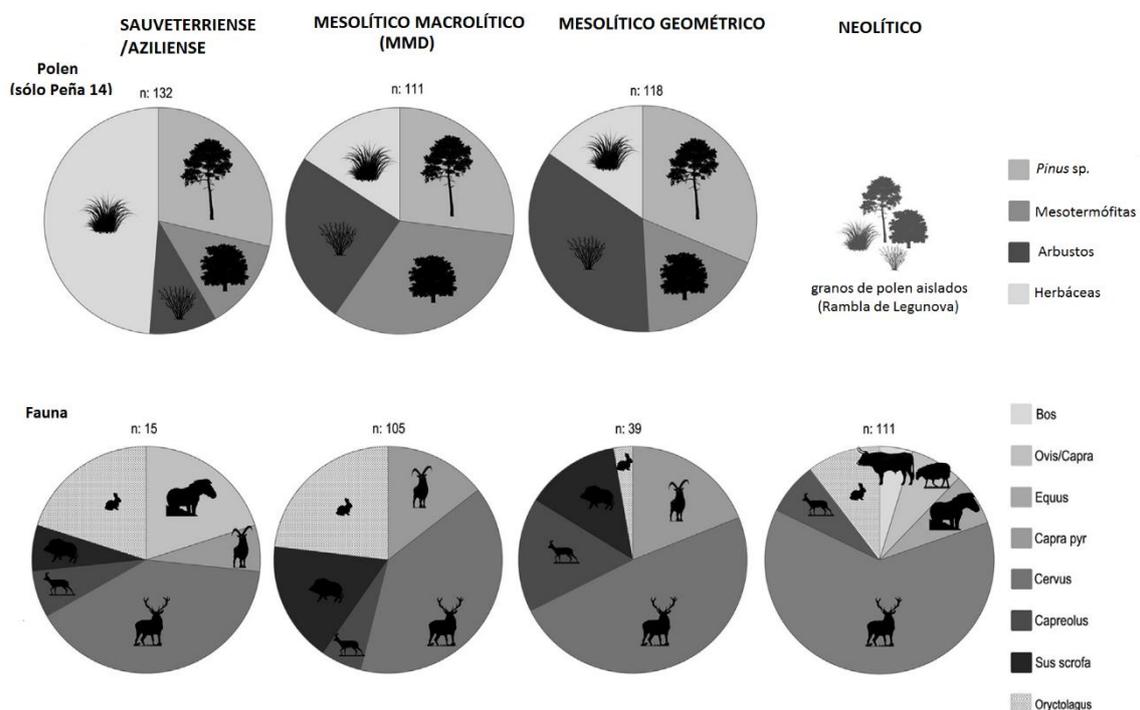


Figura 100. Representación gráfica de los resultados del estudio palinológico y arqueozoológico durante los diferentes momentos de ocupación del conjunto del Arba de Biel según Montes et al., 2015a.

6.1.5. Método de recuperación y unidades de análisis.

Se han analizado un total de 309 fragmentos de carbón procedentes de 10 de los niveles arqueológicos de los 5 yacimientos que componen el conjunto del Arba de Biel. La recuperación del material antracológico atendió a un muestreo dirigido y no exhaustivo, ya que el objetivo principal era la obtención de dataciones radiocarbónicas y no la recuperación de macrorrestos vegetales para su estudio mediante antracoanálisis. Sólo en las últimas campañas de excavación en el yacimiento de Rambla de Legunova (2012 y 2013) se recogieron muestras con este objetivo. De este modo contamos con una cantidad variable de carbón disperso para los diferentes niveles y los diferentes yacimientos. La recogida de las muestras ha combinado la recogida manual y directa durante el transcurso de la excavación con la criba en seco con tamices de 2 mm de luz de malla.

El yacimiento de Rambla de Legunova presenta con diferencia la mayor cantidad de restos recuperados y estudiados (n=195) procedentes de los 2 niveles arqueológicos descritos. En cualquier caso, en este yacimiento nos hemos enfrentado a una aparentemente mala conservación del carbón vegetal por razones que desconocemos y la extremada compacidad del sedimento que ha dificultado su extracción de la matriz sedimentaria. Le sigue el abrigo de Legunova (n=85). En el resto de yacimientos, Paco Pons (n=15), Valcervera (n=5) y Peña 14 (n=9), se han recuperado y estudiado una cantidad testimonial de fragmentos de carbón, cuyos resultados sólo podrán ser tenidos en cuenta en términos de ausencia o presencia.

En este caso es fácil apreciar que con la riqueza taxonómica de la muestra no depende del número de fragmentos analizados (Figura 101). Mientras que en las muestras procedentes de los *niveles 1 y 2* de Rambla de Legunova el número de taxones documentados no aumenta al aumentar la muestra, en el caso del *nivel 2* de Paco Pons y los *niveles m y q* de Legunova, los escasos fragmentos estudiados están revelando una mayor variabilidad taxonómica. Si atendemos a las curvas taxonómicas (Figura 102) observamos como en ambos niveles de Rambla de Legunova, donde hemos identificado la presencia de solo dos taxones, las curvas se estabilizan rápidamente. Sin embargo, en el caso de los conjuntos más ricos taxonómicamente, donde se ha analizado un número muy escaso de fragmentos, las curvas aparentemente no han alcanzado todavía su estabilización, por lo que seguramente, aumentando el número de fragmentos analizados aumentaríamos el número de taxones documentados.

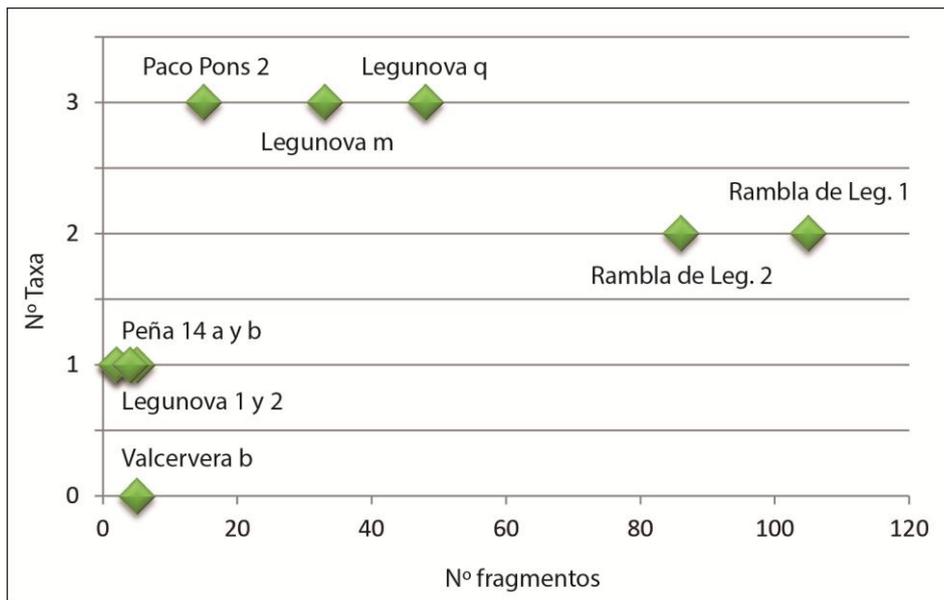


Figura 101. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas.

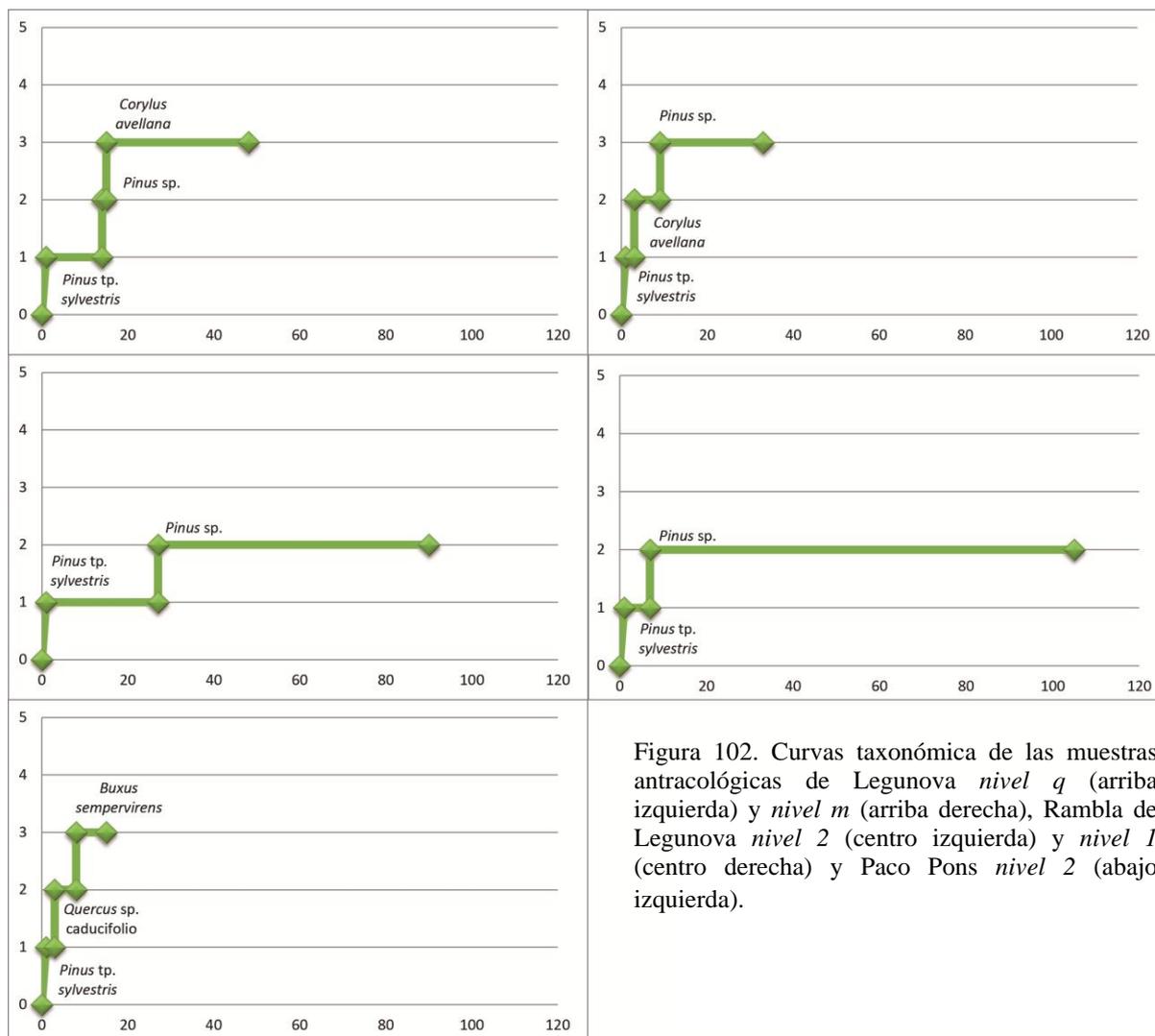


Figura 102. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Legunova nivel q (arriba izquierda) y nivel m (arriba derecha), Rambla de Legunova nivel 2 (centro izquierda) y nivel 1 (centro derecha) y Paco Pons nivel 2 (abajo izquierda).

6.1.6. Resultados del análisis antracológico.

En Legunova contamos con datos de cuatro niveles. En el *nivel q*, se ha analizado una muestra de 48 fragmentos de los que sólo 19 han sido determinados. En el *nivel m*, se han analizado 33 fragmentos de los cuales 18 han sido determinados. En ambos hemos documentado la presencia de 3 taxones: avellano (*Corylus avellana*), pino (*Pinus* sp.) y pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*). Los *niveles 1* y *2* han entregado únicamente la presencia de pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), con 2 fragmentos analizados cada uno.

En Peña 14 contamos con datos del *nivel b*, en el que la muestra se componía de 5 fragmentos de los cuales sólo 3 han resultado determinables, y del *nivel a*, en el que la muestra se componía de 4 fragmentos de los cuales también sólo 3 han resultado determinables. El único taxón identificado en ambos momentos de ocupación es el pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*).

En Rambla de Legunova el 100% de los fragmentos analizados, 86 para el *nivel 1* y 90 para el *nivel 2*, pertenecen también a madera de pino. El único identificado al nivel de la especie es el pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), que se ha podido determinar en 35 fragmentos del *nivel 1* y 63 del *nivel 2*. El resto de fragmentos, 32 en el *nivel 1* y 10 en el *nivel 2*, se han clasificado con el genérico *Pinus* sp. ya que dado el mal estado de conservación de las muestras no nos ha sido posible afinar más esta determinación. No obstante, es probable que pertenezcan también a la única especie determinada en el yacimiento.

En Paco Pons solo contamos con datos del *nivel 2*. Aunque la muestra estudiada se compone del escaso número de 15 fragmentos, de los que 11 han sido determinables, hemos documentado la presencia de 3 taxones: boj (*Buxus sempervirens*), pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) y roble (*Quercus* sp. *caducifolio*).

Por último, en el *nivel b* de Valcervera, donde se han analizado únicamente 5 fragmentos de carbón, todos ellos se han clasificado como indeterminables, ya que se encontraban enormemente alterados y muy mal conservados.

Yacimiento	Legunova						Peña 14			
	Magd. final		Aziliense/ Epi. Micro.		Mesolítico de muescas y denticulados					
Nivel	q		m		2		1		b	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Buxus sempervirens</i>										
<i>Corylus avellana</i>	7	36.8	5	27.7						
<i>Pinus</i> sp.	3	15.8	1	5.6						
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	9	47.4	12	66.7	2	100	2	100	3	100
<i>Quercus</i> sp. caducifolio										
Total determinable	19		18		2		2		3	
Indeterminable	29		15		0		0		2	
Total fragmentos	48		33		2		2		5	
Total taxa	3		3		1		1		1	

Yacimiento	Peña 14		Valcervera		Rambla de Legunova				Paco Pons	
	Mesolítico geométrico						Neolítico antiguo		Neolítico final	
Nivel	a		b		2		1		2	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Buxus sempervirens</i>									3	27.3
<i>Corylus avellana</i>										
<i>Pinus</i> sp.					10	13.7	46	56.1		
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	3	100			63	86.3	36	43.9	6	54.5
<i>Quercus</i> sp. caducifolio									2	18.2
Total determinable	3		0		73		82		11	
Indeterminable	1		5		17		23		4	
Total fragmentos	4		5		90		105		15	
Total taxa	1		0		2		2		3	

Tabla 10 y 11. Resultados del análisis antracológico del conjunto del Arba de Biel expresados en frecuencias absolutas y relativas.

En total, en el conjunto del Arba de Biel, se han determinado 5 taxones (Tabla 10 y 11). Entre las coníferas, hemos documentado únicamente la presencia de pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) que aparece documentado en todos los niveles de todos los yacimientos estudiados en este conjunto mientras que el taxón *Pinus* sp. hace referencia a todos los fragmentos de este género que no han podido ser determinados de forma más específica. Entre las angiospermas, el avellano (*Corylus avellana*) sólo aparece documentado en el registro de Legunova, mientras que el roble (*Quercus* sp. caducifolio) y el boj (*Buxus sempervirens*) se documentan únicamente en el registro de Paco Pons.

6.1.7. Alteraciones registradas.

A nivel tafonómico, los carbones estudiados se han caracterizado por su mal estado de conservación, su pequeño tamaño y su friabilidad. Entre las alteraciones registradas (Figura 103) destaca la madera de reacción, que afecta fuertemente a casi toda la madera de coníferas estudiada. La vitrificación es también un fenómeno generalizado en el registro del Arba de Biel. Aunque muchos de los fragmentos analizados presentan una feactación moderada por este fenómeno, hay dos casos especialmente llamativos. En el *nivel 2* de Rambla de Legunova este fenómeno ha afectado de forma severa al 15% de los fragmentos analizados. En el caso del nivel b de *Valcervera* la afectación de este fenómeno al total de los fragmentos analizados (n=5) ha impedido en todos los casos su identificación botánica. Por último, sólo en 2 fragmentos, uno de *Quercus* sp. caducifolio procedente de Paco Pons y otro de *Pinus* sp. procedente del *nivel m* de Legunova, se ha detectado una alteración por insectos xilófagos.

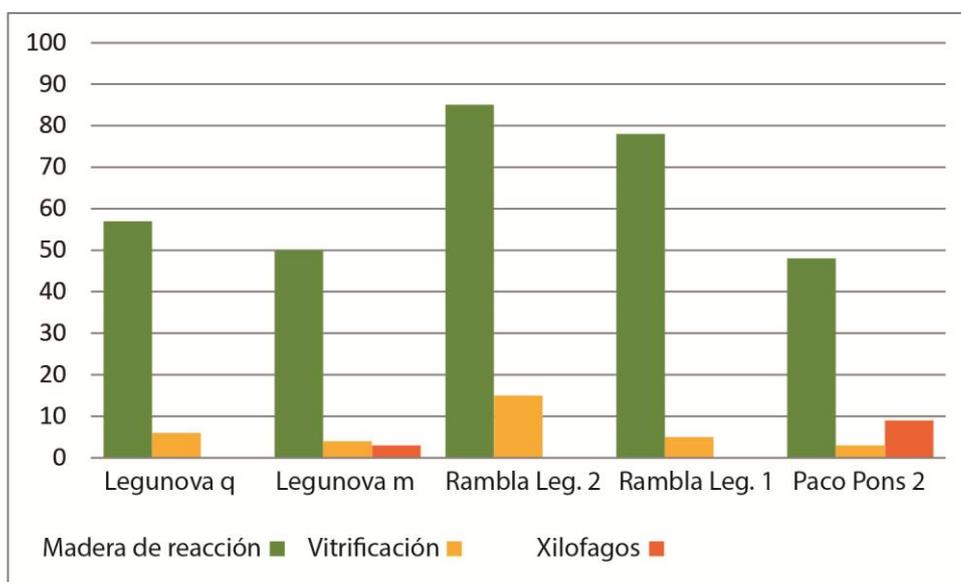


Figura 103. Frecuencias relativas de las alteraciones registradas. Sólo se representan aquellos niveles con más de 10 fragmentos analizados.

6.1.8. Discusión de los resultados.

Como ha quedado patente, a pesar de la amplia secuencia crono-cultural que nos ofrece el conjunto arqueológico del Arba de Biel, la muestra antracológica estudiada para la mayoría de los niveles es escasa. Sin embargo, el tamaño de algunas muestras nos permite hacer inferencias acerca del aprovechamiento forestal en este territorio. Los datos obtenidos, cuyas particularidades vamos a discutir a continuación, se sintetizan en el diagrama antracológico presentado (Figura 104).

Para el período Tardiglaciario, únicamente contamos con el abrigo de Legunova. El nivel q (14808±321-13138±102 cal BP), con una ocupación adscrita al Magdaleniense final, se desarrolla durante el interestadio de Alleröd (14500-12900 cal BP), mientras que el nivel m (12740±59 cal BP), adscrito al Aziliense o Epipaleolítico microlaminar, lo hace al inicio del Dryas Reciente (12900-11700 cal BP). En este momento las formaciones forestales explotadas están dominadas por coníferas, donde la única especie documentada es el pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), que va a ser el elemento dominante a lo largo de toda la secuencia. Esta conífera es una especie frugal, poco exigente con el sustrato edáfico y la humedad, y pionera, colonizadora de espacios

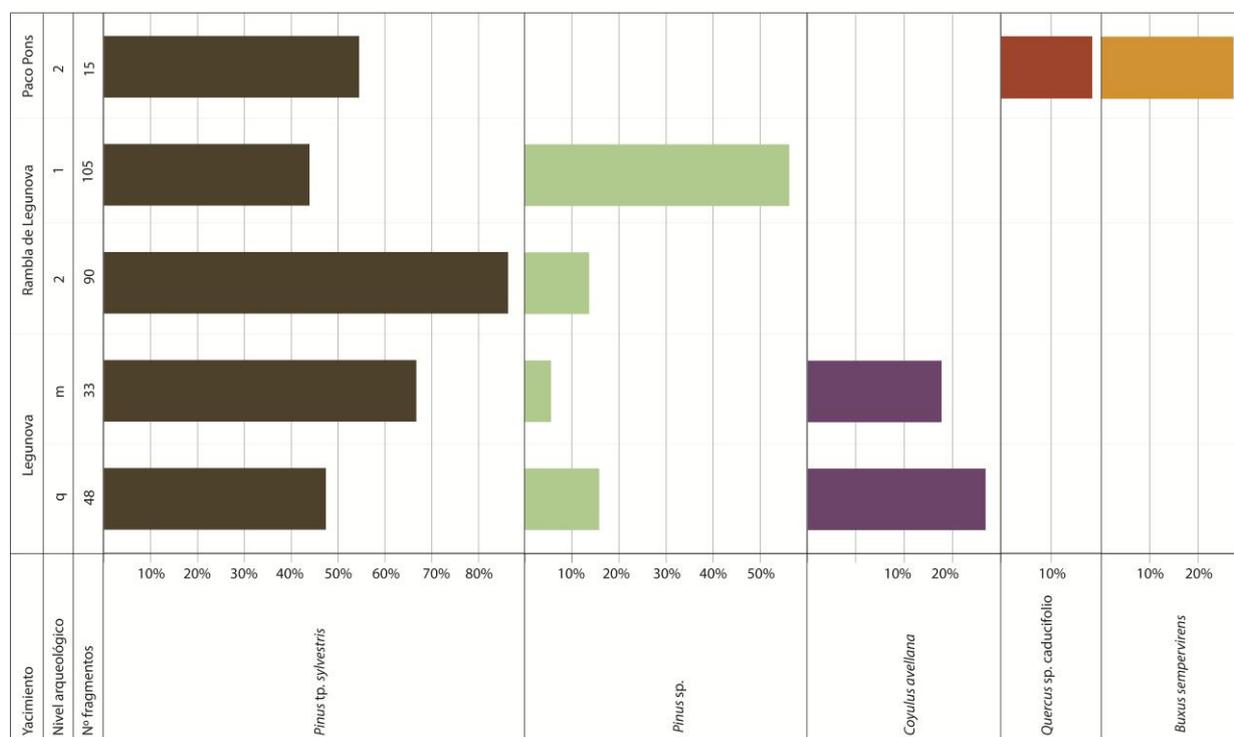


Figura 104. Diagrama antracológico del conjunto del Arba de Biel (Biel, Zaragoza). Se han excluido aquellos niveles en los que se han estudiado menos de 10 fragmentos.

vacíos como los que dominan los paisajes tardiglaciares y postglaciares. Acompañando a estos pinares documentamos únicamente la presencia de avellano (*Corylus avellana*). Este taxón, de carácter termófilo pero también pionero y colonizador, que es un elemento importante de los bosques caducifolios tardiglaciares en la región de vegetación eurosiberiana (Uzquiano, 2014). Determinadas áreas del sur de Europa funcionarían como refugios de vegetación donde permanecerían las especies mesófilas y termófilas durante los intervalos más fríos momento (Willis et al., 2000, Stewart, 2003). La presencia de avellano (*Corylus avellana*) es abundante en algunos registros polínicos del valle del Ebro como la Salada de Mediana (Valero Garcés et al., 2000; González-Sampériz et al., 2004) durante las rápidas y bruscas oscilaciones climáticas que se suceden entre el 13000 y el 11000 cal BP. Posteriormente este taxón experimenta una rápida expansión que comienza en torno al 11000 cal BP al sur de los Alpes (Fisinger et al., 2006) y algo más tarde, en torno al 9000 cal BP en el Pirineo central (Jalut et al., 1992; Monserrat, 1992; González-Sampériz et al., 2002). La presencia de madera de avellano (*Corylus avellana*) en el registro antracológico de Legunova probablemente está asociada a la proximidad del río ya que este taxón crece en sitios umbríos y frescos y bosques de ribera aunque también puede aparecer formando parte del sotobosque de los bosques abiertos de coníferas (Pignatti, 1982).

El silencio arqueológico en el conjunto del Arba de Biel coincidiendo con el inicio del Holoceno provoca que no dispongamos de datos para un amplio período cronológico. El Mesolítico de muescas y denticulados coincide con el momento de máximo desarrollo forestal en la región (Montes et al., 2015a). Los escasos datos obtenidos del estudio antracológico de los *niveles* 2 (9831±82 cal BP) y 1 (9163±86-9244±107 cal BP) de Legunova y del *nivel b* de Peña 14 (8853±127 cal BP) revelan la explotación exclusiva del pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) por parte de los habitantes mesolíticos del abrigo, ya que este es el único taxón identificado en el escaso número de fragmentos estudiados. La secuencia polínica del abrigo de Peña 14 refleja una expansión de taxones tanto caducifolios (*Quercus tp. faginea Corylus avellana*) como mediterráneos (*Olea-Phillyrea, Quercus tp. ilex, Buxus*) en este momento (González-Sampériz, 2004). Estas formaciones forestales, así como el cortejo arbustivo que acompañaría a estos pinares, no han quedado sedimentados por razones que desconocemos. El tamaño de la muestra (n=4, n=2, n=2) repercute negativamente en su representatividad.

Para el Mesolítico geométrico, aparte de los nuevamente escasos datos ofrecidos por el *nivel a* del abrigo de Peña 14 ($n=5$) (8474 ± 73 cal BP) y el *nivel b* de Valcervera ($n=5$) (7879 ± 48 - 7652 ± 32 cal BP), contamos con los proporcionados por el *nivel 2* de Rambla de Legunova (8088 ± 57 - 8063 ± 63 cal BP) con un registro significativamente mayor ($n=90$). En todos ellos documentamos de nuevo exclusivamente el consumo de leña de pino. La monoespecificidad de los registros antracológicos mesolíticos del conjunto del Arba de Biel nos lleva a interrogarnos acerca de las causas de la presencia exclusiva de este taxón en el registro. ¿Podría ser una consecuencia de un muestreo insuficiente? En este sentido, la cuestión metodológica debería haber afectado por igual a todas las especies consumidas. Todo parece indicar que se trata de una especialización en el consumo de determinados combustibles, en este caso la leña de pino, por parte de las sociedades mesolíticas que habitan estos abrigos.

Durante el Neolítico continúa la explotación exclusiva de los pinares de pino de tipo albar (*Pinus sp. sylvestris*) en el *nivel 1* de Rambla de Legunova (7225 ± 37 - 6468 ± 70 - 5545 ± 49 cal BP). Sin embargo, en el *nivel 2* del abrigo de Paco Pons (6893 ± 63 - 6863 ± 59 cal BP), documentamos la una diversificación de las formaciones forestales explotadas que han quedado sedimentadas en el registro antracológico a pesar del escaso número de fragmentos estudiados ($n=15$). Acompañan al pino de tipo albar (*Pinus sp. sylvestris*) el roble (*Quercus sp. caducifolio*) y el boj (*Buxus sempervirens*), un arbusto de carácter submediterráneo que formaría parte del sotobosque de pinares y robledales y cuya presencia en el Pirineo se ha visto fuertemente favorecida por la acción antrópica, asociándose generalmente a fases de degradación de la vegetación natural.

¿El consumo exclusivo de pino en Rambla de Legunova frente a un consumo diversificado en Paco Pons nos está indicando una especialización en el uso del combustible? ¿O acaso está reflejando una diferencia en la disponibilidad vegetal en el entorno inmediato de los asentamientos?

El abrigo de Paco Pons es el más deslocalizado de este conjunto. La diferencia de altitud, de aproximadamente 300 m, entre éste y el resto de abrigos localizados junto al río, podría explicar en cierta forma las diferencias observadas en el registro. Como podemos ver en la figura (Figura 105), las áreas de captación de recursos de Paco Pons quedan alejadas del resto, mientras que en Rambla de Legunova, Legunova, Peña 14 y, en menor medida, Valcervera observamos un encabalgamiento de las áreas de captación

(Montes et al., 2015a) que se traduce en la de las estrategias de aprovechamiento durante las ocupaciones mesolíticas de estos abrigos, aparentemente especializadas en el consumo de leña de pino. Por otro lado, según sus investigadores (Montes y Domingo, 2001-2002), el abrigo de Paco Pons no reúne unas condiciones de habitación apropiadas, lo que implicaría un uso selectivo y probablemente muy esporádico del lugar frente a las ocupaciones más estables que se producirían en otros abrigos de este conjunto, como es el caso de Rambla de Legunova. Esto podría estar reflejándose en las estrategias de gestión del entorno forestal desarrolladas en ambas ocupaciones. En el registro de Paco Pons la considerable variabilidad específica a pesar del reducido tamaño de la muestra, podría relacionarse con una recolección oportunista de la leña; mientras que en Rambla de Legunova, la existencia de un registro monoespecífico podría estar relacionada con una fuerte selección de la leña en relación a sus propiedades combustibles o a las necesidades específicas del grupo. El no disponer de datos procedentes de los contextos funerarios de ambos abrigos, nos dificulta la tarea de plantear hipótesis sólidas que relacionen las diferencias en el uso del combustible con la funcionalidad de los asentamientos.

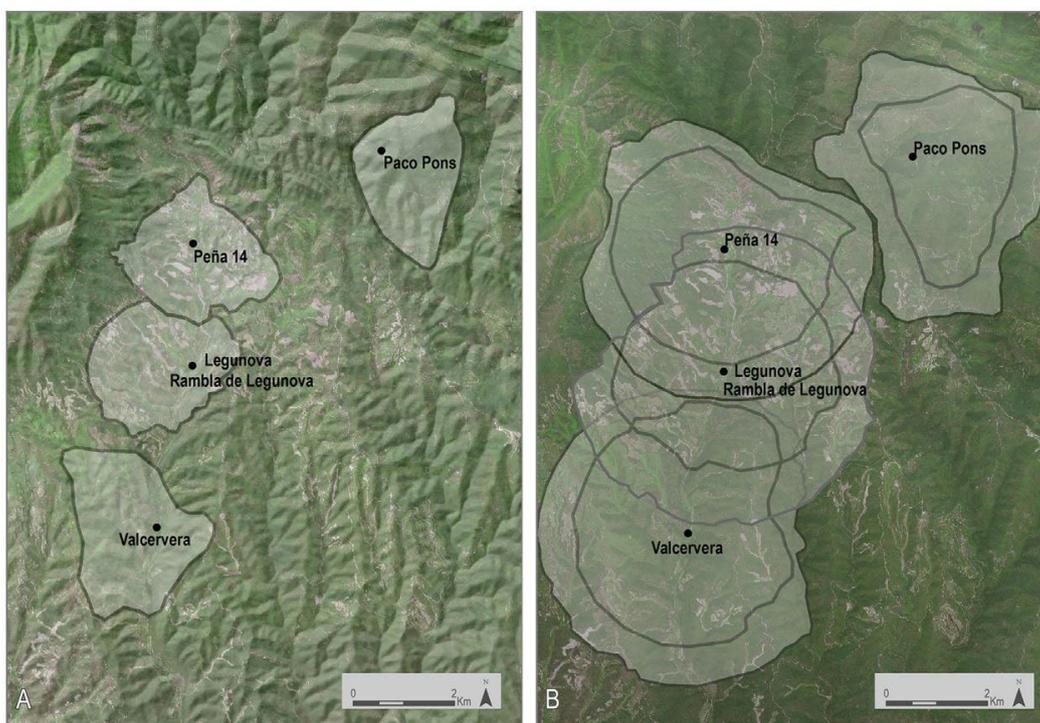
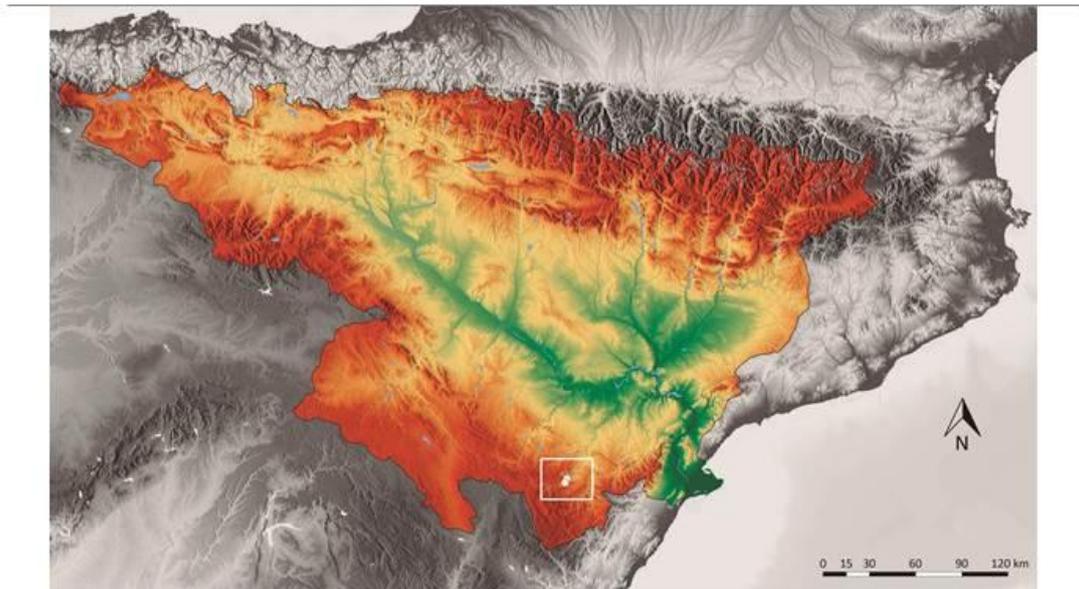


Figura 105a. Localización de los distintos yacimientos del conjunto del Arba de Biel y sus áreas de captación: A) 30 min; B) 1-2 h; según Montes et al., 2015a.

Para terminar, queremos llamar la atención acerca de la significativa incidencia de la madera de reacción en los carbones de pino del conjunto del Arba de Biel. Esta alteración asociada al crecimiento de la planta, se relaciona con una pérdida de verticalidad de la *tige* durante su desarrollo. Esto nos lleva a pensar que en su mayoría, los fragmentos de pino analizados procederían de ramas de mayor o menor calibre y no del abatimiento de los troncos de estos árboles.

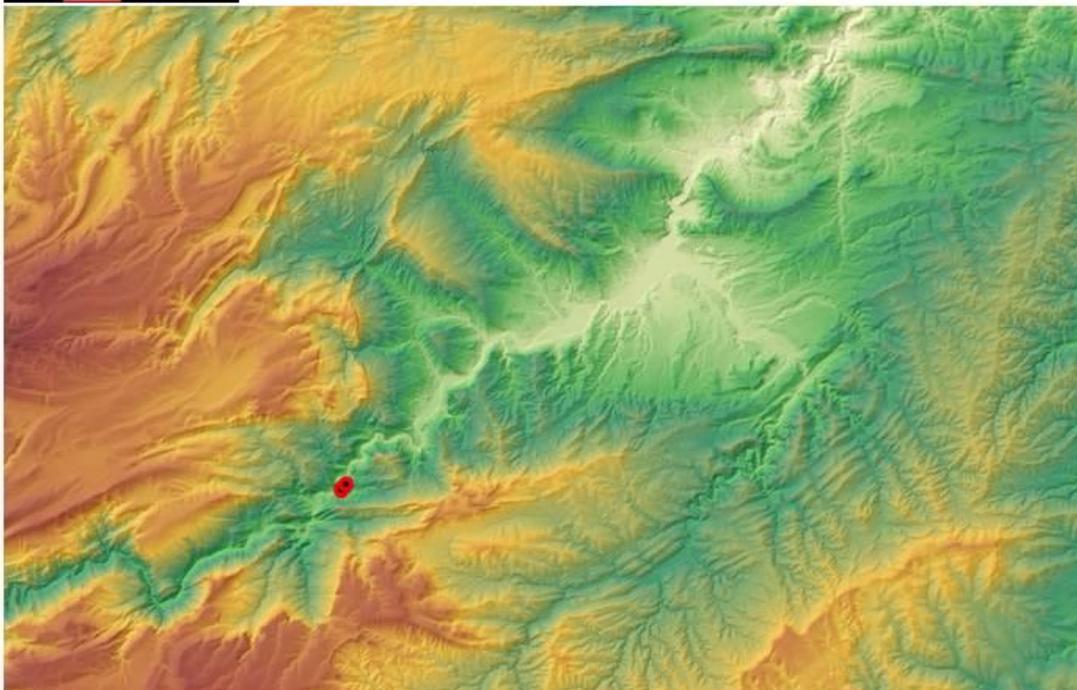
6.2. EL ARENAL DE FONSECA (LADRUÑÁN, TERUEL).



MDT05/MDT05-LIDAR.
Paso de malla de 5 m.
IGN MTN 50.
Hoja 519: «Aguaviva»
Cota máxima: 1388.89 mts.
Cota mínima: 464.54 mts.

Ángel 1 30T 718053.34 E
4509420.61 N
Alt. 709 mts.
Ángel 2 30T 718102.43 E
4509511.47 N
Alt. 695 mts.

0 3100 6200 metros



6.2.1. Localización y contexto biogeográfico.

El Arenal de Fonseca (Ladruñán, Teruel) se localiza en la parte baja del Maestrazgo, que comprende los términos de Molinos, Castellote y Bordón, a orillas del río Guadalope, en las estribaciones orientales del Sistema Ibérico. Con este topónimo haremos referencia al conjunto formado por los dos yacimientos arqueológicos ubicados en sendos abrigos de arenisca, conocidos como Ángel 1 (709 msnm), orientado al oeste, que sufre las sucesivas inundaciones del río, y Ángel 2 (695 msnm), localizado a unos 75 m de este y orientado al sur, más protegido del viento y con mayor insolación, aunque con una visera menor (Utrilla y Domingo, 2001-2002).

Corológicamente este territorio se localiza en la Región de vegetación mediterránea y dentro de ésta en el límite entre dos sectores de vegetación: el Sector Bardenas-Monegros y el Sector Maestracense. Su altitud en torno a 735 msnm los ubica en el piso de vegetación Mesomediterráneo (Rivas Martínez, 1987). Esta zona del Maestrazgo se caracteriza por un clima más cálido y seco, netamente mediterráneo aunque debido a la altitud del macizo recibe las lluvias procedentes de las corrientes húmedas que ascienden desde Levante y descargan al enfriarse. Se trata de una zona de transición entre la sequía que caracteriza el Bajo Aragón, en el que se adentra el río Guadalope cuando deja atrás las sierras ibéricas hasta su desembocadura, y el Maestrazgo, donde se aprecia que el paisaje cambia parte de sus rasgos esenciales para entrar en un ambiente mediterráneo montano. A nivel de vegetación, el Maestrazgo es una zona peculiar y compleja, en la que se mezclan especies norteñas del Pirineo con las propias de las sierras mediterráneas, ofreciendo incluso refugio a muchas plantas que requieren frescor y humedad (González Cano, 2007).

Los pinares son los elementos dominantes del paisaje independientemente de la altitud. Los pisos de vegetación vienen determinados por las distintas especies de pinos y el sotobosque que las acompaña. Por debajo de los 1000 msnm, aunque el arbolado es escaso, dominan los pinares mediterráneos típicos con pino carrasco (*Pinus halepensis*), el más extendido sobre suelos calizos, acompañado de coscoja (*Quercus coccifera*) y romero (*Rosmarinus officinalis*), y con pino rodeno (*Pinus pinaster*) sobre suelos de areniscas. A mayor altitud son sustituidos por el pino laricio (*Pinus nigra*), que en algunas zonas forma bosques espesos, acompañado de un sotobosque de sabinagrall (*Juniperus phoenicea*), enebro común (*Juniperus communis*) y guillomo (*Amelanchier*

ovalis), boj (*Buxus sempervirens*) y gayuba (*Arctostaphilos uva-ursi*) en las zonas más húmedas. Por encima de los 1600 msnm, aparece el pino albar (*Pinus sylvestris*), que da lugar a bosques densos con un sotobosque donde predomina el enebro común (*Juniperus communis*) y la sabina rastrera (*Juniperus sabina*). La escasa extensión actual de los bosques de frondosas, que crecen sobre los suelos más fértiles, se ha visto fuertemente condicionada por la roturación. En la actualidad se encuentran algunas formaciones relictas del quejigar (*Quercus faginea*) y el encinar (*Quercus ilex*). Otros planifolios más o menos extendidos son el tilo (*Tilia platyphillos*), el mostajo (*Sorbus aria*), el arce (*Acer opalus*, *Acer monspesulatum*), el avellano (*Corylus avellana*), el viburno (*Viburnum lantana*) y el endrino (*Prunus spinosa*). Los bosques de ribera están compuestos por gran variedad de especies arbóreas que se distribuyen también altitudinalmente. Por debajo de los 1000 msnm destaca el fresno (*Fraxinus angustifolia*), el cornejo (*Cornus sanguinea*) y las trepadoras (*Clematis vitalba* y *Hedera helix*). A mayor altitud domina el álamo negro (*Populus nigra*), acompañado de sargas (*Salix eleagnos*, *S. purpurea*, *S. atrocinera*) y sauce blanco (*Salix alba*) a partir de los 1600 msnm. En los estrechos del Guadalope aparecen especies propias de zonas más húmedas como el avellano (*Corylus avellana*), el tejo (*Taxus baccata*) y el olmo (*Ulmus minor*) (González Cano, 2007).

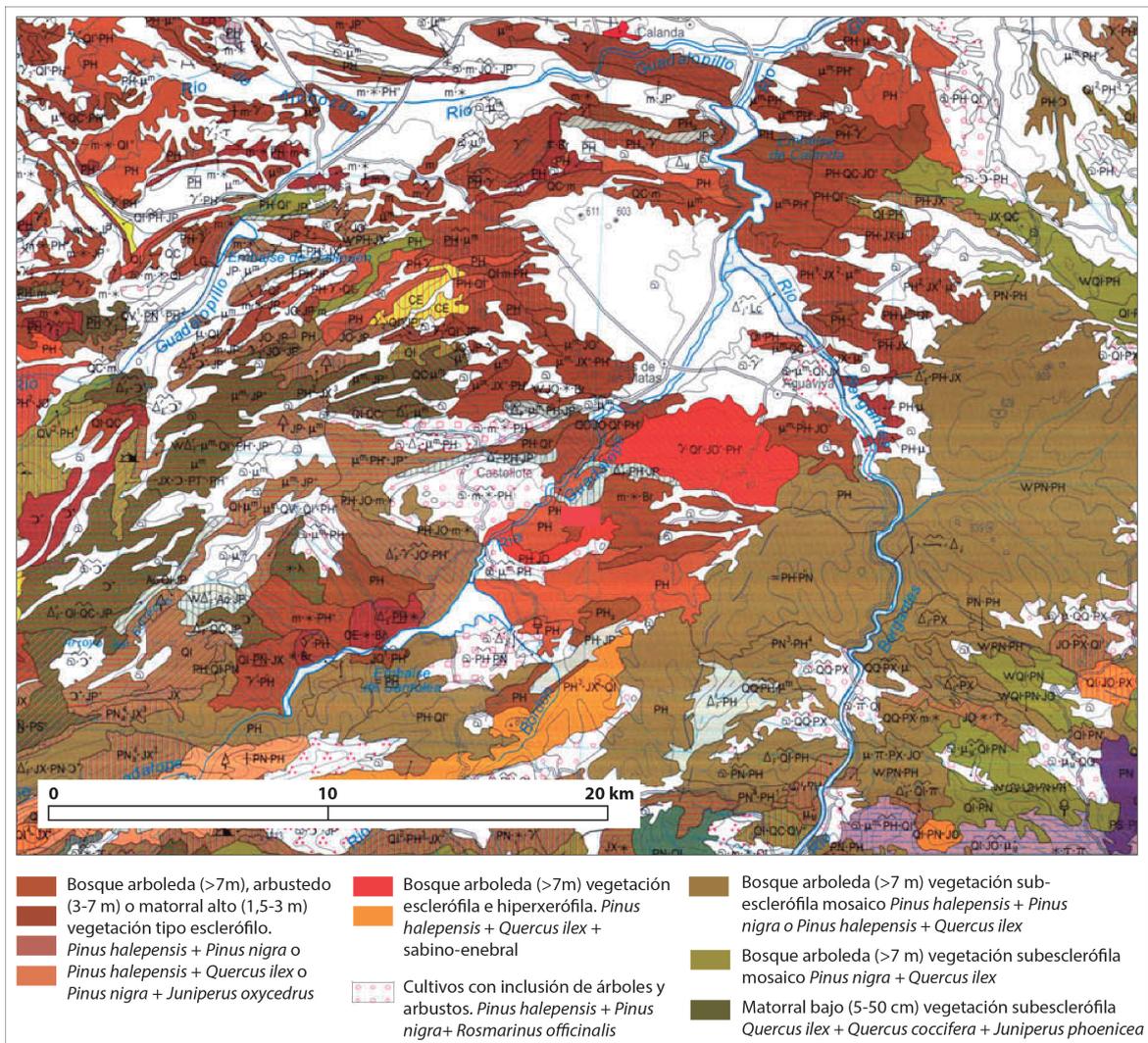


Figura 105b. Vegetación actual del entorno según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-5 Tortosa.

6.2.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.

Las pinturas rupestres levantinas, a cuyo pie se sitúa el yacimiento arqueológico de Ángel 1, bautizado por A. Sebastián y J. Zozaya en honor a su descubridor, Ángel Aznar (Sebastián, 1989, 1992; Sebastián y Zozaya, 1991), se publicaron casi simultáneamente con el nombre de Arenal de Fonseca, denominación que alude al cercano “puente natural” de Puenseca o Fonseca (Burillo et al., 1991). Estas pinturas se concentran en el abrigo de Ángel 1 con un cuadrúpedo anaranjado, que podría ser un bóvido (Burillo et al., 1991) o un jabalí (Utrilla y Domingo, 2001-2002; Utrilla et al., 2003), y tres arqueros a la carrera, en rojo vinoso, todos dirigiéndose hacia su derecha. La publicación prácticamente simultánea de ambos hace que el abrigo sea conocido con ambos nombres.

Las campañas de excavación comenzaron en 1986. Durante la campaña de excavación de 1992 fue descubierto el yacimiento del vecino abrigo que pasó a denominarse Ángel 2, en el que se practicó un sondeo ese mismo año. A. Sebastián y J. Zozaya llevaron a cabo un total de 5 campañas de excavación arqueológica (1986, 1987, 1989, 1991, 1992). Las excavaciones fueron retomadas por P. Utrilla y R. Domingo, de la Universidad de Zaragoza, en el año 2000, a los que se unió M. Bea en el año 2002.

Las intervenciones arqueológicas de A. Sebastián y J. Zozaya en Ángel 1 abrieron tres catas o sectores: el 01 situado bajo el cuadrúpedo, el 02 contiguo a este y el 03 a unos 6 m de los anteriores. Estos investigadores delimitan catas, sectores y contextos, que entendemos como unidades estratigráficas. Durante estas campañas se excavó el 95% de la ocupación neolítica y epipaleolítica, dejando sólo testigos residuales, mientras que apenas se excavaron los niveles paleolíticos. En las intervenciones recientes se utilizó un sistema de excavación basado en niveles arqueológicos, cuadros y piezas coordinadas (Utrilla et al., 2003). Se estableció el punto 0 de la cuadrícula sobre una gran bloque caído del techo, tangente al sector 03 de la excavación de A. Sebastián. Los cuadros, de 1 m de lado, se numeraron con números pares e impares y letras (p.e. 1X, 2X, 4X) divididos a su vez en 9 sectores de 33 cm, que se excavan en tallas o semitallas de 5 o 10 cm siguiendo los niveles arqueológicos que componen la estratigrafía. El sedimento de Ángel 1 se cribó con agua ya que así lo permitió la proximidad del río. En el abrigo de Ángel 2, en 1992, durante las primeras excavaciones, se practicó un único sondeo paralelo a la pared de 2 m². P. Utrilla y R. Domingo retomaron los trabajos

manteniendo la planimetría y ampliando la cata 6 m² con la misma metodología que la empleada en Ángel 1 (Utrilla y Domingo, 2001-2002).

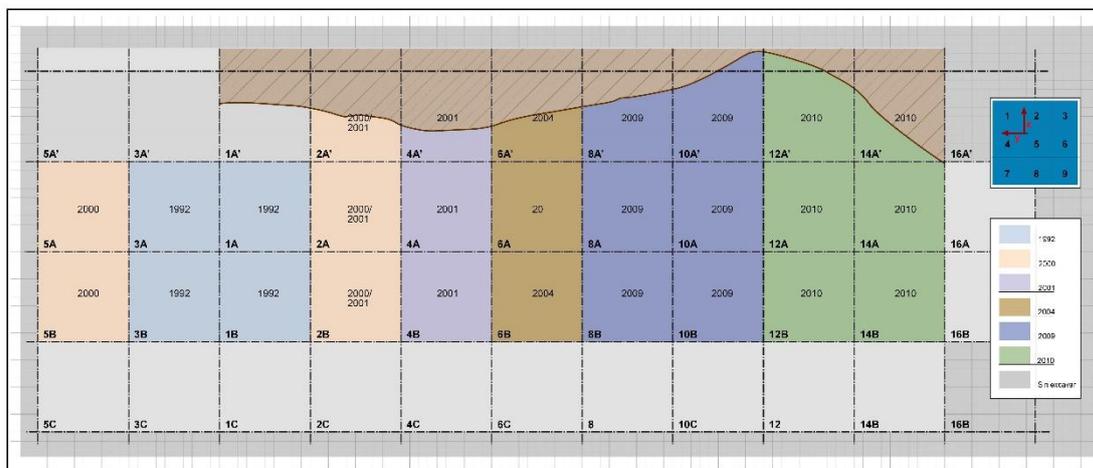


Figura 106. Planta del abrigo de Ángel 1 y superficie excavada según Utrilla y Domingo, 2001-2002.

6.2.3. Estratigrafía, cronología y materiales.

El abrigo de Ángel 1

La estratigrafía del Abrigo de Ángel 1 es la siguiente (Utrilla y Domingo, 2001-2002; Utrilla et al., 2003):

- *Nivel 6.* Se compone de limos arenosos compactados de color amarillo grisáceo. Sólo entregó escasos fragmentos de cerámica lisa y ocre rojo.
- *Nivel 7.* Se compone de gravillas y cantos rodados. Es un nivel arqueológicamente estéril.
- *Nivel 8a.* De color gris negruzco, cenizoso, pulverulento y sin piedras. Se correspondería con los contextos 6 y 25 del sector 03 de A. Sebastián (Utrilla et al., e.p.). Se trata de un nivel Neolítico medio-final caracterizado por la presencia de cerámicas lisas y microlitos geométricos alargados de retoque abrupto. Se data en 6017±78 cal BP.
- *Nivel 8b.* Nivel amarillento grisáceo de limos arenosos y sin piedras. Aparece cerámica lisa, un geométrico con retoque de doble bisel, 2 puntitas de dorso y un fragmento de taladro. Este nivel se correspondería con los contextos 7, 9 y 10 del sector 01 y los contextos 11, 19, 21, 23, 26 y 27 del sector 03 de A. Sebastián. Se trata de un

nivel Neolítico que por la ausencia de decoración cardial se adscribe a una fase tardía del Neolítico antiguo, aunque no se dispone de ninguna datación radiocarbónica ya que todos los intentos de datación en diferentes laboratorios han resultado infructuosos.

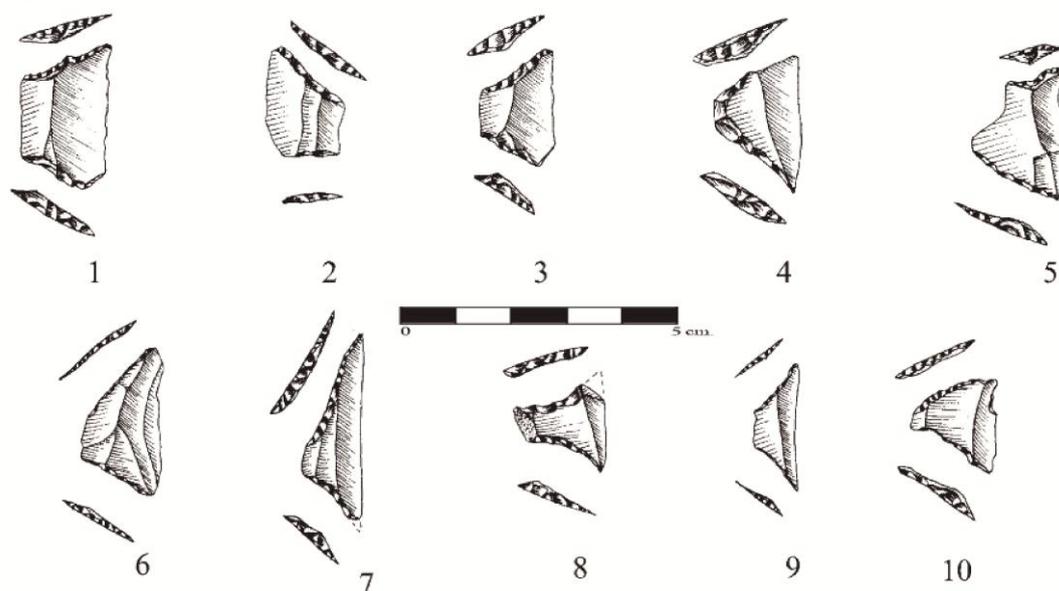


Figura 107. Microlitos geométricos del contexto 45 (atribuibles al nivel 8c) (Utrilla et al., 2003).

- *Nivel 8c.* Nivel negro muy intenso caracterizado por su contenido en gravilla. Entregó trapecios de retoque abrupto, segmentos y triángulos, microburiles, puntas de dorso, conchas perforadas y ocre rojo, así como numerosas microlascas y microláminas. Se adscribe al Mesolítico geométrico. A este nivel pertenecería el hogar en cubeta, con piedras laterales y un canto plano de gran tamaño en la base, junto a la pared del abrigo, descrito por A. Sebastián, al que denomina contexto 35 en el sector 03. Este nivel se correspondería con los contextos 8, 8 superior, 8A y 11 del sector 01 y los contextos 28, 34, 35, 44, 45 y 48 del sector 03 de A. Sebastián. Se dispone de 4 dataciones para este momento de ocupación comprendidas entre el 8916±95 y el 8269±54 cal BP.

- *Nivel 8d.* Nivel gris-marrón con piedras pequeñas. Entregó una concha perforada, raspadores, denticulados y lascas retocadas. En su base aparece un suelo de lajas o piedras planas. Se adscribe al Mesolítico de muescas y denticulados. Este nivel se correspondería con los contextos 8B, 8C, 13D y 13E del sector 01 y los contextos 29, 30, 36, 37, 40, 41, 44 y 49 del sector 03 de A. Sebastián. Se dispone de 5 dataciones comprendidas entre el 9402±71 y el 8974±234 cal BP.

- *Nivel 9*. Nivel de limos arenosos anaranjados muy compactos con piedras angulosas que en opinión de Utrilla y colaboradores (Utrilla et al., 2003; e.p.) serían indicativos de un período frío. Se trata de un nivel casi estéril arqueológicamente al que se adscribe la datación obtenida en el contexto 13 del sector 01 de A. Sebastián en 10373 ± 81 cal BP.

- *Nivel 10 superior*. Subdividido originalmente en *10 superior a*, una capa de tierras blancas y pulverulentas que resultó estéril, y *10 superior b*, un nivel marrón amarillento de limos con carbones dispersos, abundantes restos óseos, restos de talla y una veintena de piezas retocadas, entre las que destaca un buril diedro. Este nivel se correspondería con los contextos 12, 13 y 15 del sector 01 y los contextos 46 base, 47, 50, 51, 52, 53 y 54 del sector 03 de A. Sebastián. En base a la industria recuperada, los investigadores atribuyen este nivel a una ocupación del Paleolítico superior, quizá del Magdalenense, si bien es cierto que no se dispone de ninguna datación que confirme esta adscripción. Pendientes de la datación del nivel por OSL, se obtuvieron dos fechas de radiocarbono sobre materiales recuperados en este nivel que no parecen corresponder con la industria recuperada (Utrilla et al., e.p.). La datación realizada sobre un fragmento de carbón ha entregado una fecha del 8973 ± 234 cal BP, que se correspondería con las obtenidas en la ocupación macrolítica del *nivel 8d*. La datación realizada sobre un fragmento de hueso ha entregado una fecha todavía más reciente, 6634 ± 128 cal BP, que correspondería a la fase neolítica de la ocupación del abrigo. El estudio sedimentológico del yacimiento sugiere que la formación del *nivel 10 superior* de Ángel 1 podría haberse producido por los aportes de sucesivas avenidas del río que arrastrarían materiales poco pesados, como esquirlas de hueso y fragmentos de carbón, procedentes de momentos de ocupación posteriores, incluso históricos (Carmona, e.p.). Por todo esto, los resultados antracológicos obtenidos en este nivel deben ser tomados con cautela, debido a la posible alteración del nivel.

- *Nivel 10 medio*. Se trata de un nivel de limos amarillos con piedras angulosas en cuya parte inferior aparecen dos lentejones grises que contienen una ocupación humana interpretada como un taller de sílex a base de grandes láminas que remontan con sus núcleos. No hemos dispuesto de muestras antracológicas procedentes de este nivel que por otro lado, datado en el 30186 ± 291 cal BP y por lo tanto adscrito al Gravetiense, excede los límites temporales establecidos en este trabajo.

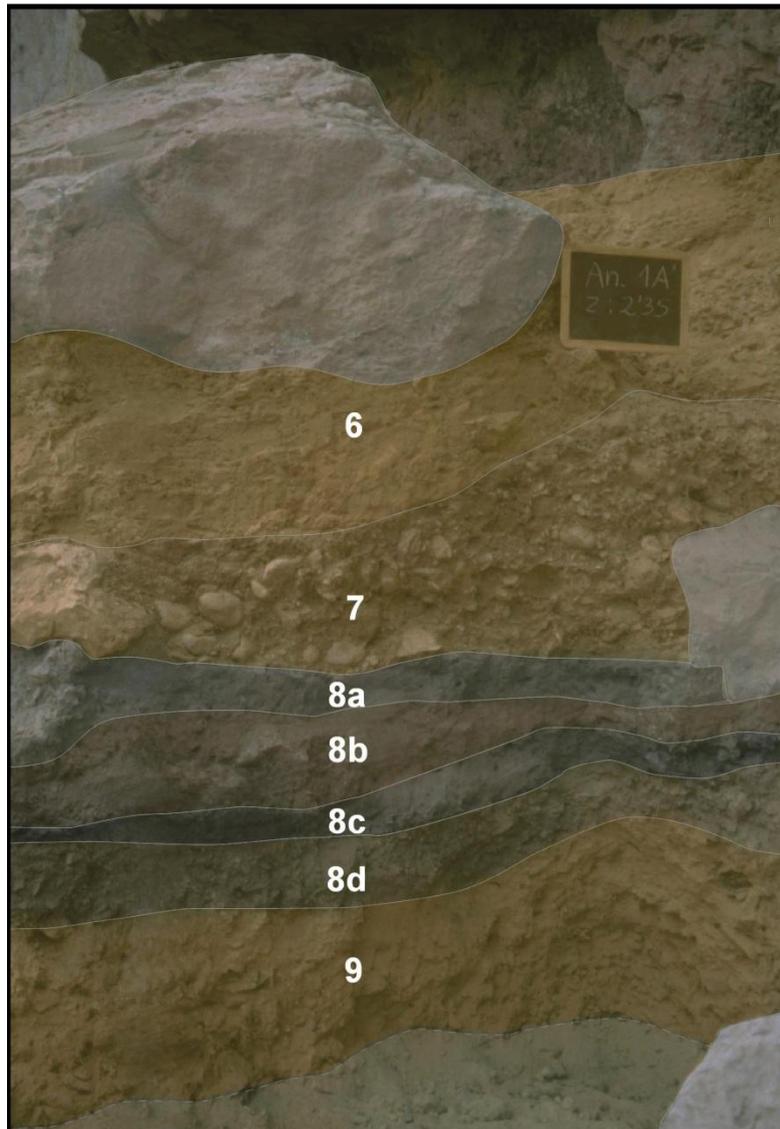


Figura 108. Corte estratigráfico del abrigo de Ángel 1 según Utrilla et al., e.p.

El abrigo de Ángel 2

La estratigrafía del Abrigo de Ángel 2 es la siguiente (Utrilla y Domingo, 2001-2002; Domingo et al., 2010; Utrilla et al., e.p.):

-*Nivel 1 o superficial*. De color ocre, muy suelto, con piedras desiguales y raíces. Contiene material moderno y algunos materiales prehistóricos que probablemente proceden de los niveles inferiores, por lo que se interpreta como un nivel revuelto.

- *Nivel 2a1*. De color marrón y textura más compacta con piedras angulosas procedentes de la pared del abrigo. Entrega varios microlitos geométricos en doble bisel, *Columbellae* y un par de restos cerámicos, uno de ellos con decoración impresa. Se

adscribe al Neolítico Antiguo. Se dispone de dos dataciones radiocarbónicas sobre carbón: 7834 ± 71 y 7510 ± 42 cal BP, si bien la datación en 7341 ± 54 cal BP sobre un hueso adscrito en un principio al *nivel 2a* genérico (que se subdivide con posterioridad) se asimilaría a este nivel de ocupación. La datación de 6403 ± 69 cal BP sobre hueso a caballo entre ambos niveles es tomada con cautela por los investigadores debido a la escasez de colágeno advertida por el propio laboratorio (Utrilla et al., e.p.).

- *Nivel 2a2*. De similar composición al nivel suprayacente, si bien presenta una coloración negruzca y una mayor densidad de pequeños clastos calizos. Entrega microlitos geométricos de retoque abrupto y laminillas de borde abatido además de otros materiales líticos como un denticulado y un buril diedro. Se adscribe al Mesolítico Geométrico. Se data en 7940 ± 50 cal BP.

- *Nivel 2a3*. Muy negro y untoso y con muchas menos piedras que el nivel suprayacente. La industria lítica está caracterizada por la presencia de microlitos geométricos con retoque abrupto, aunque en este caso dominan los trapecios sobre los triángulos. En la base de este nivel se documenta la existencia de varias cubetas y hogares. Toda la fauna aparece quemada y al parecer no se ha podido recuperar ningún fragmento de carbón, por lo que no se dispone de ninguna datación radiocarbónica (Utrilla et al., e.p.).

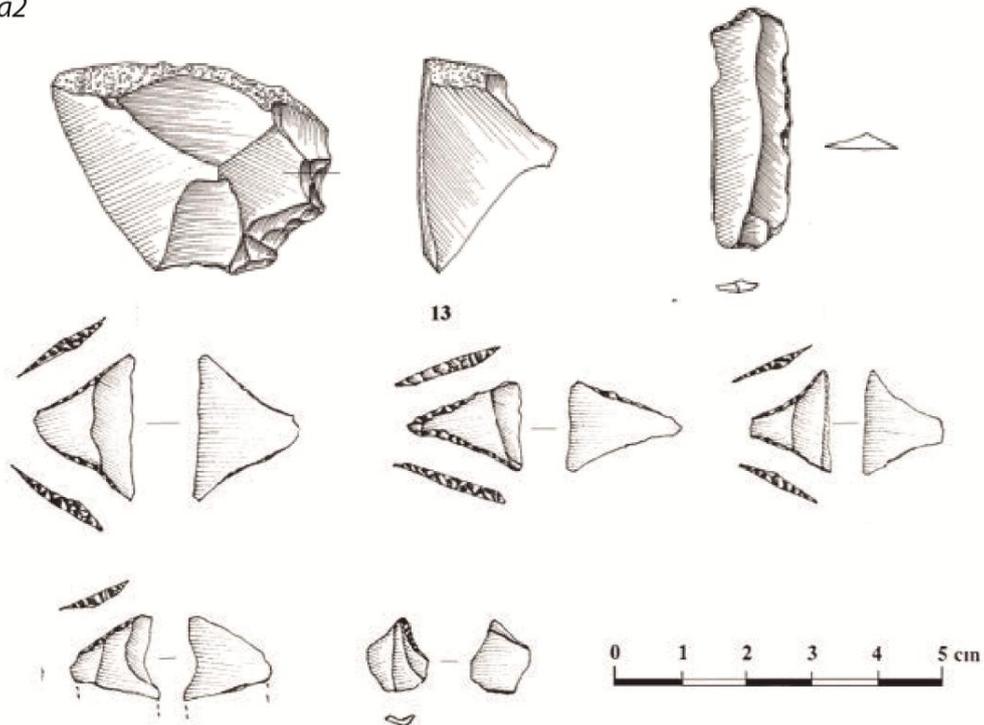
- *Nivel 2b*. De color gris oscuro con piedras angulosas más pequeñas. Entregó materiales de tipo macrolítico como denticulados toscos, *ecaillés* y un perforador sobre lámina. En su base aparece de nuevo un suelo de lajas. Datado en el 9312 ± 97 cal BP, se adscribe al Mesolítico de muescas y denticulados.

- *Nivel 2c*. Matriz arenosa amarilla procedente de aportes eólicos y elementos caídos como consecuencia de la disgregación de la roca caliza de la pared. Arqueológicamente estéril.

Nivel 2a1



Nivel 2a2



Nivel 2b

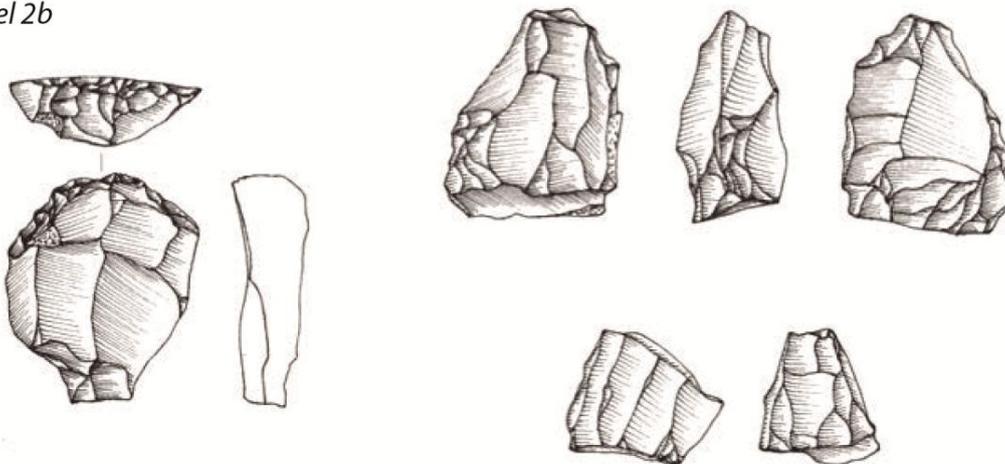


Figura 109. Selección de materiales representativos del abrigo de Ángel 2 (Domingo et al., 2010).

CORTE ESTRATIGRÁFICO DE ABRIGO DE ÁNGEL 2

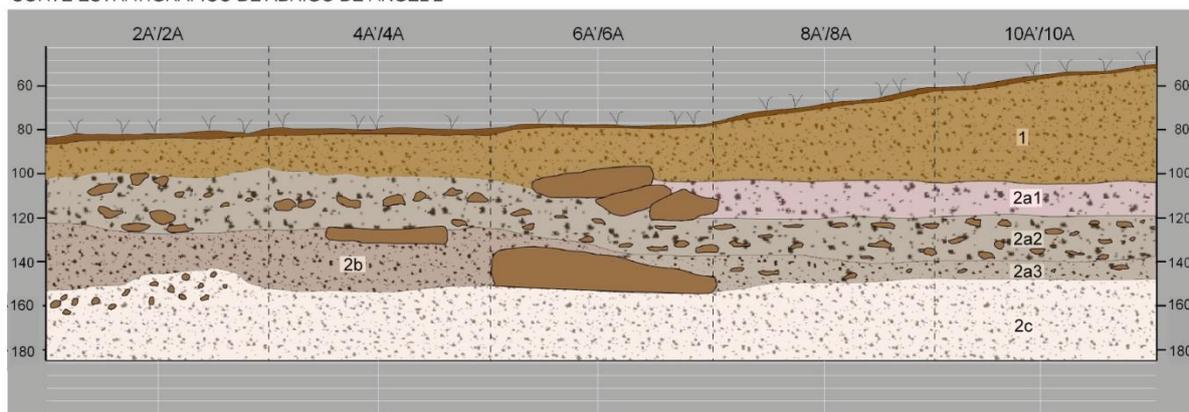


Figura 110. Corte estratigráfico del abrigo de Ángel 2 (Utrilla et al., e.p.).

Yacimiento	Nivel	EC	Data	σ	Ref. laborat.	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
Ángel 1	10 med. b	GRAV	25330	190	GrA-16961	29890-28890	C	AMS	Domingo et al. 2010
Ángel 1	9 (U13)	¿?	9200	50	GrA-27275	10530-10210	C	AMS	Utrilla et al. 2009
Ángel 1	8d	MMD	8390	60	GrA-22826	9540-9260	C	AMS	Utrilla et al. 2009
Ángel 1	8d (U13D)	MMD	8210	210	GrN-15519	9670-8550	C	conv	Utrilla et al. 2009
Ángel 1	8d (U13E)	MMD	8150	170	GrN-15520	9560-8560	C	conv	Utrilla et al. 2009
Ángel 1	Ctxt 8B	MD	8070	160	-	9450-8490	C	-	Utrilla et al. 2009
Ángel 1	10sup	MAG/AZI	8070	150	GrN-26672	9430-8510	C	conv	Utrilla et al. e.p.
Ángel 1	8d (U8Cinf)	MMD	8060	270	GrN-15518	9630-8310	C	conv	Utrilla et al. 2009
Ángel 1	8c/d (45)	MG	8050	40	Beta-280397	9110-8710	H	AMS	Utrilla et al. e.p.
Ángel 1	8c	MG	7955	45	GrA-27278	9060-8580	C	AMS	Utrilla et al. 2009
Ángel 1	Ctxt 8A	MG	7950	300	-	9580-8140	C	-	Utrilla et al. 2003
Ángel 1	8c (28)	MG	7435	45	GrA-27274	8390-8150	C	AMS	Utrilla et al. 2009
Ángel 1	10sup b	MAG/AZI	5820	110	GrA-21555	6890-6370	H	conv	Utrilla et al. e.p.
Ángel 1	8a	N	5220	50	GrA-22825	6170-5850	C	AMS	Utrilla et al. 2009
Ángel 2	2b	MMD	8310	60	GrA-22836	9510-9110	C	AMS	Utrilla et al. 2009
Ángel 2	2a2	MG	7120	50	Beta-286820	8040-7840	C	AMS	Utrilla et al. e.p.
Ángel 2	2a1	N	6990	50	Beta-266112	7970-7690	C	AMS	Domingo et al, 2010
Ángel 2	2a1	N	6610	40	Beta-286819	7590-7430	C	AMS	Utrilla et al. e.p.
Ángel 2	2a	MG	6390	40	Beta-254048	7460-7220	H	conv	Domingo et al, 2010
Ángel 2	2a/2b	N	5610	70	GrA-19883	6540-6260	H	AMS	Utrilla et al. e.p.

Tabla 12. Dataciones radiocarbónicas a partir de Utrilla et al. 2003; 2009; e.p., Domingo et al., 2010. C: Carbón, H: Hueso. En cursiva dataciones con una desviación superior a 100 o que presentan algún problema. Sombreado nivel Gravetiense que excede el marco temporal de esta tesis doctoral. MAG/AZI: Aziliense, MMD: Mesolítico de muescas y denticulados, MG: Mesolítico Geométrico, N: Neolítico. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013).

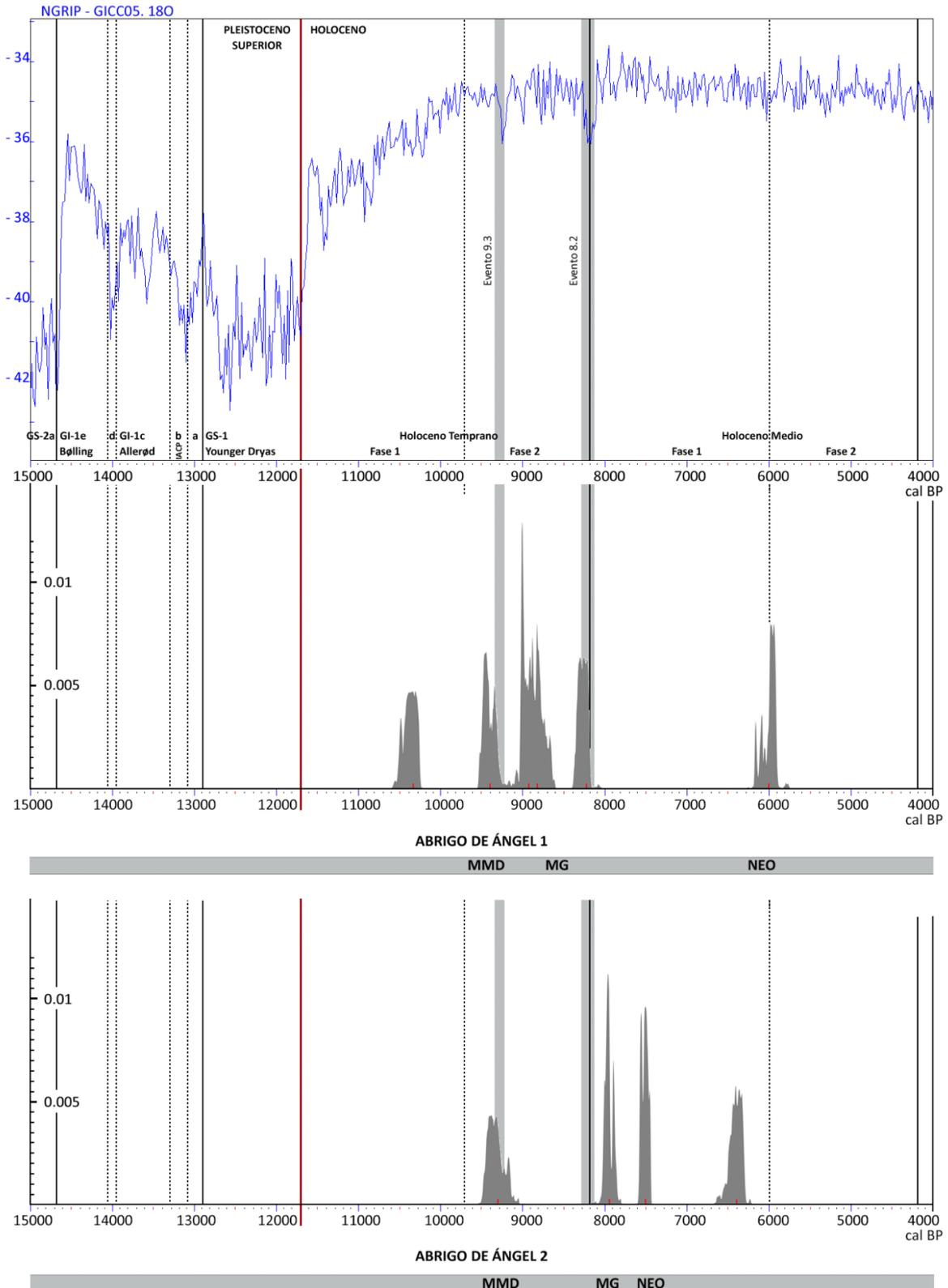


Figura 111. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de los abrigos de Ángel 1 y Ángel 2 realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013) en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997). Se excluye el nivel 10 medio de Ángel 1 cuya datación excede el marco temporal de esta tesis doctoral.

6.2.4. Otros estudios bioarqueológicos.

Estudio palinológico.

El abrigo de Ángel 1 fue muestreado en el año 2000 por P. González-Sampérez pero desgraciadamente resultó políticamente estéril (Utrilla y Domingo, 2001-2002). En el abrigo de Ángel 2, muestreado en el año 2001, el estado de conservación esporopolínica es deficiente, y la pobreza taxonómica y concentración impiden que el contenido sea estadísticamente representativo. A pesar de ello, si atendemos a las presencias conservadas, las coníferas, representadas por *Pinus nigra-sylvestris* y *Juniperus* sp., aparecen a lo largo de toda la secuencia. También aparecen puntualmente otros taxones como Fabaceae, Poacea, Rosaceae, Lamiaceae, Chenopodiaceae, Scrophulariaceae, *Typha*, Cyperaceae, *Sedum* y *Lycopodium*. En el nivel más antiguo (2b) hay un aumento significativo de la presencia de carbones sedimentarios (González-Sampérez, e.p.).

Estudio arqueozoológico.

En el estudio arqueozoológico preliminar del abrigo de Ángel 1, realizado por F. Blasco, se ha podido constatar la presencia de cabra (*Capra pyrenaica*), ciervo (*Cervus elaphus*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*), sarrío (*Rupicapra rupicapra*) y jabalí (*Sus scrofa*) en orden decreciente. La mayoría de los restos pertenecen a los niveles 8d y 10 superior. Un estudio más completo está siendo realizado en estos momentos por A. Sierra en la Universidad de Zaragoza (Sierra, e.p.).

Estudio sedimentológico.

Los resultados obtenidos en el estudio sedimentológico realizado por P. Carmona (Universidad de Valencia) sobre 18 muestras tomadas en ambos abrigos en la campaña de 2002 (Utrilla et al., 2003) indican que los niveles 6 y 7, 8, y 10 del abrigo de Ángel 1 se formaron por inundaciones del río Guadalope que aporta arenas aluviales. Además, las lajas planas que aparecen en la base del nivel 8d de Ángel 1 y el nivel 2b de Ángel 2, ambos adscribibles al Mesolítico de muescas y denticulados, han sido seleccionadas por los ocupantes del abrigo y colocadas para tapizar el suelo, ya que las caídas naturales de bloques no presentarían tal regularidad (Carmona, e.p.).

6.2.5. Método de recuperación y unidades de análisis.

Como hemos comentado, ambos equipos utilizaron una metodología muy diferente en la excavación arqueológica, que se traduce en una dualidad en la denominación de las ocupaciones y eventos o estructuras a ellas asociados. Para simplificar la presentación de los datos hemos optado por unificar la nomenclatura utilizando la propuesta por Utrilla y colaboradores según se establece en la última tabla de equivalencias publicada (Tabla 13) (Utrilla et al., e.p.), por lo que nos hemos visto obligados a desarrollar, lo primero de todo, un trabajo meticulado y concienzudo a la hora de establecer las equivalencias entre las muestras.

		Excavaciones de Sebastián y Zozaya			
		Sector 01	Sector 01	Sector 03	Sector 03
		1986, 1987	1989, 1991	1987, 1989	1991, 1992
Excavaciones de Utrilla, Domingo y Bea	6	5		3, 5, 9, 10	3, 5
	7	No se detecta	No se detecta	4, 7, 22	4, 7
	8a	6		6, 25	6, 25
	8b	7, 9, 10		11, 19, 21, 23, 26, 27	11, 19, 21, 23, 26, 27
	8c	8 sup. 8 – 11	8A	28	28, 34, 35, 38, 44, 45, 48
	8d	13D, 13E	8B, 8C	29, 30	36, 37, 40, 41, 44, 49
	9	12	13 (1989), 20		31, 39, 46
	10 sup.	15	12 (1989), 13 (1991), 15		46 base, 47, 50, 51, 52, 53, 54
	Piedras	8, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 31, 32, 33, 37			

Tabla 13. Equivalencias entre las nomenclaturas utilizadas en el abrigo de Ángel I por los diferentes equipos de investigación. Modificado a partir de Utrilla et al., e.p.

La recogida del carbón durante los trabajos arqueológicos de ambos equipos atendió por lo general a un muestreo dirigido y no exhaustivo, ya que el objetivo principal, tanto en las excavaciones de A. Sebastián y J. Zozaya como en las más recientes de la Universidad de Zaragoza, era la obtención de dataciones radiocarbónicas. Sólo en el *nivel 10 superior*, dividido inicialmente en dos subniveles, *a* y *b*, se recogieron muestras de carbón, procedentes exclusivamente del cuadro 12C, para su estudio antracológico. De este modo contamos con una cantidad variable de carbón para los diferentes niveles de la secuencia. En total se han analizado 515 fragmentos de carbón, de los que 62 proceden de un solo nivel del abrigo de Ángel 2 y 453 proceden de 4 de los niveles

arqueológicos del abrigo de Ángel 1, de los que 21 corresponden al carbón concentrado en el interior de una cubeta tapizada con piedras (contexto 35) en el *nivel 8c*.

En muchos de los niveles estudiados, *Pinus* sp. *sylvestris* es el único taxón identificado con seguridad, acompañado en algún caso del taxón Gymnospermae, que asignamos a aquellas coníferas en las que no es posible una mayor afinación en la determinación por la falta de suficientes caracteres diagnósticos; ya sea por el reducido tamaño de los fragmentos o por la mala conservación, pero que con una alta probabilidad corresponderían también a estos pinos. En algunos casos, la aparente pobreza taxonómica de este yacimiento puede estar en parte condicionada por el reducido tamaño de algunas de las muestras analizadas. Sólo en la muestra procedente del *nivel 10 superior*, con un mayor número de fragmentos analizados (n=173) documentamos un mayor diversidad taxonómica, que por otra parte, podría deberse a las condiciones de formación de este depósito que hemos comentado (Figura 112).

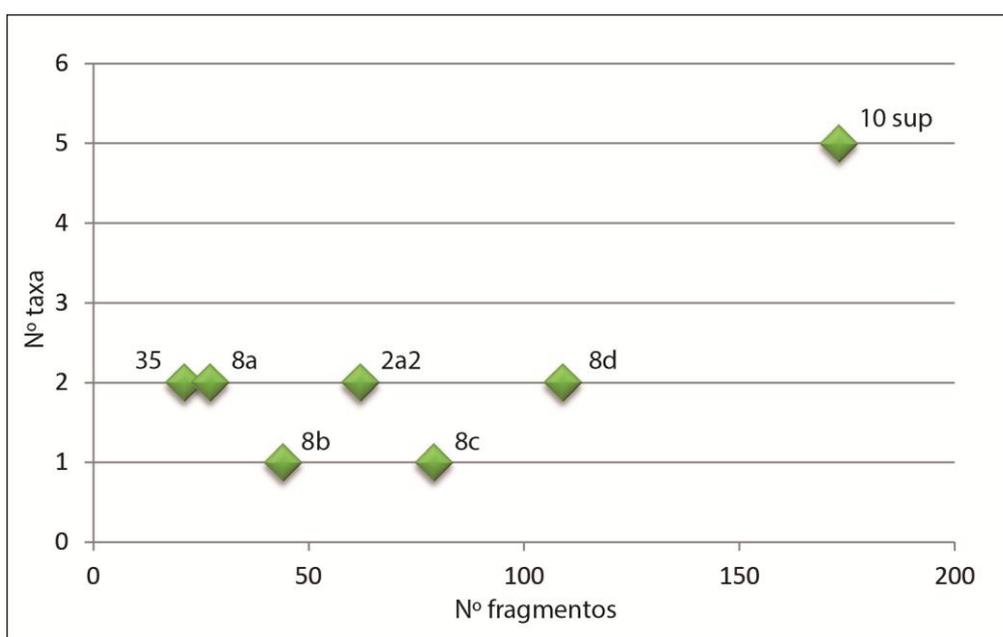


Figura 112. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas.

Si atendemos a las curvas taxonómicas (Figura 113), la correspondiente a la muestra del *nivel 10 superior* (n = 173), que es la que contiene un mayor número de fragmentos analizados, es además la que presenta una mayor variabilidad taxonómica aunque se estabiliza rápidamente, ya que a partir del fragmento 31 no se determina ningún nuevo taxón. Las muestras de los *niveles 8c* (n=79) y *8d* (n = 109), con un número también

considerable de fragmentos estudiados, parecen haberse estabilizado también rápidamente aunque la escasez de taxones determinada en ambas nos hace pensar que tal vez el estudio de un mayor número de fragmentos repercutiría en un aumento de los taxones determinados.

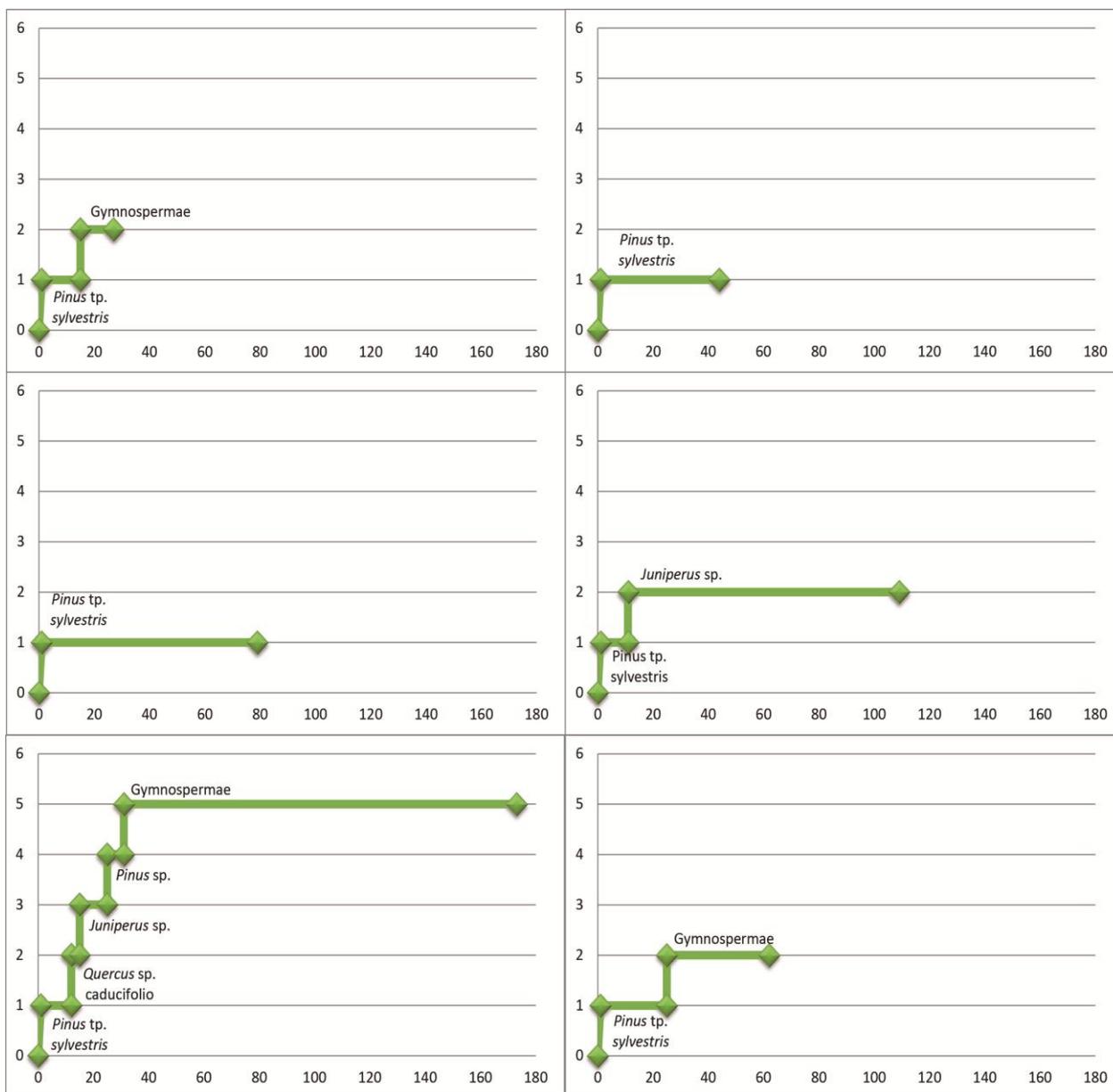


Figura 113. Curvas taxonómica de las muestras antracológicas de Ángel 1 *nivel 8a* (arriba izquierda), *nivel 8b* (arriba derecha), *nivel 8c* (centro izquierda), *nivel 8d* (centro derecha), *nivel 10 superior* (abajo izquierda) y Ángel 2 *nivel 2a2* (abajo derecha).

6.2.6. Resultados del análisis antracológico.

Aunque sólo 2 de las 6 muestras analizadas superan los 100 fragmentos se exponen los resultados obtenidos aportando tanto las frecuencias absolutas como relativas de todos los niveles arqueológicos estudiados a fin de homogeneizar los datos.

En el *nivel 8a* de Ángel 1 se han determinado 2 taxones: conífera indeterminada (Gymnospermae) y pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*). De los 27 fragmentos estudiados, 21 han podido ser determinados al nivel de la especie mientras que de los 6 restantes sólo hemos podido corroborar que pertenecen al grupo de las coníferas.

En el *nivel 8b* de Ángel 1 se ha determinado un único taxón, el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), al que pertenecen 40 de los 44 fragmentos estudiados, mientras que de los 4 restantes no han podido ser determinados.

En el *nivel 8c* de Ángel 1 se ha identificado también un único taxón, el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) al que pertenecen los 62 fragmentos determinados. Los 17 fragmentos restantes pertenecen a la categoría de indeterminables dado a su elevado grado de alteración y friabilidad. El análisis del contenido interior de la estructura asociada a este nivel (contexto 35) ha revelado una idéntica composición taxonómica con 12 de los 21 fragmentos analizados adscritos a este mismo taxón mientras que los 9 restantes han resultado indeterminables.

En el *nivel 8d* de Ángel 1 se ha documentado la presencia de dos taxones: enebro/sabina (*Juniperus* sp.) y pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*). De los 109 fragmentos analizados sólo 65 han resultado determinables, de ellos 50 pertenecen a pinos de tipo albar y 15 a enebros/sabinas. Los restantes 44 fragmentos pertenecen a la categoría de indeterminables dado a su elevado grado de alteración y friabilidad.

En el *nivel 10 superior* de Ángel 1 se han identificado 5 taxones entre los 173 fragmentos estudiados: conífera indeterminada (Gymnospermae), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) y roble (*Quercus* sp. *caducifolio*); mientras que 22 fragmentos han resultado indeterminables. El pino albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) es el taxón mejor documentado alcanzando el 80 por ciento de los 151 fragmentos determinados.

En el caso del abrigo de de Ángel 2 sólo contamos con datos del *nivel 2a2* en el que se han determinado 2 taxones entre los 62 fragmentos estudiados: conífera indeterminada (Gymnospermae) y pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*). Casi todos los fragmentos estudiados, 60 de 62, han podido ser determinados al nivel de la especie mientras que de los 2 restantes sólo hemos podido corroborar de nuevo que pertenecen al grupo de las coníferas.

En total se han identificado 5 taxones en Ángel 1 y 2 taxones en Ángel 2. El conjunto está dominado por coníferas entre las que hemos podido establecer 4 taxones: conífera indeterminada (Gymnospermae), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.) y pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*). La presencia de este último es constante a lo largo de toda la secuencia, ya que es el único taxón que aparece en todos los niveles estudiados. La única angiosperma determinada en toda la secuencia es el roble (*Quercus* sp. caducifolio) que sólo aparece documentado en el *nivel 10 superior* de Ángel 1, que es el que presenta una mayor variabilidad taxonómica y que atiende a una posible perturbación en su formación como ya hemos comentado.

Yacimiento	Ángel 1								Ángel 2		Ángel 1			
	¿Magd./Azil.?		Mesolítico macrolítico		Mesolítico geométrico				Neolítico antiguo		Neolítico med.-fin.			
Nivel	10 sup.		8d		8c		Ctxt 35		2a2		8b		8a	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Gymnospermae	9	5.9							2	3.2			6	22.2
<i>Juniperus</i> sp.	6	4.0	15	23.1										
<i>Pinus</i> sp.	10	6.6												
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	122	80.8	50	76.9	62	100	12	100	60	96.8	40	100	21	77.8
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	4	2.6												
Total determinables	151		65		62		12		62		40		27	
Indeterminable	22		44		17		9				4			
Total fragmentos	173		109		79		21		62		44		27	
Total taxa	5		2		1		1		2		1		2	

Tabla 14. Resultados del análisis antracológico de los abrigos de Ángel 1 y Ángel 2 expresados en frecuencias absolutas y relativas.

6.2.7. Alteraciones registradas.

Las alteraciones registradas en la muestra son importantes, tanto por la variedad como por el número de fragmentos afectados. En el registro antracológico del conjunto del Arenal de Fonseca se han documentado madera de reacción, vitrificación y alteración por xilófagos (Figura 114). Entre estas, la menos importante es la alteración por xilófagos, que afecta solamente a menos de un 1% de los fragmentos estudiados. En este caso, se han registrado algunas galerías provocadas por estos insectos, afectando principalmente a coníferas, y la presencia en algunos casos de micelios de hongos afectando a *Quercus* sp. caducifolio en el *nivel 10 superior* de Ángel 1.

Pero sin duda, las alteraciones de la anatomía de la madera con una incidencia más significativas en este conjunto son dos: la madera de reacción y la vitrificación. La madera de reacción, que como ya hemos explicado (ver cap. 3) se asocia a la pérdida de verticalidad de la madera durante su crecimiento, aparece de forma generalizada en las coníferas analizadas en este yacimiento, especialmente asociada a la madera de pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*). Con una influencia desigual en los diferentes niveles estudiados, alcanza por lo general valores altos de incidencia afectando entre el 40 y el 90% de los restos (Figura 114). En el caso de la vitrificación, esta alteración, de causas todavía desconocidas, afecta en estos yacimientos exclusivamente a la madera de coníferas.

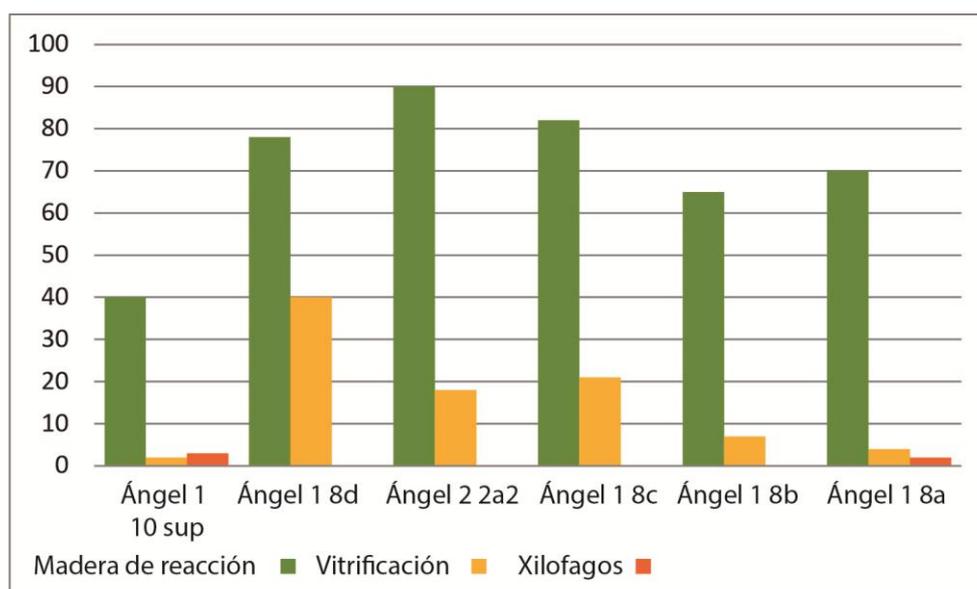


Figura 114. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas.

Por otro lado, es significativo que la incidencia de esta alteración no es la misma en todos los niveles arqueológicos estudiados (Figura 114). En Ángel 1, mientras que en los *niveles 8a, 8b y 10 superior* menos de un 5% de los fragmentos estudiados presentan signos de vitrificación, los *niveles 8c y 8d* presentan un incidencia del 21% y 40% respectivamente en el total de la muestra estudiada. El nivel 2a2 de Ángel 2 también presenta una elevada afectación por esta alteración (18%). La gran afectación de algunos fragmentos por vitrificación condicionan fuertemente los elevados índices de interminación que afectan a algunos de los niveles, como es especialmente el caso de los *niveles 8c y 8d* de Ángel 1.

6.2.8. Interpretación de los resultados.

El estudio de los registros antracológicos de los abrigos de Ángel 1 y Ángel 2 nos permite hacer una aproximación a la explotación vegetal en el valle del Guadalope entre el 9500 y el 6000 cal BP (Figura 115).

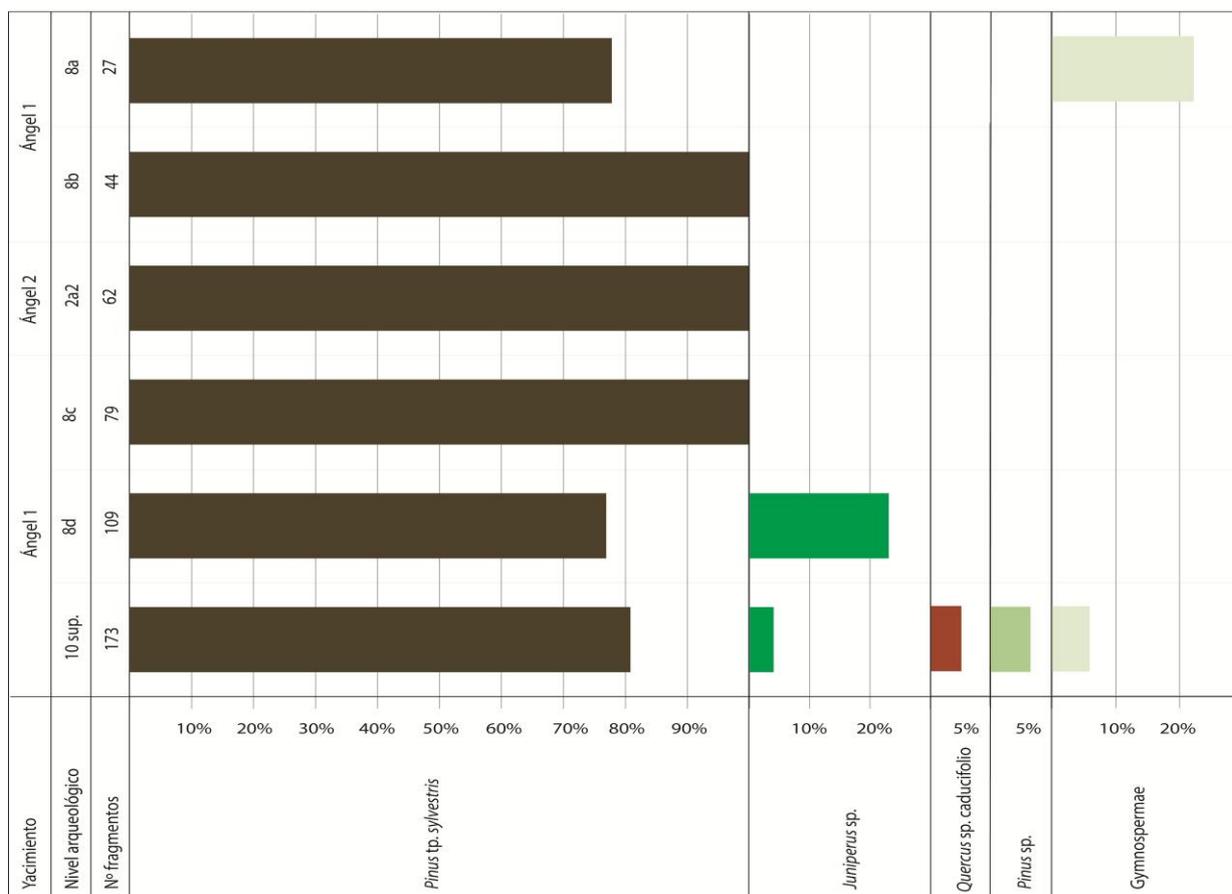


Figura 115. Diagrama antracológico del Arenal de Fonseca (Ladruñán, Teruel).

El espectro antracológico está exclusivamente compuesto por coníferas entre las que hemos podido identificar varios taxones que responden a diferentes niveles de determinación. Durante la ocupación mesolítica macrolítica, la más antigua de la que disponemos de datos fiables con el registro proporcionado por el del *nivel 8d* de Ángel 1 (9402 ± 71 - 8974 ± 234 cal BP), el espectro antracológico documentado indica la explotación de un entorno forestal abierto en el que habrían prosperado pinos de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) y juníferos (*Juniperus* sp.). El gran desarrollo del pinar, una formación forestal de carácter frugal, y la ausencia de frondosas, son un indicativo de suelos poco desarrollados. Los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.), por su parte, puede ser un indicativo de la apertura del paisaje, si bien podrían formar parte del sotobosque del pinar, como ocurre en la actualidad.

Para la ocupación mesolítica geométrica disponemos de datos antracológicos en ambos abrigos, proporcionados por el *nivel 8c* de Ángel 1 (8916 ± 95 - 8269 ± 54 cal BP) y del *nivel 2a2* de Ángel 2 (7940 ± 50 cal BP). En este momento documentamos el consumo exclusivo de madera de pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) mientras que los juníferos (*Juniperus* sp.) desaparecen del registro, bien porque dejan de estar presentes en el entorno más inmediato del asentamiento, mudándose a otras áreas más favorables para su desarrollo, o bien dejan de ser explotadas por los grupos humanos. Ocurre lo mismo durante los dos momentos de ocupación neolítica, *niveles 8b* y *8a* (6017 ± 78 cal BP), para los que disponemos de datos procedentes exclusivamente del abrigo de Ángel 1. La ausencia de un cortejo arbustivo en este amplio tramo de la secuencia dificulta cualquier tipo de precisión ecológica.

A la vista de los datos obtenidos, podemos plantear la hipótesis de un uso preferente de la madera de pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) por parte de los habitantes mesolíticos y neolíticos del Arenal de Fonseca. Esta preferencia en su uso podría deberse a que esta fuera la especie dominante en el entorno del asentamiento. La importancia de este taxón en el entorno del yacimiento se refleja también en el estudio polínico (González-Sampériz, e.p.). Además esta especie tiene una gran capacidad para producir madera accesible en forma de ramas caídas (Allué, 2002). La recolección de estas ramas para su consumo inmediato como combustible no implicaría un gran esfuerzo ni planificación. La abundante presencia de madera de reacción en este registro asociada a la madera de pino apoyaría esta hipótesis. En todo caso, el reducido tamaño de algunas de las muestras estudiadas, especialmente las procedentes de los niveles

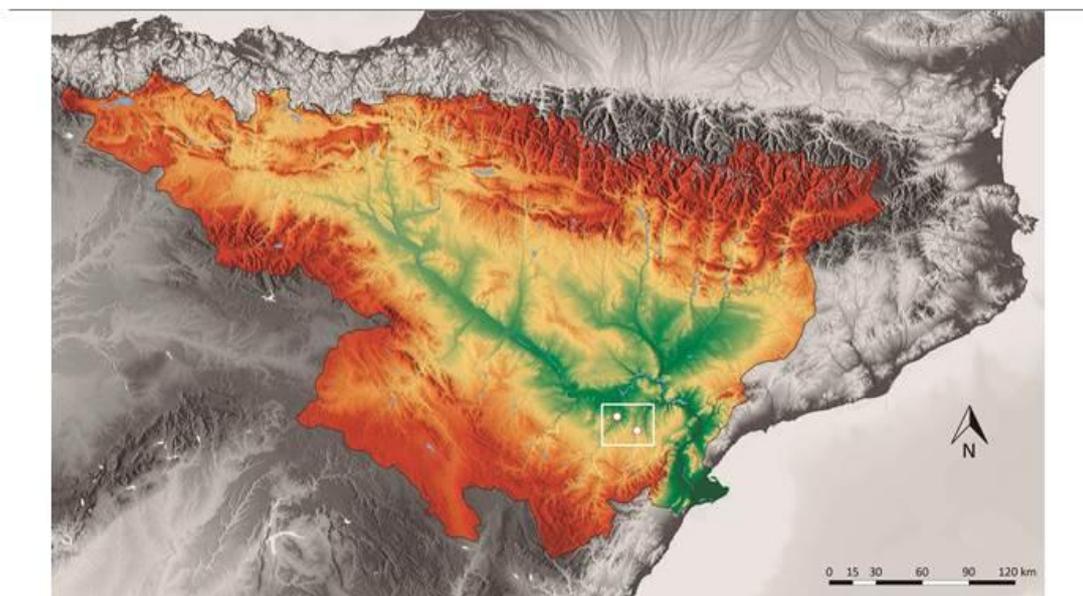
neolíticos, podría influir en la riqueza taxonómica documentada. Con pocos fragmentos analizados es más probable que solo estén representados los más frecuentes o abundantes, en este caso el pino, pero no podemos descartar que se usaran otros taxones de manera menos frecuente. La aplicación de estrategias de muestreo sistemáticas y exhaustivas encaminadas a la recuperación de macrorrestos vegetales en futuras intervenciones arqueológicas en estos yacimientos nos permitirá contrastar esta hipótesis con una muestra mayor.

Mención aparte merece el espectro antracológico documentado en el *nivel 10 superior* de Ángel 1. Este nivel ha entregado abundantes carbones (n=173) procedentes en su gran mayoría de la campaña de 2002. En este nivel, acompaña al pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) una especie distinta de pino, a la que hemos asignado una denominación genérica (*Pinus* sp.) ya que no nos ha sido posible una determinación precisa. Aparece también el enebro/sabina (*Juniperus* sp) que aparecía exclusivamente en la ocupación macrolítica (*nivel 8d*). Por último, aparece de forma exclusiva en este nivel el único representante de los planifolios identificado en el registro del Arenal de Fonseca, el roble (*Quercus* sp. *caducifolio*). Este taxón puede convivir con los pinos de montaña en el piso bioclimático supramediterráneo aunque es algo más exigente con la humedad. Estos robles podrían vivir en determinadas áreas favorables con un mayor grado de humedad como las umbrías o las inmediaciones de los cursos de agua durante la ocupación magdalenense del abrigo, a la que por otro lado no podemos asignar una datación fiable que nos indique las condiciones climáticas bajo las que se desarrollaría. En cualquier caso, no podemos descartar que la presencia de esta especie se deba a una intrusión.

La mayor riqueza taxonómica documentada en este nivel respecto al resto de la secuencia podría tener diferentes causas. Una de ellas podría ser que al aumentar el tamaño muestral aparecen documentadas especies que son consumidas de forma esporádica acompañando al pino de tipo albar, que con un 80% de los restos es el taxón más consumido al igual que ocurre en el resto de la secuencia. No podemos olvidar que algunos de estos fragmentos de carbón pueden ser intrusiones de ocupaciones posteriores o incendios naturales debido a la propia formación de este nivel arqueológico, tal como confirma la datación directa de uno de estos carbones en el 8973 ± 234 cal BP.

En cualquier caso, los resultados obtenidos evidencian un descenso altitudinal de los pisos de vegetación durante la primera mitad del Holoceno en el valle del Guadalope (Alcolea, e.p.). Los límites entre los distintos tipos de vegetación son dinámicos y fluctúan altitudinalmente dependiendo de la evolución del clima, provocando ascensos o descensos en la distribución del arbolado. En la actualidad, en el entorno inmediato del Arenal de Fonseca (700 msnm) crecen pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*), una especie de carácter termófilo y xerófilo. Como vemos en el diagrama antracológico (Figura 115) durante toda la ocupación prehistórica del Arenal de Fonseca, la madera consumida procede de pinos de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) que sin duda son los que crecerían en el entorno más inmediato del yacimiento. Estos pinos crecen en la actualidad en el valle del Guadalope por encima de los 1000 msnm en el caso del pino laricio (*Pinus nigra*) y 1600 msnm en el caso del pino albar (*Pinus sylvestris*). Las condiciones climáticas serían sin duda en este momento más frías que las actuales y aunque secas, ya que los planifolios apenas alcanzan desarrollo, no existiría un periodo de sequía estival que tanto favorecerá el desarrollo del pino carrasco (*Pinus halepensis*) en épocas posteriores.

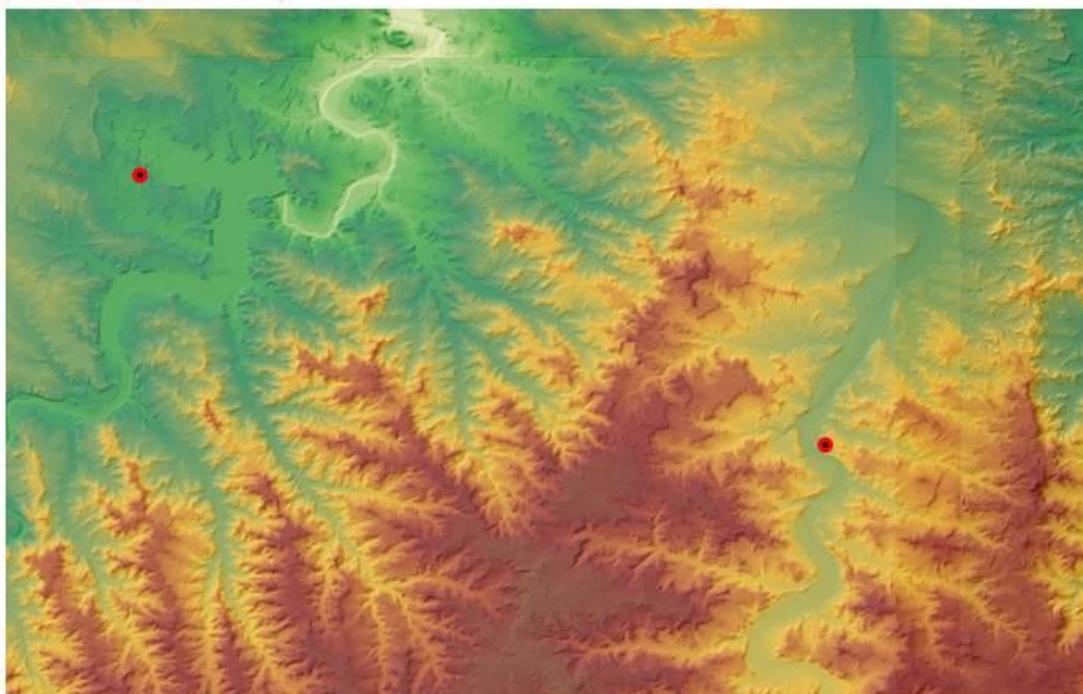
6.3. EL NÚCLEO DEL BAJO ARAGÓN (CASPE-MAELLA, ZARAGOZA).



MDT05/MDT05-LIDAR.
 Paso de malla de 5 m.
 IGN MTN 50.
 De las hojas 469 y 470: «Alcañiz» y «Gandesa»
 Cotas máximas de las hojas: 582.54 y 704.60 mts.
 Cotas mínimas de las hojas: 152.69 y 59.65 mts.

El Plano del Pulido	30T 749240.01 E
	4558536.29 N
	Alt. 238 mts.
El Pontet	31T 258214.35 E
	4552776.54 N
	Alt. 311 mts.

0 3100 6200 metros



6.3.1. Localización y contexto biogeográfico.

El llamado Bajo Aragón, que concentra las cotas más bajas de toda la región con una altitud media de 183 msnm, se sitúa en el sector más occidental de la provincia de Zaragoza y su territorio comprende los municipios de Chiprana, Maella, Fabara, Nonaspe, Fayón y Caspe. Ubicado en el interior de la gran Cuenca del Ebro, el sustrato está compuesto por areniscas, calizas, margas y yesos que han sufrido una importante erosión diferencial de tipo principalmente fluvial, producida por el Ebro y sus afluentes Regallo, Guadalope, Matarraña y Algás (Bardají Ruiz, 2005). Se trata de un territorio de tipo endorreico, con abundantes formaciones de paleocanales, que dan lugar a abrigos que reúnen unas condiciones de habitabilidad idóneas para los grupos humanos, y entre las que se formarían humedales generando áreas de potencial desarrollo agrícola (García Martínez de Lagrán, 2008).

Este territorio constituye un potente núcleo de poblamiento prehistórico a comienzos del Holoceno. La decena de yacimientos que pertenecen a este grupo se concentran en las cuencas del Guadalope y del Matarraña con su afluente el Algás cuando ya han abandonado las sierras ibéricas. La mayoría de ellos se localizan próximos a los cauces fluviales, algunos de ellos emplazados casi en la misma orilla del río (Rodanés y Picazo, 2005). Destacan por su importancia los yacimientos situados en varios abrigos poco profundos, algunos de ellos con manifestaciones de arte levantino, con ocupaciones mesolíticas y neolíticas, como Botiquería de los Moros (Mazaleón, Teruel), Esl Secans (Mazaleón, Teruel), Costalena (Maella, Zaragoza), El Pontet (Maella, Zaragoza) y Plano del Pulido (Caspe, Zaragoza) (Utrilla et al., 2009) y el asentamiento al aire libre neolítico de Alonso Norte (Alcañiz, Teruel) (Benavente y Andrés, 1989).

El clima actual es de tipo mediterráneo semiárido con tendencia continental. La pluviometría es irregular y escasa, con una media de 350 mm/anuales, y la evapotranspiración potencial de 1400 mm anuales, lo que genera un importante déficit hídrico. Los inviernos y los veranos son largos y extremos en lo que respecta a las temperaturas, con unos 26 °C de media en julio y 5 °C en enero con frecuentes heladas (Bardají Ruíz, 2005). En general, se puede decir que las condiciones climáticas imperantes en este territorio funcionan como un importante factor limitante para el desarrollo vegetal, convirtiéndola en un área especialmente sensible a las fluctuaciones climáticas (López García, 1992; Utrilla y Bea, 2012).

Las especies leñosas que crecen en esta zona en la actualidad son escasas (Rivas Martínez, 1987). En el estrato arbóreo encontramos casi en exclusividad al pino carrasco (*Pinus halepensis*), que al vivir en su límite de tolerancia no alcanza grandes portes. Lo acompaña la coscoja (*Quercus coccifera*) y otras especies arbustivas que forman parte del sotobosque como la sabina negral (*Juniperus phoenicea*), el escambrón (*Rhamnus lycioides*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*), la olivilla (*Phillyrea angustifolia*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*) y la cornicabra (*Pistacia terebinthus*) y en el sector más occidental, donde la influencia mediterránea es mayor, el brezo (*Erica multiflora*), el madroño (*Arbutus unedo*) y la carrasquilla (*Rhamnus alaternus*). En algunas umbrías sobreviven especies como los robles quejigos (*Quercus faginea*) y las carrascas (*Quercus ilex*), muy afectados por los incendios forestales. Las formaciones de matorrales de Rosmarinetales (*Rosmarinus officinalis*, *Globularia alpinum* y *Ononis tridentata*) ocupan grandes extensiones de territorio (Braun y Bólos, 1987). En cualquier caso, la cubierta forestal está muy afectada por las condiciones climáticas extremas ya mencionadas y la acción antrópica, creando un paisaje dominado por taxones herbáceos y arbustivos y principalmente dedicado a la explotación agrícola.

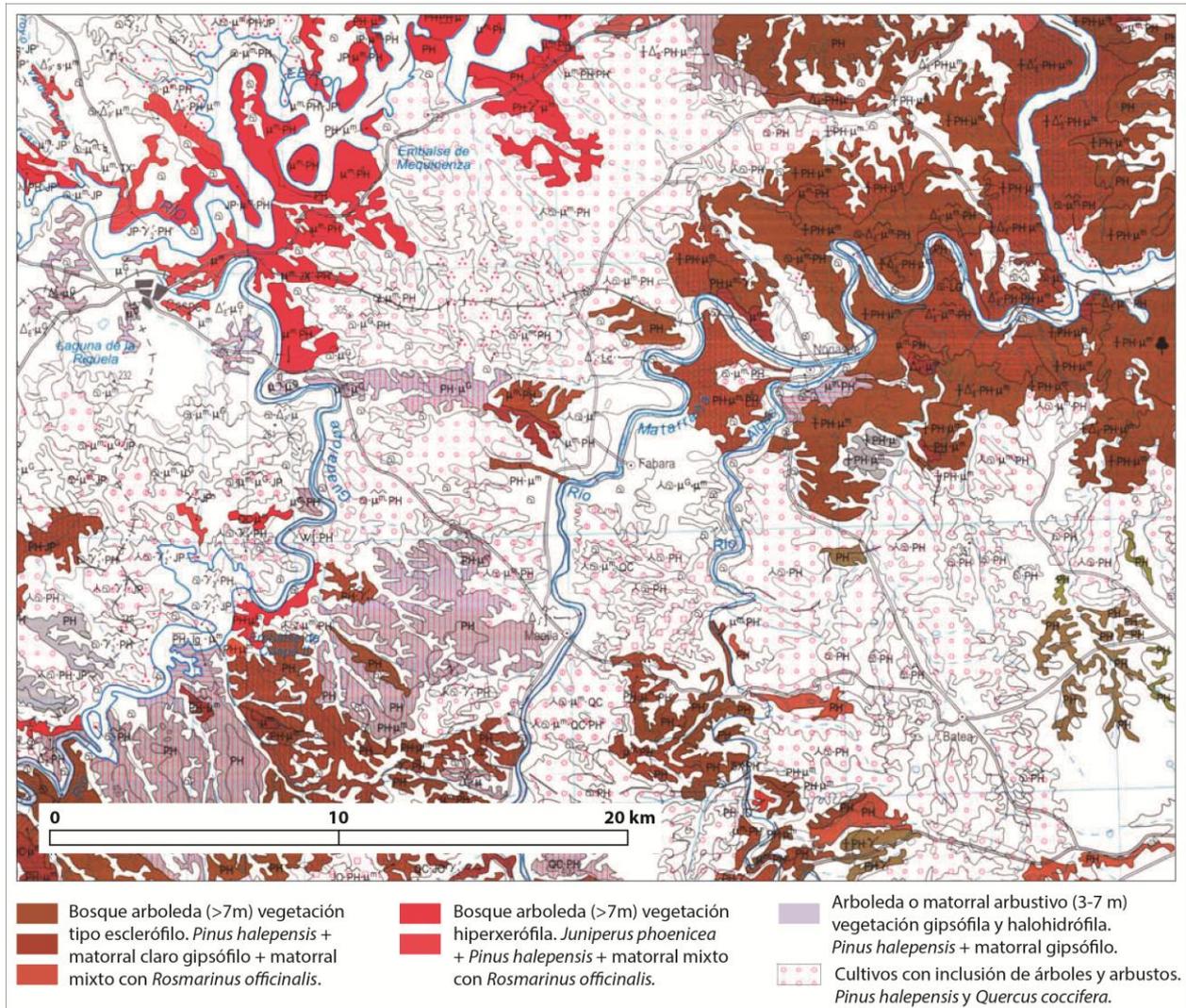


Figura 116. Vegetación actual del entorno según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-5 Tortosa.

6.3.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.

Las investigaciones en este territorio comienzan en el valle del Matarraña 1918 con los trabajos de L. Pérez Temprado y M. Pallarés en el abrigo de Botiquería de los Moros (Mazaleón, Teruel), yacimiento que será excavado posteriormente por J. Tomás y E. Vallespí en 1955 y 1959 (Tomás y Vallespí, 1960) y por I. Barandiarán entre 1974 y 1978 (Barandiarán, 1978), cuando este mismo empieza también las excavaciones en el abrigo de Costalena (Maella, Zaragoza) (Barandiarán y Cava, 1989). En los años 50 E. Vallespí lleva a cabo también algunas intervenciones puntuales en los yacimientos de El Serdá y Sol de la Piñera (Fabara, Zaragoza). En 1984 comienzan las intervenciones en el río Guadalope, cuando T. Andrés y J.A. Benavente excavan Alonso Norte (Alcañiz, Teruel) (Benavente y Andrés, 1985; 1989). Ese mismo año, los trabajo de prospección, liderados por P. Utrilla en el valle del Matarraña y por A. Álvarez en el del Guadalope,

dieron un nuevo impulso a las excavaciones en esta zona. De esta forma, entre 1986 y 1989 se excavaron los yacimientos de El Pontet (Maella, Zaragoza) (Montes y Mazo, 1986; Mazo y Montes, 1992), Els Secans (Mazaleón, Teruel) (Rodanés, 1987; Rodanés et al., 1996) y la cueva del Llop (Mazaleón, Teruel) (Mazo y Montes, 1987). Por último, la existencia del yacimiento del Plano del Pulido (Caspe, Zaragoza), famoso por su ciervo levantino naturalista, es dado a conocer en esta misma época (Eiroa et al., 1983). Este yacimiento fue excavado primero por A. Álvarez, A. Bachiller y S. Melguizo en 1990 (Álvarez y Melguizo, 1994; Álvarez y Bachiller, 1995) y, posteriormente, por P. Utrilla y M. Bea en 2007 y 2008 (Utrilla y Martínez-Bea, 2008; Utrilla y Bea, 2011; 2012). Se conoce también la existencia de otros yacimientos en esta zona, como Cueva Ahumada y Sariñena 1 y 2, en los que las intervenciones han sido prácticamente nulas hasta la fecha a causa de diversas problemáticas (Utrilla et al., 2009).

Como vemos, la concentración de yacimientos excavados en este núcleo es grande. A pesar de la elevada cantidad de investigadores que han intervenido y de la dilatada horquilla temporal, tratándose en la mayoría de los casos de excavaciones bastante antiguas, el sistema de excavación utilizado en la mayoría de ellas es bastante similar. Podemos decir, *grosso modo*, que se llevó a cabo un levantamiento del depósito en tallas o medias tallas de 5 o 10 cm de espesor, respetando siempre los cambios en el depósito, y utilizando como unidad básica de excavación el metro cuadrado de planta, subdividido generalmente en 9 sectores y siempre referido a un punto 0 de referencia. Todo el sedimento fue tamizado, como viene siendo habitual en las excavaciones prehistóricas (Barandiarán y Cava, 1989; Mazo y Montes, 1992; Rodanés et al., 1996; Utrilla y Martínez-Bea, 2008).

6.3.3. Estratigrafía, cronología y materiales.

En este apartado, vamos a centrarnos exclusivamente en describir la estratigrafía, cronología y materiales de aquellos yacimientos de los que disponemos de restos arqueobotánicos para su análisis: Plano del Pulido (Caspe, Zaragoza) y El Pontet (Maella, Zaragoza).

Plano del Pulido

El abrigo del Plano del Pulido se abre en un paleocanal de arenisca, orientado al oeste, junto al cauce del río Guadalupe (238 msnm). Junto al yacimiento, como hemos comentado, se localiza un interesante conjunto rupestre levantino con representaciones de ciervos. En las catas realizadas por P. Utrilla y M. Bea en 2007 y 2008, de las que proceden exclusivamente los materiales antracológicos estudiados en este trabajo, se documentó la existencia de 3 niveles arqueológicamente fértiles allí donde la estratigrafía se conservaba intacta (Utrilla y Bea, 2012):

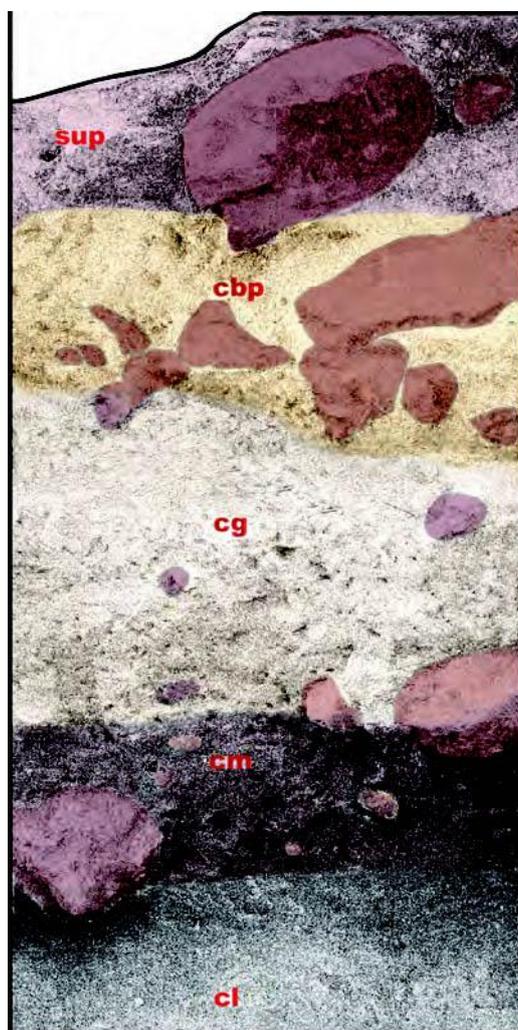


Figura 117. Estratigrafía del Plano del Pulido según Utrilla y Bea (2012).

Yacimiento	Nivel	EC	Data	σ	Ref. laborat.	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
Plano del Pulido	cg	N	5660	30	Beta-363777	6500-6380	C	AMS	Utrilla y Mazo, 2016
Plano del Pulido	b1	N	5040	40	Beta-258559	5940-5660	H	AMS	Álvarez y Melguizo, 1994

Tabla 15. Dataciones radiocarbónicas a partir de Álvarez y Melguizo, 1994 y Utrilla y Mazo, 2016. C: Carbón, H: Hueso. N: Neolítico. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013).

- *Nivel cbp*. Ha entregado cerámica lisa a mano y microlíto s geométricos en forma de triángulos de retoque abrupto y segmentos y triángulos de doble bisel. No se dispone de ninguna datación radiocarbónica para este nivel ya que los huesos enviados a diferentes laboratorios han dado siempre resultados negativos ante la falta de colágeno en las muestras. Sin embargo, según los investigadores este nivel equivale al *nivel b1* de las catas de 1990 fechado en 5806 ± 67 cal BP sobre un calcáneo de caballo (Álvarez y Melguizo, 1994) lo que ubicaría este nivel en una fase avanzada del Neolítico.

- *Nivel cg*. Nivel gris caracterizado por la presencia de cerámica decorada cardial e impresa con variados motivos decorativos entre los que destaca un ejemplar que podría representar unas astas de ciervo (Utrilla y Martínez-Bea 2008). Acompañan a la cerámica microlíto s geométricos, trapecios y triangulos de retoque abrupto (alguno de lado cóncavo) y segmentos y triángulos de doble bisel, y microburiles. Con una única datación realizada sobre un fragmento de carbón que ha entregado una fecha de 6448 ± 29 cal BP, se adscribe a un Neolítico antiguo.

- *Nivel cm*. Ha entregado una industria lítica compuesta por muescas, denticulados y *écaillés*. Entregó también algunos microlíto s geométricos en forma de segmentos de doble bisel, lo que se considera una intrusión de los niveles superiores, algo habitual en los depósitos de ladera. Aparecen también algunas láminas y microrraspadores que también se consideran intrusiones de otras ocupaciones (Utrilla et al., 2009). No se dispone de ninguna datación radiocarbónica para este momento aunque por el material entregado se adscribe a una ocupación de la fase macrolítica del Mesolítico.

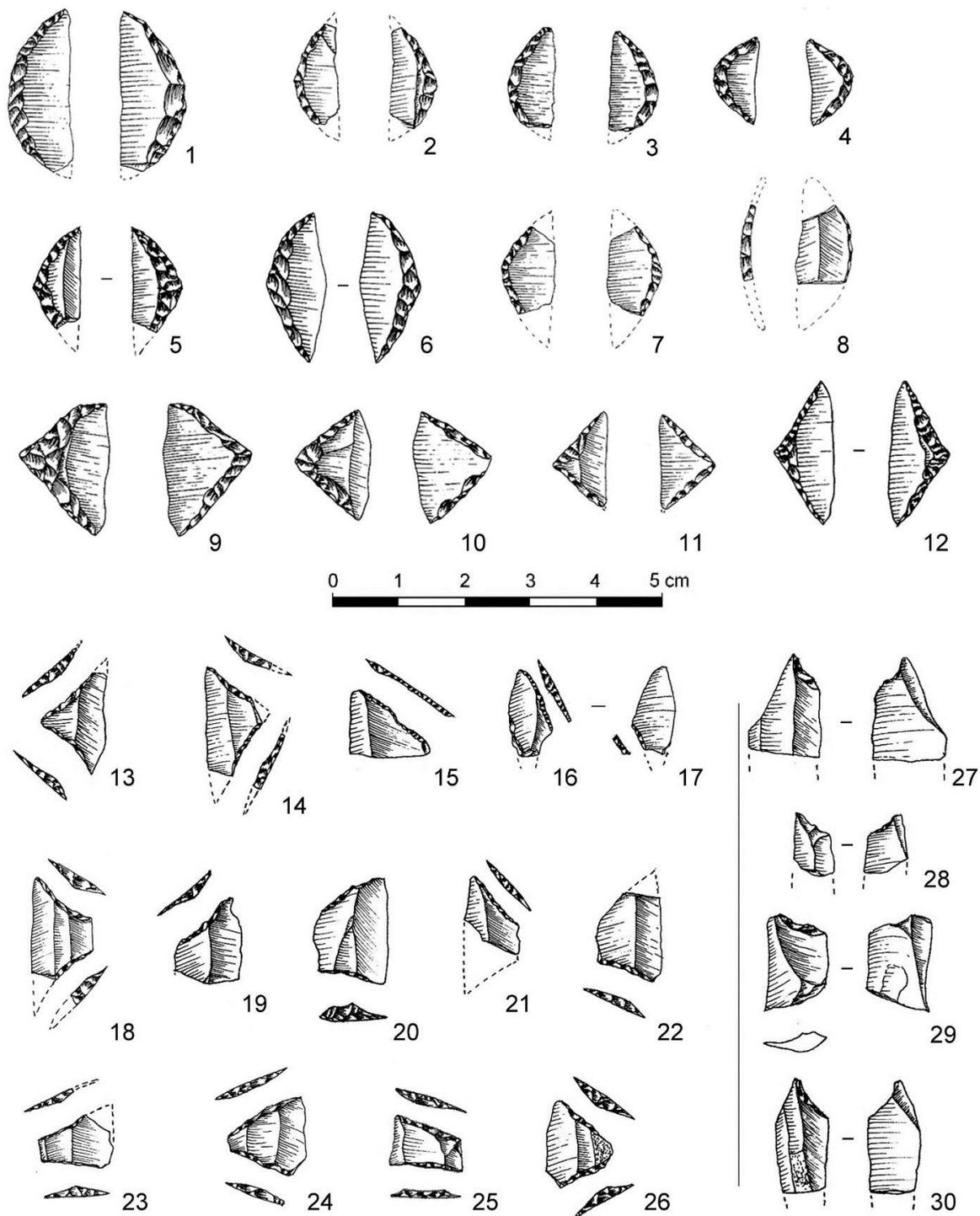


Figura 118. Selección de materiales líticos representativos del Plano del Pulido según Utrilla y Bea (2012).

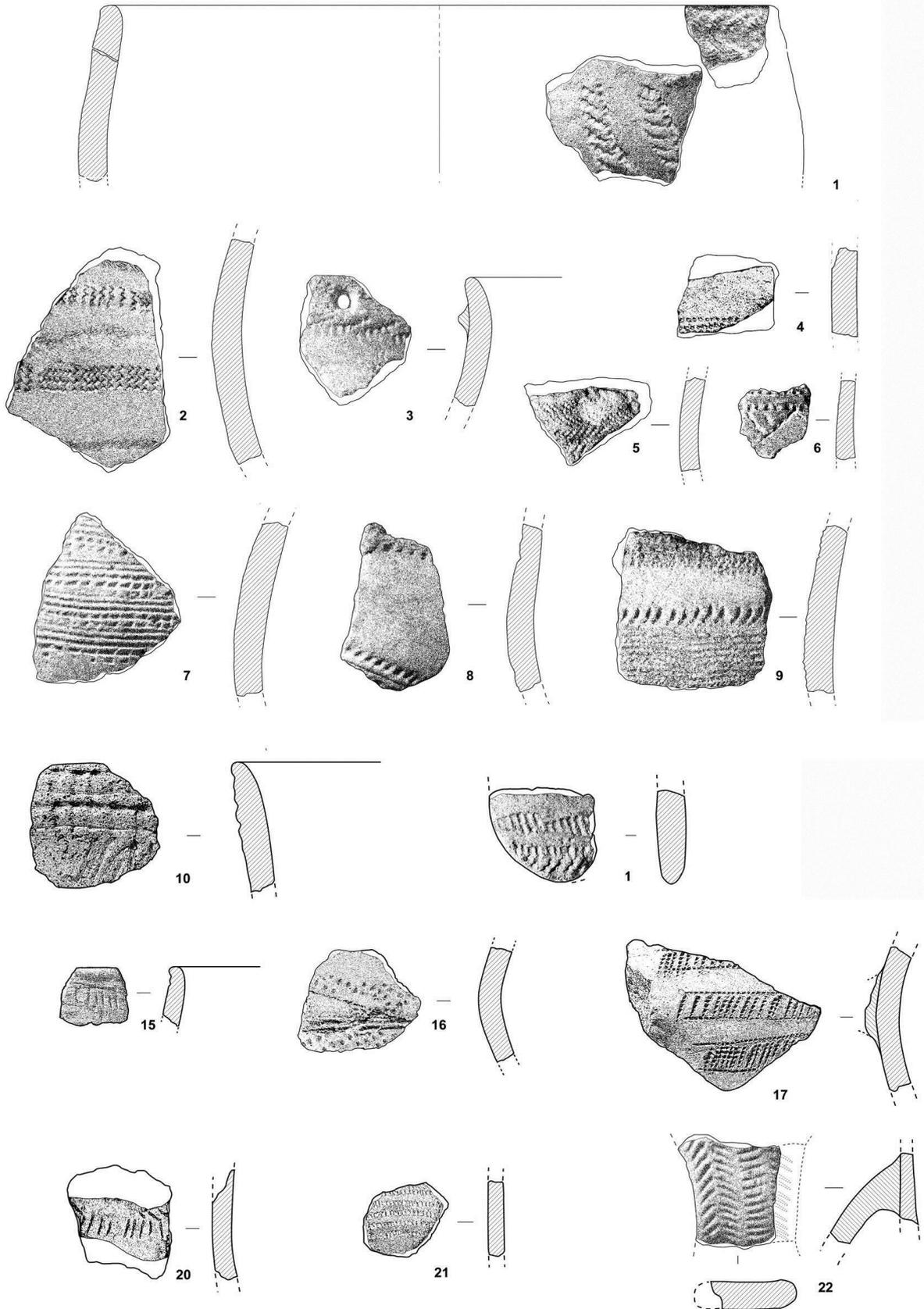


Figura 119. Selección de materiales cerámicos representativos del Plano del Pulido según Utrilla y Bea (2012).

El Pontet.

Por su parte, el yacimiento de El Pontet se localiza en un taffoni abierto en un paleocanal de arenisca, orientado al suroeste, junto al cauce del río Matarraña (311 msnm). En este yacimiento se intervino sobre 16 m² documentándose la existencia de 10 niveles hasta el final del depósito, uno de ellos, el *nivel c*, subdividido a su vez en 2 niveles, de los que 5 resultaron arqueológicamente fértiles. Estos niveles son los siguientes según Mazo y Montes (1992):

- *Nivel b*. Se trata de un estrato de textura limoarcillosa y color amarillento con presencia de fragmentos de arenisca y pequeños cantos que sucede inmediatamente al nivel superficial. Ha entregado trapecios con retoque abrupto y cerámicas con decoraciones plásticas. Se data entre 6212±247 y 6420±53 cal BP y se adscribe a una fase avanzada del Neolítico.

- *Nivel c superior*. De composición muy similar al anterior, al que subyace, aunque con mayor presencia de areniscas y cantos y una tonalidad más rojiza. Aparecen triángulos con retoque en doble bisel y puntitas de dorso y cerámica con impresiones cardiales. No se cuenta con ninguna datación radiocarbónica para este nivel que correspondería a una ocupación adscrita a un Neolítico antiguo cardial.

- *Nivel c inferior*. De composición en este caso idéntica al nivel suprayacente, aunque en este caso con variaciones localizadas de color hacia tonos grises y negruzcos. Entre los materiales destacan los trapecios de retoque abrupto y lados cóncavos y las puntitas de dorso. Aparecen también algunos restos cerámicos por lo que se considera un nivel de transición entre el Mesolítico y el Neolítico. Disponemos de dos dataciones: 7313±77 y 7335±55 cal BP.

- *Nivel d*. Se trata de una capa amarillenta estéril de unos 20 cm de espesor que en ocasiones se encuentra perforada por estructuras interpretadas como hogares en cubeta y agujeros de poste.

- *Nivel e*. Se trata de un estrato con una tonalidad gris oscura que ha entregado exclusivamente restos líticos, entre los que destacan los trapecios geométricos con retoque abrupto, al principio de tipos simétrico y asimétrico y posteriormente de lado (o lados) cóncavo. Datado entre el 8167±100 y el 7794±43 cal BP, se adscribe a una ocupación mesolítica de fase geométrica.

- Nivel f. Se trata de una capa amarillenta nuevamente estéril.
- Nivel g. Se trata de una fina capa de tonos grisáceos de unos 8 cm de espesor que apenas ha entregado material arqueológico. Por la presencia de denticulados en la industria lítica y la reciente datación en su parte alta en el 8810±128 cal BP se adscribe a una la fase macrolítica del Mesolítico.

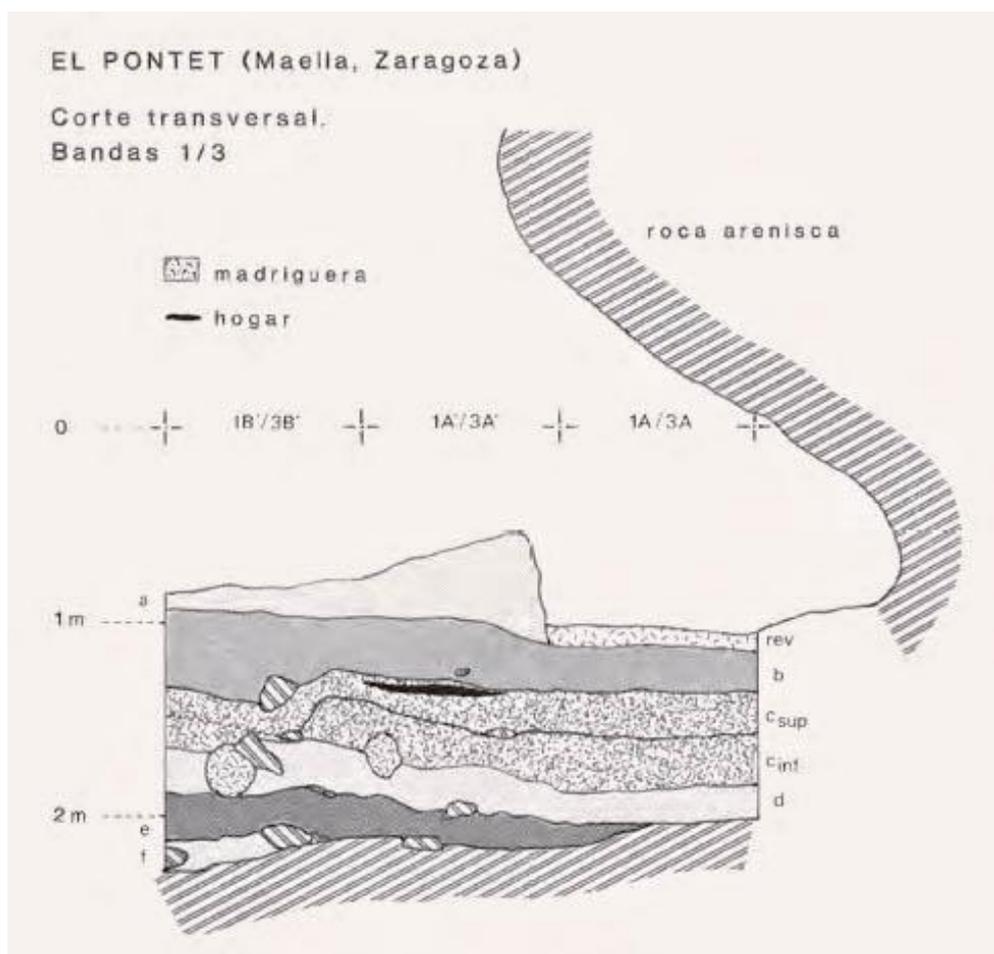


Figura 120. Estratigrafía del Pontet según Mazo y Montes (1992).

Yacim.	Nivel	EC	Data	σ	Ref. laborat.	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
El Pontet	g	MMD	7941	65	D-AMS 020211	9060-8540	C(Ph)	AMS	Inédita
El Pontet	e	MG	7341	32	D-AMS 020210	8250-8010	C(Ph)	AMS	Inédita
El Pontet	e	MG	7340	70	GrN-16313	8360-7960	C	conv	Mazo y Montes, 1992
El Pontet	e	MG	6963	32	D-AMS 020208	7890-7690	C(Ph)	AMS	Inédita
El Pontet	c inf.	MG/N	6379	41	D-AMS 020209	7450-7210	C(Ph)	AMS	Inédita
El Pontet	c inf.	MG/N	6370	70	GrN-14241	7470-7150	C	conv	Mazo y Montes, 1992
El Pontet	b	N	5644	42	D-AMS 020207	6540-6300	C(Qc)	AMS	Inédita
El Pontet	b	N	5430	230	GrN-14240	6710-5710	C	conv	Mazo y Montes, 1992

Tabla 16. Dataciones radiocarbónicas a partir de Mazo y Montes, 1992 y fechas inéditas. C: Carbón indeterminado. C(Ph): Carbón de *Pinus halepensis*. C(Qc): Carbón de *Quercus* sp. perennifolio. En cursiva dataciones con una desviación superior a 100 o que presentan algún problema. MMD: Mesolítico de muescas y denticulados, MG: Mesolítico Geométrico, N: Neolítico. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013).

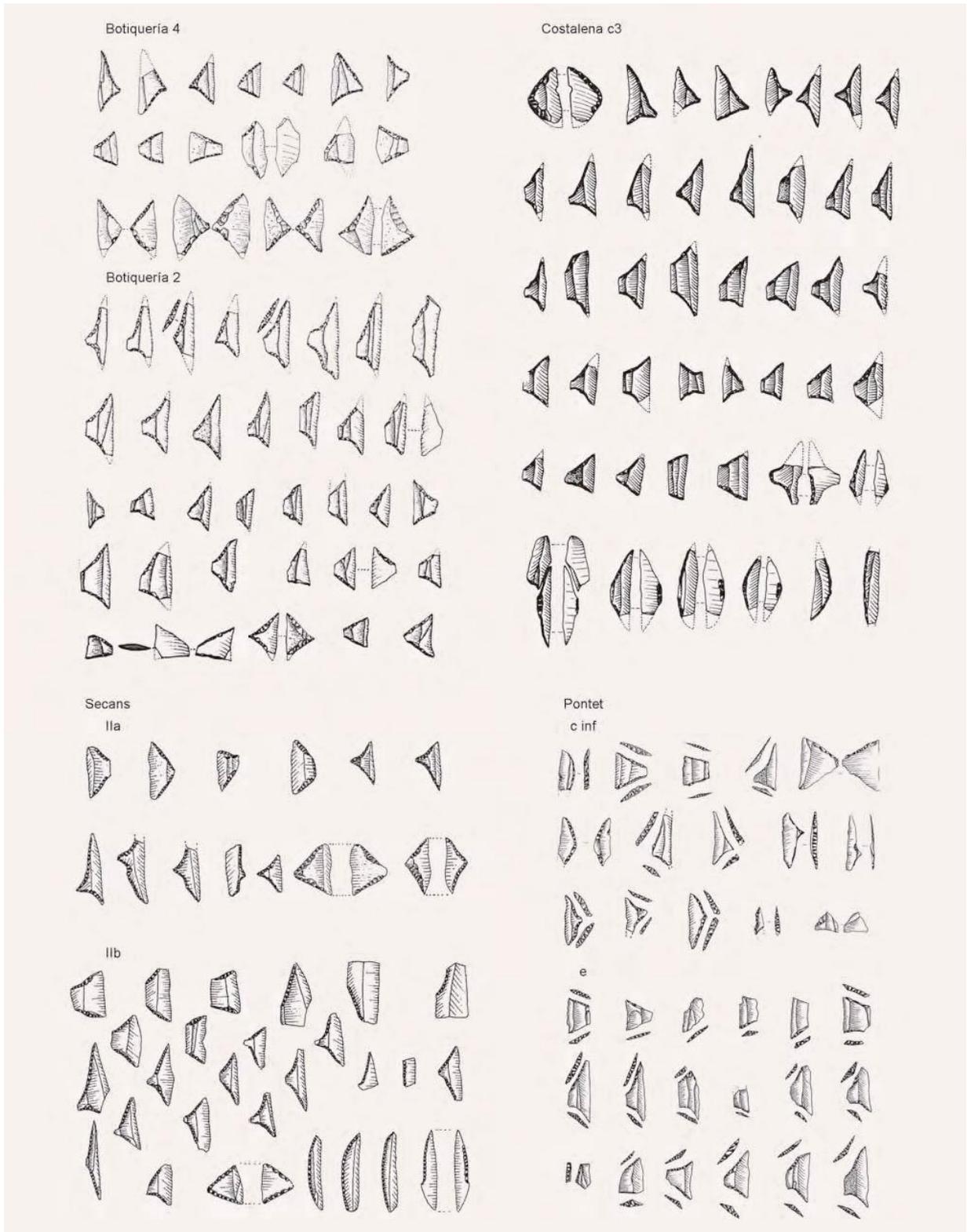


Figura 121. Selección de microlíths geométricos de El Pontet junto con los de otros yacimientos del Bajo Aragón (Valle del Matarraña) según Utrilla et al., 2009.

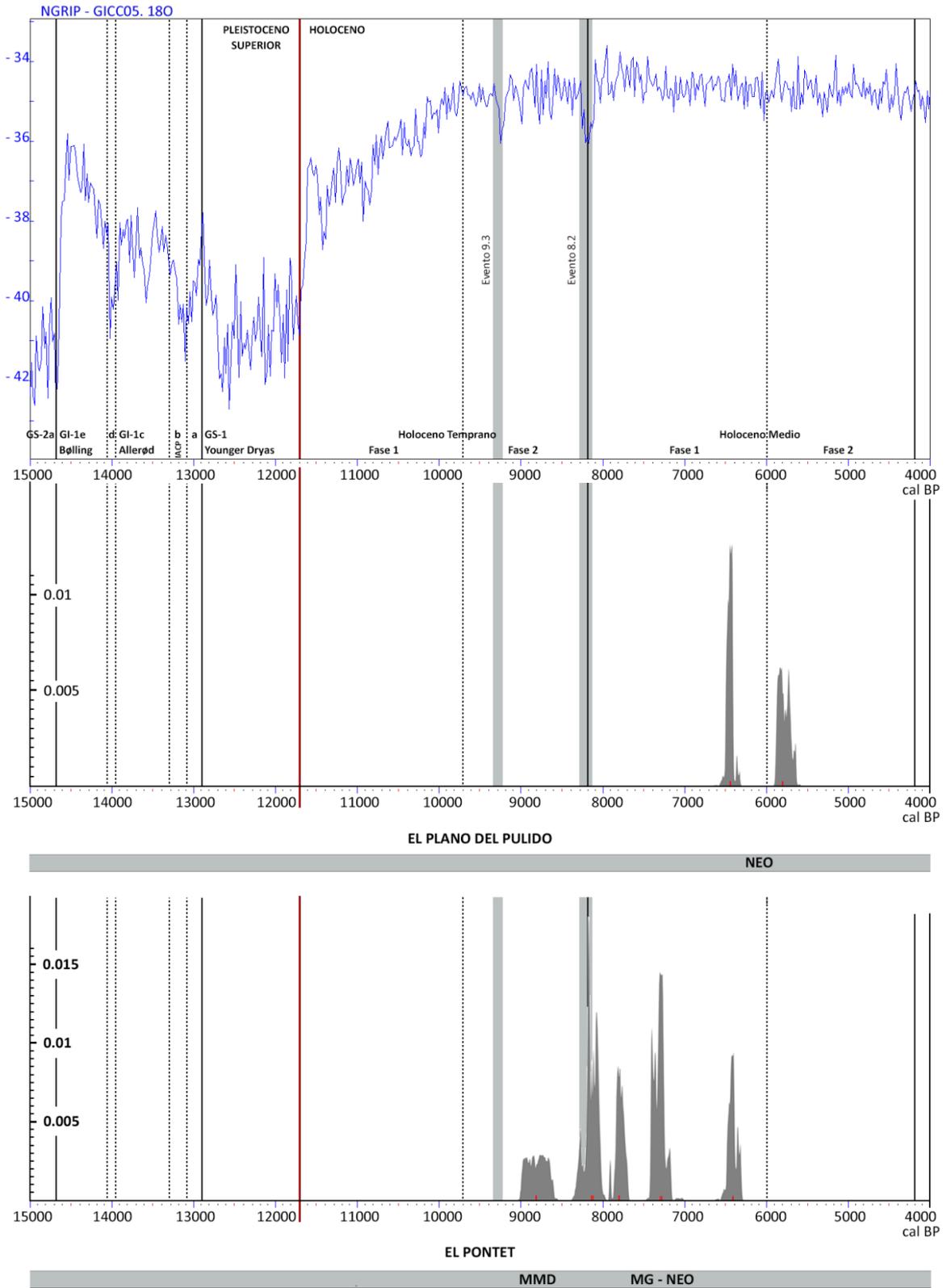


Figura 122. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de Plano del Pulido y El Pontet realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997).

6.3.4. Otros estudios bioarqueológicos.

Estudios palinológicos

Disponemos de estudios palinológicos para 4 de los yacimientos del núcleo del Bajo Aragón: El Pontet (Maella, Zaragoza), Els Secans (Mazaleón, Teruel) y Botiquería de los Moros (Mazaleón, Teruel) en la cuenca del Matarraña y Alonso Norte (Alcañiz, Teruel) en la cuenca del Guadalope (Blanco Tomás, 1989; López García, 1992; López García y López Sáez, 1996; inédito).

Estos análisis llevados revelan un paisaje abierto de tipo mediterráneo bastante similar al actual. Los pinares serían el elemento dominante del paisaje a lo largo de las secuencias estudiadas. Estos pinos (*Pinus* sp.), a partir de criterios aparentemente ecológicos, se interpreta como de tipo carrasco (*Pinus t. halepensis* o *Pinus halepensis*) (López García, 1992; López García y López Sáez, 1996; inédito). El pino aparece acompañado de *Juniperus* sp., *Corylus* y *Quercus t. coccifera*. La presencia de árboles que requieren ciertas condiciones de humedad como *Corylus*, *Salix*, *Populus*, *Alnus* o *Ulmus*, que sin duda estará relacionada con la proximidad de estos yacimientos al curso del río, está revelando unas condiciones de humedad superiores a las actuales a pesar de la citada influencia climática mediterránea. Se plantea también la existencia de una acción antrópica visible ya desde el Neolítico. Esta queda reflejada en la aparición recurrente de plantas ruderales (*Rumex*, *Plantago*, *Artemisia*, etc.) y de algunos granos de polen de cereal que aparecen en los registros polínicos de Secans y Pontet, poniendo de manifiesto una incipiente agricultura, sin que los autores de los estudios sean más precisos en cuanto a la cronología (López García, 1992). La presencia de boj (*Buxus sempervirens*), especialmente importante en la secuencia de Secans, asociada por estos autores a una cierta recuperación del bosque post-incendio (López García y López Sáez, 1996). Por último, nos resulta interesante señalar una presencia cuanto menos significativa en algunas muestras de taxones como Oleaceae o *Juglans*. En el caso de la primera, se interpreta en algunos registros como una posible contaminación de cultivos modernos de olivo (*Olea europaea*) en el entorno (Blanco Tomás, 1989) o como una acompañante de la vegetación mediterránea como podrían ser algunos representantes de este género como *Phillyrea* (López García, 1992; López García y López Sáez, 1996; inédito). En el caso de *Juglans*, también existe cierta controversia en las publicaciones acerca de si se trata de poblaciones relictas (López García y López Sáez, 1996) o

contaminaciones modernas como consecuencia de su cultivo por el hombre (López García y López Sáez, inédito).

Estudios arqueozoológicos

El animal mejor representado en todo el núcleo del Bajo Aragón es el conejo (*Oryctolagus cuniculus*). El estudio tafonómico de F. Blasco (Universidad de Zaragoza) (Blasco, inédito), en el yacimiento de El Pontet revela que se trata de ejemplares adultos afectados en un alto porcentaje por la acción del fuego, por lo que descarta que se trate de intrusiones provocadas por la existencia de madrigueras en los niveles arqueológicos, de forma que estos lagomorfos serían sin lugar a duda la presa más consumida.

Los ungulados apenas aparecen representados en el registro (Rodanés et al., 1996; Utrilla et al., 2009; 2014). Sin embargo, son abundantes las esquirolas procedentes de huesos grandes, como las cerca de 2.300 esquirolas recuperadas en Costalena (Barandiarán y Cava, 1989). Esta extrema fracturación de los huesos se asocia probablemente con la necesidad de aprovecharlos al máximo, de forma que serían machacados para extraerles la médula. Diversos investigadores se han planteado si la escasa representación de la caza mayor en estos registros se puede deber a un problema de conservación o a una ausencia real en el consumo de estas especies, lo que les ha llevado a esgrimir varias razones para explicar este fenómeno. La primera es una supuesta acidez de la matriz sedimentaria (Cava, 1994; Barandiarán y Cava, 2000). Lo cierto es que los análisis sedimentológicos, edáficos físico-químicos y mineralógicos (Gayarre y Alberto, 1985; Sebastián et al., 2014) no han permitido corroborar esta hipótesis, ya que los resultados hablan de suelos básicos o neutros. Otra explicación que la deficiente conservación de los huesos se debe a causas climáticas asociadas con las fuertes oscilaciones térmicas que afectan a este territorio (Utrilla et al., 2014). Por otro lado, se plantea la hipótesis de que estas especies apenas aparecen porque apenas eran consumidas. Las actividades antrópicas relacionadas con la caza y la preparación de las presas se llevarían a cabo en otros lugares, de modo que los huesos de los animales nunca serían aportados en cantidades importantes al yacimiento o las estrategias de subsistencia estarían centradas en otro tipo de actividades distintas de la caza (Rodanés et al., 1996).

Entre las especies de ungulados identificadas, destaca el ciervo (*Cervus elaphus*) aparece en Pontet, Costalena y Botiqueria de los Moros con signos de haber sido

procesadas lejos del yacimiento, de forma que algunas partes esqueléticas no serían aportadas, lo que podría estar reflejando cierta lejanía del biotopo en el que se desarrolla: el bosque. Sin embargo, es llamativa la presencia de caballo (*Equus caballus*) en los niveles más antiguos de Botiquería de los Moros y Costalena (Altuna, 1978; Barandiarán y Cava, 1989). Esta especie es indicativa de la existencia de paisajes abiertos, evidenciada por la abundante presencia de conejo. La aparición de vértebras de peces en Costalena (Altuna, 1978) atestigua la pesca como actividad de subsistencia.

6.3.5. Método de recuperación y unidades de análisis.

La recogida del carbón en los distintos yacimientos del Bajo Aragón atendió a un muestreo dirigido y no exhaustivo, ya que el objetivo principal era la obtención de dataciones radiocarbónicas y no la recuperación de macrorrestos vegetales para su estudio antracológico ni carpológico. Rastreando la bibliografía, encontramos una curiosa referencia en la publicación de las intervenciones arqueológicas más antiguas de Botiquería de los Moros refiriéndose al estudio de una hoguera en cubeta en cuyo interior “el carbón identificado es de pino” (Tomás y Vallespi, 1960: 206). Al margen de esto, algunos autores (Barandiarán y Cava, 2000: 304) han mantenido que “faltan absolutamente análisis de macrorrestos que es difícil que se hubieran conservado a causa de la aridez del suelo salvo en el caso de algunos fragmentos reconocibles de carbón”, argumento que, como hemos visto en el apartado anterior, ha sido esgrimido también para explicar la deficiente conservación de la fauna en el núcleo del Bajo Aragón. Sin embargo, en algunos yacimientos como Costalena se describe prolijamente la existencia de al menos 13 hogares estructurados con cantos rodados entre las cenizas y carbones, el mayor de ellos ocupando una superficie de más de 1 m y desarrollándose en una potencia próxima a 20 cm (Barandiarán y Cava, 1989: 116-118).

Es importante señalar que durante la campaña de excavación de 1984 de Alonso Norte se recogió el contenido de un pequeño hogar localizado en el único nivel de ocupación, de cronología neolítica (Benavente y Andrés, 1989). Dentro del trabajo desarrollado en esta tesis doctoral, en el año 2016, procedimos a la flotación de la muestra en el Laboratorio de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Zaragoza, que contenía más de 20 litros de sedimento. El resultado fue negativo, ya que sólo algunos pequeños fragmentos de carbón quedaron recogidos en la malla de 0,5 mm de luz de malla, lo que los sitúa muy por debajo del tamaño mínimo requerido para su identificación botánica

mediante antracoanálisis y no se pudo recuperar ningún carporresto. No obstante, la muestra obtenida ha permitido la datación radiocarbónica del evento de combustión en 6934 ± 32 cal BP (inédito).

En conclusión, ya sea por los problemas tafonómicos o por la no aplicación de estrategias de recuperación adecuadas, en este trabajo sólo hemos podido analizar una pequeña muestra procedente de 2 de los yacimientos mencionados en el núcleo del Bajo Aragón, los abrigos de Plano del Pulido y El Pontet. En el abrigo del Pontet se han analizado 11 muestras recuperadas manualmente durante las campañas de excavación entre 1986 y 1989, lo que se ha traducido en el estudio de un total de 62 fragmentos de carbón procedentes de 4 niveles arqueológicos. En el abrigo del Plano del Pulido, se han analizado un total de 8 fragmentos de carbón procedentes del *nivel cg* recuperados manualmente durante las campañas de excavación de 2007 y 2008.

Si atendemos a la relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados (Figura 123), vemos que la muestra (*nivel b*) con mayor número de fragmentos analizados es también la que ofrece una lista florística más rica. Esto se puede deber a otras causas, como una diversificación del paisaje en esta cronología, la más reciente, o a una diversificación de las especies consumidas. Sin embargo, el escaso número de fragmentos estudiados en el resto de muestras nos hace pensar que probablemente, un aumento en el número de fragmentos estudiados se traduciría en una mayor riqueza taxonómica. Si atendemos a las curvas taxonómicas elaboradas (Figura 124) dejan ver que no se ha producido una estabilización, de modo que a causa del escaso número de fragmentos analizados, estamos seguros de que hemos recuperado sólo una parte de los taxones sedimentados. No obstante, de nuevo, tendremos representados en las muestras los taxones de consumo más frecuente. Aunque la muestra estudiada resulta incompleta, cuantitativamente hablando, los taxones documentados no dejan de ser interesantes en el conjunto de datos presentados en este trabajo. Consideramos fundamental, de todos modos, que en posibles futuras intervenciones arqueológicas en los yacimientos del núcleo del Bajo Aragón se lleven a cabo estrategias de muestreo y procesado del sedimento sistemáticas y exhaustivas encaminadas a la recuperación integral de macrorrestos vegetales que aporten luz sobre la hipótesis acerca de la no conservación de este tipo de restos a causa de factores edáficos y nos permitan realizar una reconstrucción más completa del entorno de estos yacimientos y la gestión de los recursos vegetales por parte de las sociedades humanas.

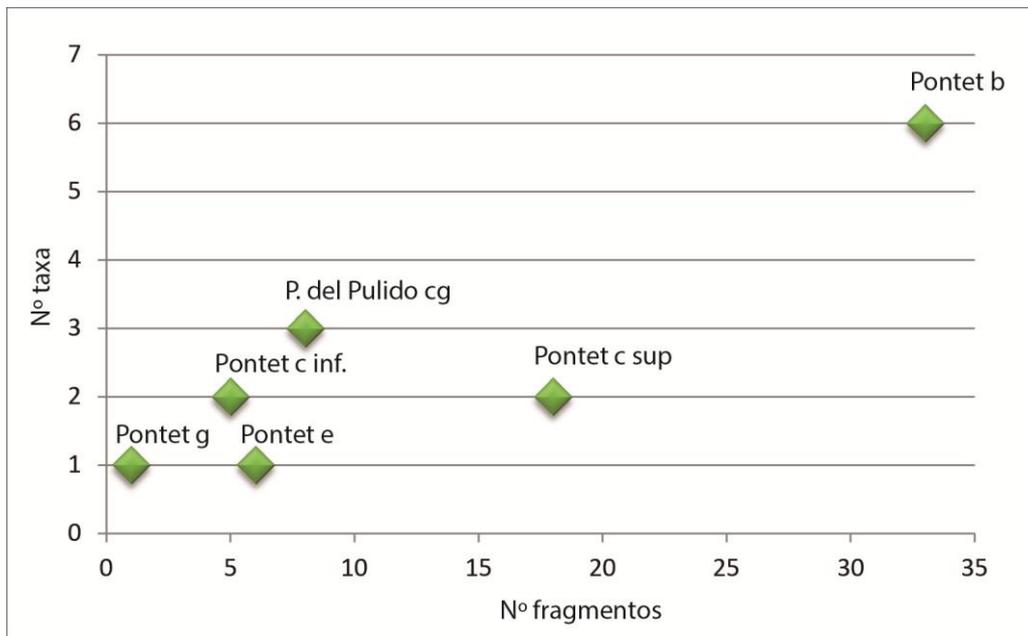


Figura 123. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas.

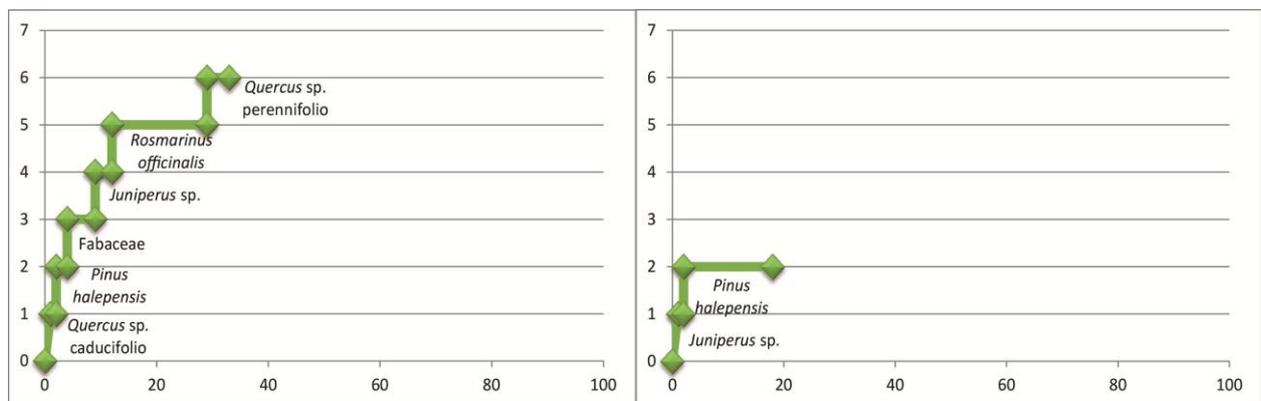


Figura 124. Curvas taxonómica de las muestras antracológicas de Pontet que superan los 10 fragmentos analizados: nivel b (izquierda) y nivel c superior (derecha).

6.3.6. Resultados del análisis antracológico.

En los niveles más antiguos de El Pontet hemos podido determinar un único taxón, el pino carrasco (*Pinus halepensis*), al que pertenecen el único fragmento analizado en el nivel *g* y los 6 fragmentos del nivel *e*.

En el nivel *c inferior* (n=5) y *c superior* (n=18) se ha documentado la presencia de 2 taxones: enebro/sabina (*Juniperus* sp.) y pino carrasco (*Pinus halepensis*) de forma que todos los fragmentos estudiados proceden de madera de coníferas.

Por último, en el nivel *b* de El Pontet se han estudiado 33 fragmentos de carbón, lo que nos ha permitido documentar la presencia de 6 taxones: leguminosa (Fabaceae), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino carrasco (*Pinus halepensis*), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) y romero (*Rosmarinus officinalis*).

En total, en el abrigo de El Pontet se han determinado 6 taxones (Tabla 17). El pino carrasco (*Pinus halepensis*) es el único taxón que aparece documentado en todos los niveles arqueológicos estudiados. Los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) hacen su aparición en el nivel *c superior*, a partir del cual su presencia es constante, mientras que el resto de taxones (Fabaceae, *Quercus* sp. caducifolio, *Quercus* sp. perennifolio, *Rosmarinus officinalis*) sólo se documentan en el nivel más reciente (nivel *b*).

Yacimiento	El Pontet				
	Mesolítico macrolítico	Mesolítico geométrico	Transición Meso-Neo	Neolítico antiguo	Neolítico med.-fin.
Nivel	g	e	c inf.	c sup.	b
Taxa	n	n	n	n	n
Fabaceae	-	-	-	-	1
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	3	3	17
<i>Pinus halepensis</i>	1	6	2	15	2
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	-	-	-	-	7
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	-	-	-	-	5
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-	-	-	-	1
Total determinable	1	6	5	18	33
Indeterminable	-	-	-	-	-
Total fragmentos	1	6	5	18	33
Total taxa	1	1	2	2	6

Tabla 17. Resultados del análisis antracológico de El Pontet expresados en frecuencias absolutas.

En el Plano del Pulido contamos solamente con datos del *nivel cg*, en el que se ha analizado una muestra de 8 fragmentos de los que únicamente 7 han sido determinables (Tabla 18). Hemos documentado la presencia de 3 taxones: enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino carrasco (*Pinus halepensis*) y encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio)

Yacimiento	Plano del Pulido
Etapa cultural	Neolítico antiguo
Nivel	cg
Taxa	n
<i>Juniperus</i> sp.	2
<i>Pinus halepensis</i>	4
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	1
Total determinable	7
Indeterminable	1
Total fragmentos	8
Total taxa	3

Tabla 18. Resultados del análisis antracológico del Plano del Pulido expresados en frecuencias absolutas.

6.3.7. Alteraciones registradas.

Apenas se han registrado alteraciones en este conjunto. Podemos reseñar solamente las grietas radiales que afectan a algunas de las coníferas documentadas en el Pontet y la vitrificación, que afecta de forma leve a casi todos los fragmentos estudiados en el Plano del Pulido, y es especialmente fuerte en el único fragmento determinado de *Quercus* sp. perennifolio.

6.3.8. Discusión de los resultados.

Aunque los datos obtenidos en el conjunto del Bajo Aragón no pueden ser considerados estadísticamente significativos, considerados en términos de ausencia/presencia cubren un vacío de información que afecta a las zonas de menor altitud en el territorio que nos ocupa.

La presencia de determinados taxones en los registros antracológicos de estos yacimientos confirma su presencia en el valle del Ebro y amplía nuestro conocimiento acerca de su área de distribución en este período. Este es el caso del pino carrasco (*Pinus halepensis*), presente en todos los niveles arqueológicos de El Pontet, así como en el único estudiado en Plano del Pulido. Los pinares jugarían un papel preponderante en el Bajo Aragón durante la primera mitad del Holoceno tal como reflejan los estudios

polínicos (López García, 1992; López García y López Sáez, 1996; inédito). El estudio antracológico nos ha permitido confirmar la especie a la que pertenecerían estos pinos, ya que esta disciplina permite sin lugar a dudas su discriminación (ver ap. 5.2.). La distribución pasada del pino carrasco (*Pinus halepensis*), una especie de carácter frugal, termófilo y pionero, caracterizada por su capacidad de adaptación a climas xéricos, ha sido objeto de cierta controversia en el seno de la fitosociología. La hipótesis de que contó con una importante presencia en el valle del Ebro desde muy antiguo está ganando peso a la luz de los últimos estudios llevados a cabo en la zona, con su presencia documentada en un número cada vez mayor de yacimientos (Badal, 2004; 2013; Alcolea, 2016; e.p.). En el *nivel g* del abrigo de El Pontet tenemos la datación más antigua realizada directamente sobre un fragmento de carbón de pino carrasco (*Pinus halepensis*) en el valle del Ebro con una fecha de 8810 ± 128 cal BP (inédito) que envejece casi un milenio la datación del Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza) (7970 ± 67 cal BP) (Rodanés y Picazo, 2013), la más antigua de la que disponíamos hasta la fecha en este territorio.

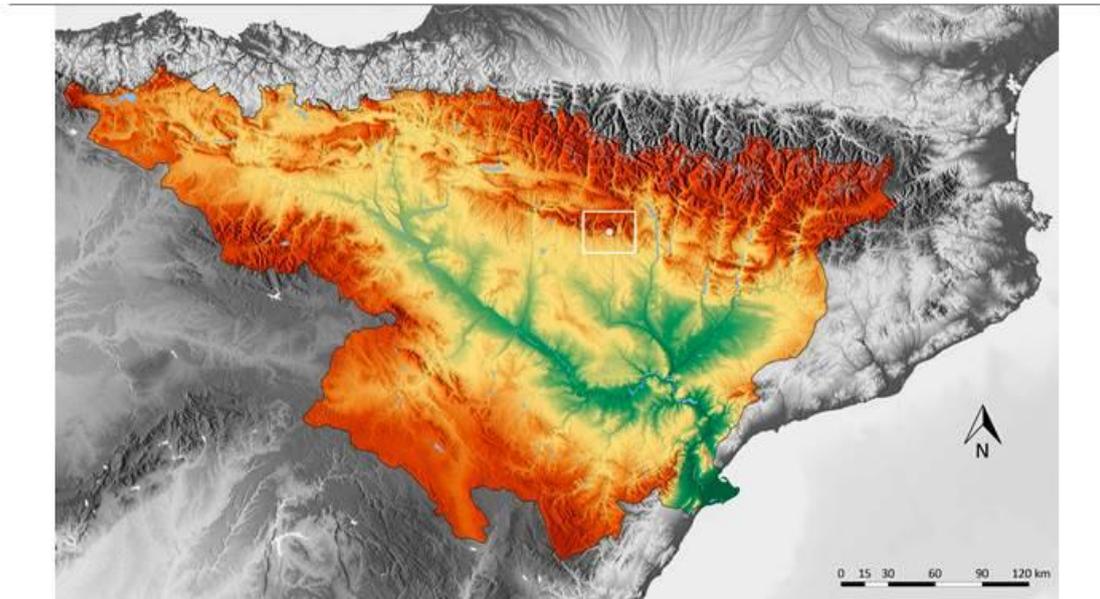
Los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) hacen su aparición en el registro durante la transición Mesolítico-Neolítico (*nivel c superior*), momento a partir del cual aparecen siempre bien representados. Dado el reducido tamaño de la muestra es difícil aventurar si se trata de una evidencia de la apertura del paisaje o de un cambio en los patrones de consumo del combustible en el que gana peso la explotación del sotobosque arbustivo de los pinares.

Durante el período Neolítico, el exiguo registro antracológico del Plano del Pulido (*nivel cg*) (6448 ± 29 cal BP) delata la presencia de la trilogía mediterránea formada por *Pinus halepensis*, *Juniperus* sp. y *Quercus* sp. perennifolio. La presencia de estos taxones, que constituyen los elementos arbóreos y arbustivos más importantes en la región en la actualidad, sugiere la existencia de un paisaje abierto sometido a un clima mediterráneo marcado por la aridez y la continentalidad. Esta trilogía mediterránea aparece también bien representada en el *nivel b* del abrigo de El Pontet (6420 ± 53 - 6212 ± 247 cal BP). La encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), cuya polen aparece representado durante toda la secuencia de El Pontet (López-García, 1992; López García y López Sáez, inédito), hace su aparición en el registro antracológico durante una fase algo avanzada del Neolítico, lo que podríamos relacionar con su expansión en el

territorio durante el Holoceno Medio debido a una mayor estacionalidad en el régimen de precipitación (González-Sampériz et al., 2017).

El *nivel b* de El Ponet presenta la mayor diversidad taxonómica de toda la secuencia coincidiendo, eso sí, con un mayor número de fragmentos analizados. Asistimos en cualquier caso a una diversificación de los taxones consumidos. Aparecen el romero (*Rosmarinus officinalis*) y las leguminosas (Fabaceae), especies que suelen vivir en matorrales o zonas abiertas del bosque, cuya presencia es bastante habitual en registros antracológicos asociados a ambientes mediterráneos. Para algunos autores (Carrión, 2005) la conservación de estas especies aparentemente poco apreciables como combustible se derivaría de su uso como madera de ignición. Finalmente, resulta particularmente interesante la presencia del roble (*Quercus* sp. caducifolio), hasta cierto punto inesperada, ya que el clima actual del Bajo Aragón está algo alejado de cumplir los requerimientos hídricos y térmicos de las especies que engloba este taxón. Sin embargo, el estudio palinológico de El Pontet (López García, 1992) ha revelado un medio vegetal más variado y húmedo que en la actualidad, con la presencia de taxones de ribera con los que los robles podrían haber convivido en o lugares resguardados caracterizados por unas condiciones de humedad superiores pero seguramente ubicados en las inmediaciones del yacimiento. La presencia puntual de este taxón asociado a espectros antracológicos dominados por formaciones xerófilas y termófilas ya se ha documentado en otros puntos del Valle Medio del Ebro, como Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza) (Badal, 2013; Iriarte, 2013) o Los Baños (Ariño, Teruel) (Badal, 2004; González-Sampériz, 2004), donde tampoco aparece representado en los espectros polínicos.

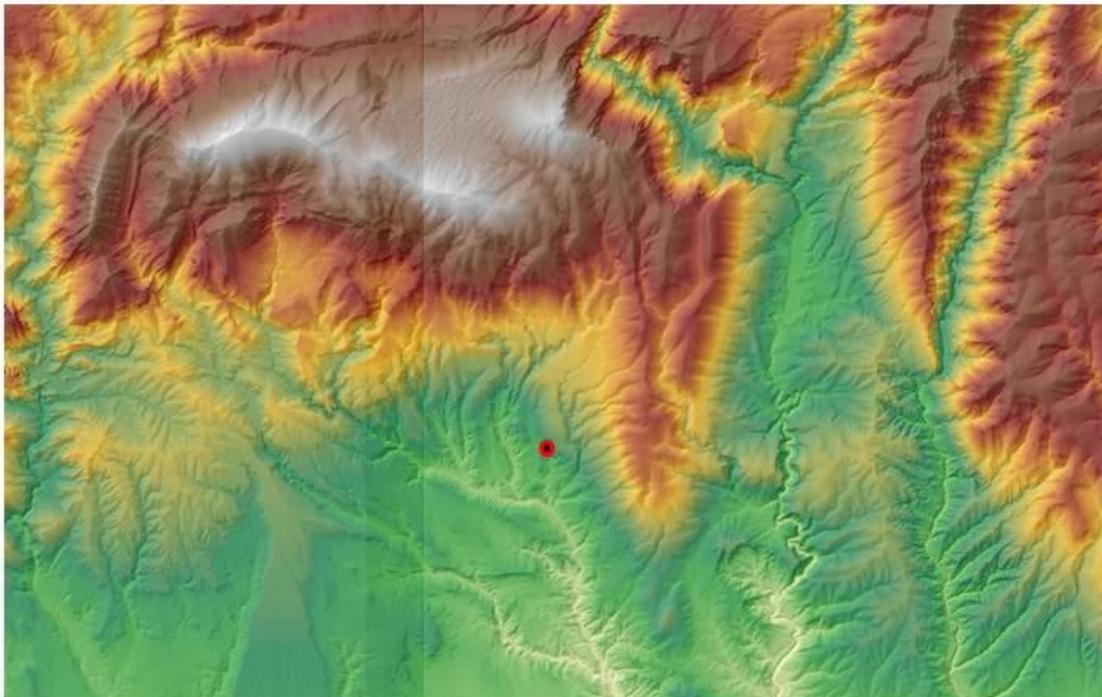
6.4. LA CUEVA DE CHAVES (BASTARÁS, HUESCA).



MDT05/MDT05-LIDAR. Paso de malla de 5 m.
IGN MTN 50.
De las hojas 248 y 249: «Apiés» y «Alquézar»
Cotas máximas de las hojas: 2073.63 y 1939.49 mts.
Cotas mínimas de las hojas: 483.22 y 446.81 mts.

Chaves 30T 735206.66 E
4678752.28 N
Alt. 663 mts.

0 3100 6200 metros



6.4.1. Localización y contexto biogeográfico.

La Cueva de Chaves está ubicada en la Sierra de Guara, el sector más elevado de las denominadas Sierras Exteriores del Prepirineo oscense. Es un territorio plagado de cañones, gargantas y barrancos que configuran abruptos paisajes dominados por horizontes calcáreos muy favorables a la aparición de cuevas, abrigos y covachas, entremezclados con otros materiales más blandos de índole sedimentaria, como los conglomerados. La Cueva de Chaves que presenta una enorme boca de 60 m de anchura y de 30 m de altura máxima, de orientación sureste, se abre en la orilla derecha del barranco del Solencio. El espacio habitable podría alcanzar los 3000 m² distando sólo 10 m del barranco situado al pie de la cueva que podría proveerle de agua. Las características de la cueva de Chaves como lugar de hábitat son excelentes: es amplia, con suministro de agua y bien iluminada por el sol en sus primeros 50 m (Baldellou y Castán, 1983). El yacimiento Neolítico se localiza en el amplísimo vestíbulo de 110 m de longitud bien iluminado por la luz solar (Figura 125). La gran extensión del sitio permitía un establecimiento humano de tipo poblado, con áreas diferenciadas y separadas para diversos usos y funciones (Baldellou, 2011; Sánchez, 2015). La localización del yacimiento en un ambiente de media montaña (663 msnm) favorece un tipo de explotación mixto de tipo/valle montaña (Zapata et al., 2008) al encontrarse muy próxima a la zona llana del Somontano y dominando la zona cerealista del Abadiado, un área rica hoy en otros cultivos mediterráneos como olivos y almendros.



Figura 125. Boca de la cueva de Chaves y su entorno inmediato en el contexto de la Sierra de Guara.

La vegetación actual de la Sierra de Guara se caracteriza por los contrastes entre la vertiente norte y la vertiente sur. Estas sierras exteriores del Prepirineo son parte de la región mediterránea de la vegetación con un clima mediterráneo con tendencia continental y un período significativo de la aridez en verano.

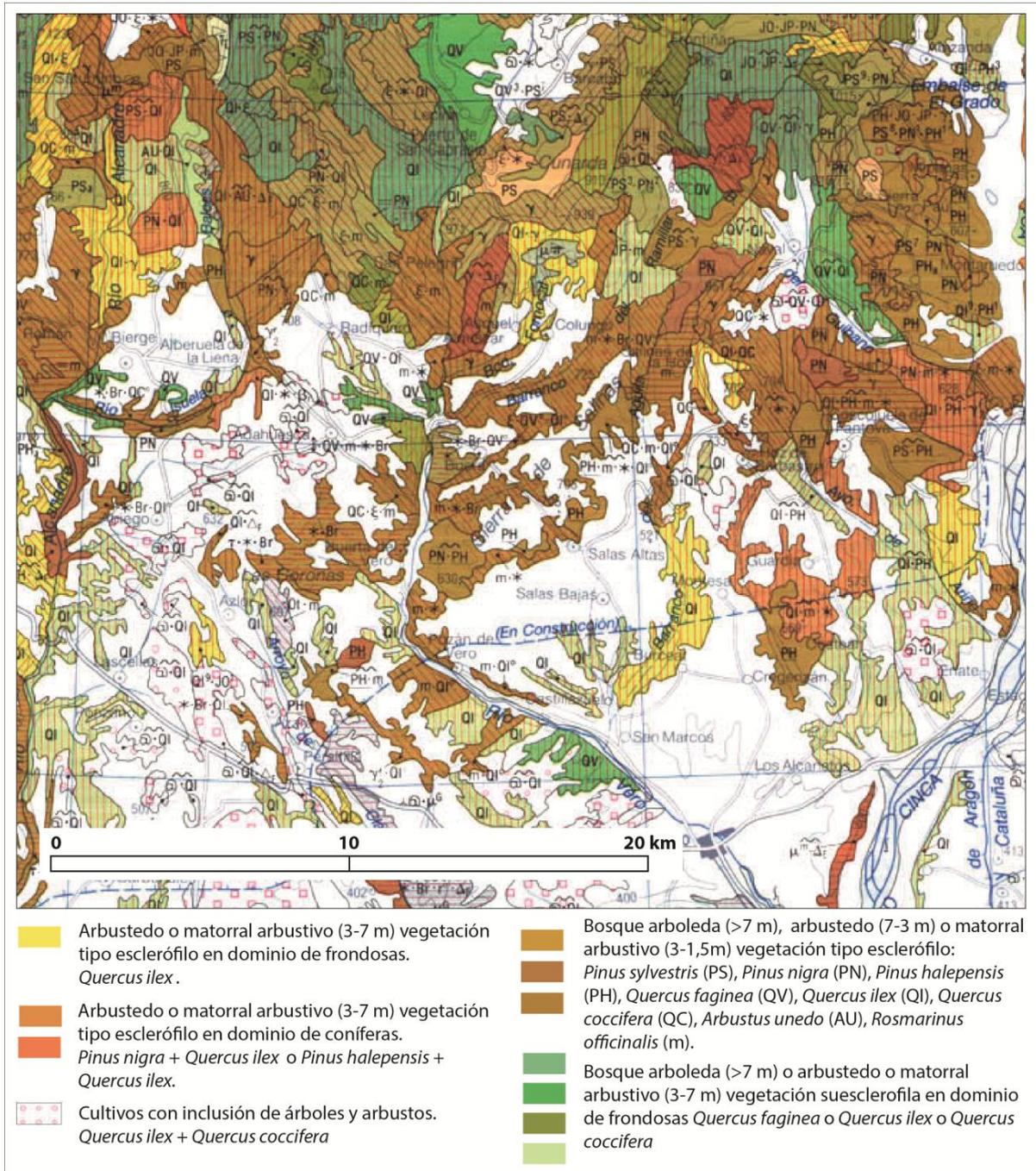


Figura 126. Vegetación actual del entorno de la cueva de Chaves según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-3 Huesca.

La vegetación clímax en la vertiente sur de la Sierra de Guara es una encina densa (*Quercetum rotundifoliae* subas. *Rhamnetosum infectoriae*) que en la actualidad se ha visto muy afectada por el fuego y la acción antrópica, quedando reducida a los acantilados rocosos y secos con significativa presencia de romeros (*Rosmarinus officinalis*). Las comunidades de bosques de hoja caduca se limitan a los barrancos más frescos y abrigados conviviendo con estirpes del litoral mediterráneo en formaciones forestales más densas y sombrías (Montserrat, 1987). La coscoja (*Quercus coccifera*), por su parte, acompañada de enebros (*Juniperus oxycedrus*), aprovecha los suelos pobres y rocosos para formar comunidades permanentes. Actualmente, los taxones submediterráneos, especialmente el boj (*Buxus sempervirens*), crecen por encima de los 1000 msnm. Los taxones más termófilos (*Phillyrea latifolia*, *Asparagus acutifolius*, *Micromeria fruticosa*, *Rosmarinus officinalis*, etc) quedan restringidas a acantilados secos y soleados. En la vertiente norte de la Sierra de Guara, el robledal (*Buxo-Quercetum pubescentis* subas. *Quercetosum subpyrenaicae*) constituye la comunidad forestal climácica mientras que los pinares atlánticos (*Buxo-Quercetum pubescentis* subas. *arenario-pinetosum*) no crecen espontáneamente hasta los 1500 msnm (Montserrat, 1987).

6.4.2. La intervención arqueológica.

La cueva es conocida desde antiguo debido a las grandes dimensiones de su pórtico, apareciendo ya citada por Madoz (Madoz, 1846), si bien la noticia de su yacimiento prehistórico fue dada a conocer por Lucien Briet que explora la cueva en 1908 (Briet, 1909). Desde entonces fueron numerosos los espeleólogos que recogieron materiales y que incluso realizaron catas en la cueva con abundantes citas en revistas de espeleología (Abad, 1970; Rivera y Viñas, 1971; G.I.E., 1973; entre otros).

Fue objeto de trabajos arqueológicos por parte del Museo Provincial de Huesca y la Universidad de Zaragoza durante más de 30 años. Las excavaciones arqueológicas profesionales, dentro de un marco legal, comenzaron en 1975 por parte del Museo Provincial de Huesca con V. Baldellou a la cabeza. Esta primera campaña de excavación consistió en la realización de cuatro catas o sondeos estratigráficos en distintos puntos de la parte anterior del vestíbulo. Los resultados de esta intervención fueron la distinción de dos momentos de ocupación, uno perteneciente a la Edad del Bronce y otro al Neolítico antiguo (Baldellou y Castán, 1983).

Las excavaciones fueron retomadas en 1984, momento en el que P. Utrilla, catedrática de la Universidad de Zaragoza, se asoció como codirectora. En este momento se profundizó la dura costra calcárea sobre la que se asentaban los niveles neolíticos con el objetivo de excavar los niveles de ocupación superopaleolítica del yacimiento. Los trabajos se prolongaron con breves interrupciones hasta 2007, momento en el que el depósito sedimentario que contenía los niveles neolíticos fue destruido por el propietario del terreno, V. Alonso.

La excavación arqueológica durante las primeras campañas (1975-1987) se basó en la realización de una serie de catas (84A, 84B, 85A) por lo general de 4m² en la zona del vestíbulo y la entrada de la cueva que permitieron definir la estratigrafía de la cueva. Con posterioridad (1987-2007) la excavación siguió la cuadrícula establecida con cuadros de 1m² denominados a través de una combinación de números y letras (8A, 6A, 6B) excavados en ocasiones por bandas (banda 6) (Utrilla y Baldellou, 2001-2002).

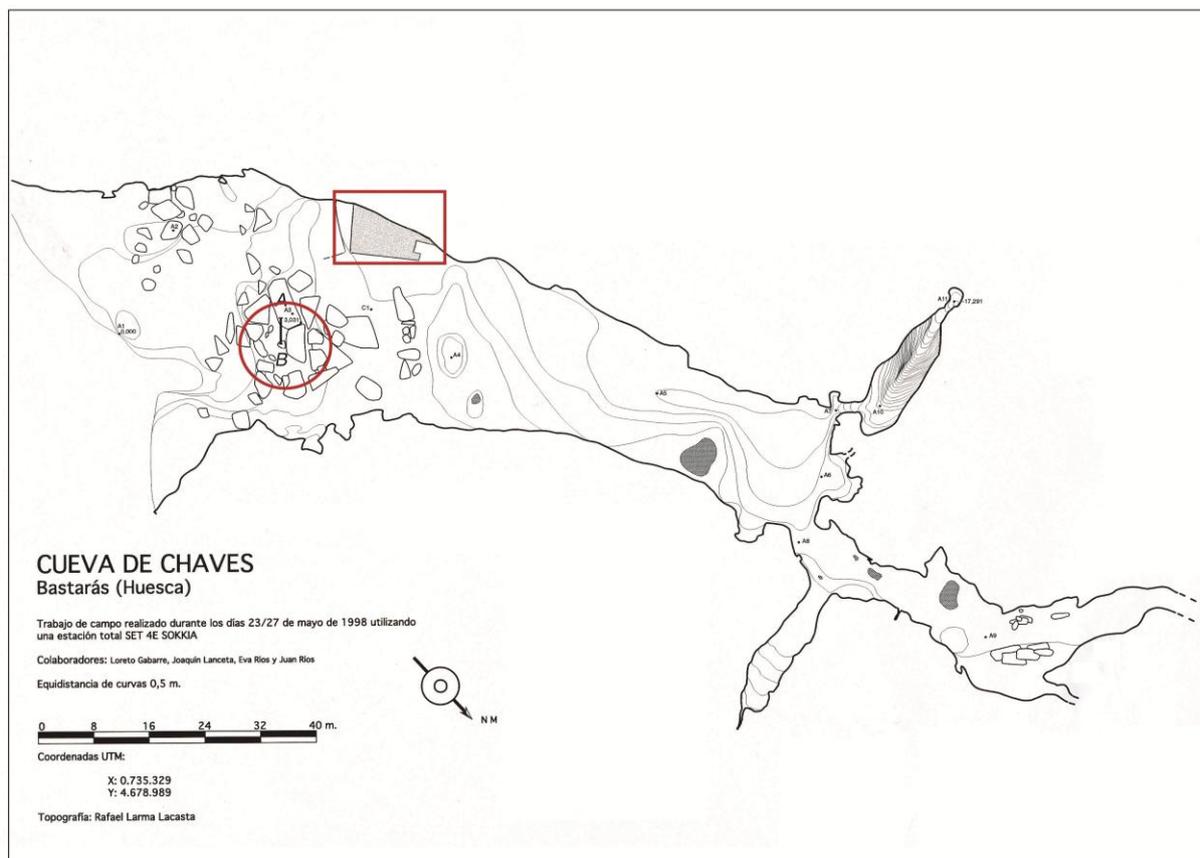


Figura 127. Topografía de la cueva elaborada por R. Larma (Utrilla y Baldellou, 2001–2002). La zona sombreada señalada con el rectángulo rojo indica el área de habitación excavada relativa a la ocupación neolítica y el círculo rojo indica el lugar del enterramiento masculino en fosa.

Hasta el momento de su destrucción se había excavado un espacio de hábitat con numerosas estructuras dedicadas tanto a la combustión como al almacenaje (Figura 127) que entregó una rica y variada cultura material convirtiendo a la cueva de Chaves en el más importante yacimiento neolítico de Aragón y uno de los de los más importantes de la Península Ibérica (Baldellou y Castán, 1983; Rodanés, 1986; Gallart y López Aguayo, 1988; Baldellou et al., 1989; Rodanés y Baldellou, 1989; López-García, 1992; Castaños, 1993, 2004; Baldellou y Ramón, 1995; Rodanés y Ramón, 1995; Utrilla et al., 1999; 2008; Cava, 2000; López García y López Sáez, 2000; Utrilla y Baldellou, 2001-2002; 2007; De la Fuente, 2001; Ramón, 2006; Zapata et al., 2008; Baldellou, 2011; Ureña et al. 2011; Baldellou et al., 2012; Utrilla, 2012; Gamba et al., 2012; Domingo, 2012; 2014; Utrilla y Domingo, 2014; Mazzuco et al., 2015; Sánchez, 2015; 2016; Alcolea et al., e.p.).

6.4.3. Estratigrafía, cronología y materiales.

El potente depósito sedimentario de la cueva de Chaves ha entregado materiales de muy distintas épocas. Los más recientes, que acaban de ser datados, una serie de enterramientos de la Antigüedad tardía (Tabla 19). Los materiales de la Edad del Bronce proceden de las catas realizadas durante la primera campaña de excavación en el año 1975 y aparecieron en el entonces denominado *Nivel 1* (Baldellou y Castán, 1983). Sin embargo, el momento más interesante de la secuencia arqueológica de Chaves es su ocupación neolítica. En el interior de la cueva se interpreta la existencia de un verdadero poblado que constituye un establecimiento *ex novo* en un lugar no ocupado durante miles de años de un grupo dueño de un bagaje material, económico e ideológico propio del Neolítico antiguo ya perfectamente asumido (Utrilla y Baldellou, 2001-2002; Baldellou, 2011; Baldellou et al., 2012; Utrilla, 2012). Durante la ocupación neolítica se pueden distinguir la existencia de dos niveles o etapas en el desarrollo del asentamiento que se superponen sin solución de continuidad:

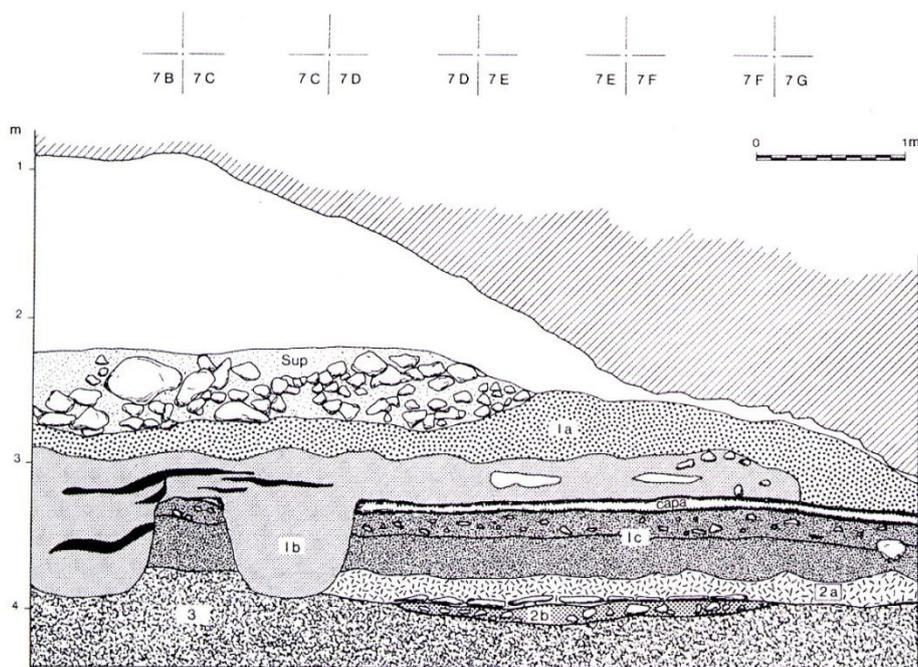


Figura 128. Corte estratigráfico de la zona del área de habitación de la ocupación neolítica.

Yacimiento	Nivel	EC	Data	σ	Ref. laborat.	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
Chaves	c 1	SOL	19700	310	GrN-12681	24440-22960	C	conv	Utrilla, 1995
Chaves	2 b	MS	12660	70	GrN-14561	15310-14750	HH	conv	Utrilla, 1995
Chaves	2 b	MS	12250	70	GrN-15635	14460-13940	HH	conv	Utrilla, 1995
Chaves	2 a	MF	12020	350	GrN-12682	15170-13050	C	conv	Utrilla, 1995
Chaves	Ib	NA	6770	70	GrN-12685	7720-7520	C	conv	Utrilla et al., 1999
Chaves	Ib	NA	6650	80	GrN-12683	7650-7410	C	conv	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ib	NA	6580	35	GrA-38022	7560-7400	Oa	AMS	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ib	NA	6530	40	GrA-34258	7510-7390	C	AMS	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ib	NA	6490	40	GrN-13604	7490-7290	C	conv	Utrilla et al., 1999
Chaves	Ib	NA	6470	25	UCIAMS-66317	7460-7300	Oa	AMS	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ib	NA	6460	70	CSIC-378	7490-7250	C	-	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ib	NA	6410	40	GrA-34257	7450-7250	C	AMS	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ib	NA	6380	40	GrA-28341	7450-7210	Bell	AMS	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ib	NA	6335	40	GrA-34256	7360-7160	C	AMS	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ia	NA	6330	70	GrN-13605	7430-7110	C	conv	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ib	NA	6330	90	GrN-13602	7480-7040	C	conv	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ia	NA	6260	100	GrN-13603	7410-6890	C	conv	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ia	NA	6230	45	GrA-26912	7290-6970	Hh	AMS	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ia	NA	6230	70	CSIC-379	7330-6930	C	-	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ia	NA	6120	70	CSIC-381	7240-6800	C	-	Baldellou et al., 2012
Chaves	Ia	NA	6227	28	MAMS-28127	7300-6980	Hh	AMS	Inédita
Chaves	Ia	NA	6180	45	D-AMS 015831	7220-6940	Hh	AMS	Inédita
Chaves	-	NM-F?	5645	31	MAMS-28128		Hh	AMS	Inédita
Chaves	-	BA	3191	26	D-AMS 015834		Hh	AMS	Inédita
Chaves	-	AT	1644	35	D-AMS 015833		Hh	AMS	Inédita
Chaves	-	AT	1549	22	MAMS-28125		Hh	AMS	Inédita
Chaves	-	AT	1506	22	MAMS-28126		Hh	AMS	Inédita

Tabla 19. Dataciones radiocarbónicas a partir de Utrilla, 1995; Utrilla et al., 1999; Baldellou et al., 2012 y dataciones inéditas. C: Carbón, HH: Hueso, Hh: Hueso humano, Oa: *Ovis aries*, Bell: Bellota. En cursiva dataciones con una desviación superior a 100. Sombreado dataciones que exceden el marco temporal que nos ocupa. SOL: Solutrense, MS: Magdaleniense Superior, MF: Magdaleniense Final, NA: Neolítico antiguo, NM-F: Neolítico medio-final, BA: Bronce antiguo, AT: Antigüedad tardía. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013).

- *Nivel Ia*. Corresponde a una fase del Neolítico antiguo epicardial o postcardial que se fecha entre el 7271±81 y el 7086±66 cal BP a partir de 7 dataciones disponibles radiocarbónicas (Tabla 19). Aparece abundante cerámica con decoraciones fundamentalmente impresas aunque también plásticas e incisas. Aunque continúan las impresiones de concha características de la fase anterior, se enrarecen frente a las realizadas con otros instrumentos. Por lo general, este nivel es más pobre en cuanto a materiales arqueológicos que la ocupación cardial subyacente (Baldellou, 2011). La industria lítica está compuesta por raspadores, piezas con retoque abrupto, muescas, denticulados, etc. Destacan los microlitos geométricos, y entre estos, los segmentos de círculo con retoque en doble bisel (Cava, 2000). Se ha recuperado industria ósea (Rodanés, 1986; De la Fuente, 2001), una importante cantidad de cantos pintados con motivos esquemáticos (Utrilla y Baldellou, 2001-2002; 2007) y una gran variedad de ornamentos personales en concha, marfil y hueso (Baldellou et al., 2012) además de abundantes restos de fauna tanto doméstica como salvaje (Castaños, 2004).



Figura 129. Fotografía del enterramiento masculino en fosa en el momento de la excavación. Pueden verse algunos de los 296 cantos blancos que lo acompañaban y la tierra oscurecida por el contenido en carbón y cenizas.

En este nivel se ha constatado la presencia de varios individuos enterrados en contextos funerarios muy diferentes. A él habrá que atribuir también el *enterramiento masculino en fosa* localizado fuera del área excavada de habitación (Figura 129). Este individuo aparece atado con las manos sujetan las tibias y cubierto por 296 cantos rodados procedentes de la vecina Cueva de Solencio, ocre rojo y una capa de finas cenizas

blancas y carbones, procedentes probablemente de la quema de alguna ofrenda. Se trata de un varón entre 45 y 55 años datado directamente sobre una de sus costillas en 7141 ± 86 cal BP (Utrilla et al., 2008).

- *Nivel Ib*. Se trata de un nivel muy rico en materiales arqueológicos que corresponde a una fase del Neolítico antiguo cardial que a través de 11 dataciones abarca entre el 7628 ± 47 y el 7264 ± 101 cal BP (Tabla 19). Aparecen abundantes cerámicas cardiales (Ramón, 2006) y en lo que respecta a la morfología de los vasos, existe una continuidad entre ambos niveles arqueológicos (R. Laborda, com. pers.). La industria lítica recuperada es rica tanto en restos tecnológicos como en soportes retocados. Se recuperan raspadores, raederas, buriles, laminillas de dorso, truncaduras, muescas, denticulados, etc. Destacan por su importancia en este período perforadores de extremo desarrollado tipo taladro y microlitos geométricos en forma de segmentos de círculo con retoque en doble bisel y de triángulos con retoque tanto abrupto como en doble bisel (Cava, 2000). Aparece también industria ósea (Rodanés, 1986; De la Fuente, 2001), cantos pintados (Utrilla y Baldellou, 2001-2002; 2007), elementos de adorno personal (Baldellou et al., 2012) y fauna tanto doméstica como salvaje (Castaños, 2004).



Figura 130. Situación del hogar en cubeta 86A. En la foto se pueden observar las catas 86A, que abarca la mayoría de la extensión de la cubeta, y 86B. La esquina del corte que llega hasta los niveles paleolíticos corresponde con el sondeo de la primera campaña de excavación (84E).

La base del nivel descansaba sobre una capa estalagmítica que fue horadada para abrir una serie de cubetas de distintas formas y dimensiones utilizadas como silos, hogares o para contener vasijas de almacenaje. Entre estas estructuras destacan 17 cubetas excavadas en el suelo a modo de silos y un gran hogar central aparecido en los cuadros 5D/3D o cata 86A (al que nos referiremos como *hogar en cubeta 86A*), excavado en la costra estalagmítica, y con unas medidas de 150 cm de diámetro y 20 cm de profundidad, donde se recuperó una considerable cantidad de ceniza, carbones y bellotas carbonizadas, 24 restos de fauna, 9 fragmentos cerámicos (dos de ellos impresos pero no cardiales), 5 láminas de sílex, 2 trozos de cristal de roca y un *Dentalium*. La datación de una de las bellotas que aparecen en su interior fecha la estructura en el 7336±55 cal BP (Zapata et al., 2008).

- *Nivel 1c*. Bajo la costra calcáreas de unos 10 cm de espesor que perforan las cubetas neolíticas aparece un potente nivel de limos amarillos de en torno a 40 cm que resulta arqueológicamente estéril.

- *Nivel 2*. Se trata de un nivel negro de textura grasienta debido a su alto contenido en materia orgánica. Al tramo superior del nivel, con escasa piedras, se le denomina *2a* y al tramo inferior, con abundantes cantos rodados y piedras angulosas, *2b*. Este nivel ha entregado una industria lítica compuesta por raspadores, particularmente varios de tipo unguiforme, buriles, rabots y hojitas de dorso, así como una industria ósea con varias azagayas. Datado entre el 15032±311 y el 14333±276 cal BP se adscribe a una ocupación del Magdalenense Superior Final (Utrilla, 1989).

- *Nivel 3*. Compuesto por gravillas y cantos de origen fluvial de varios metros de espesor y nuevamente estéril.

Completa la estratigrafía un nivel de adscripción Solutrense datado en 23552±505 cal BP. Este nivel de cenizas sólo se ha conservado bajo un inmenso bloque de conglomerado en la cata 84C.

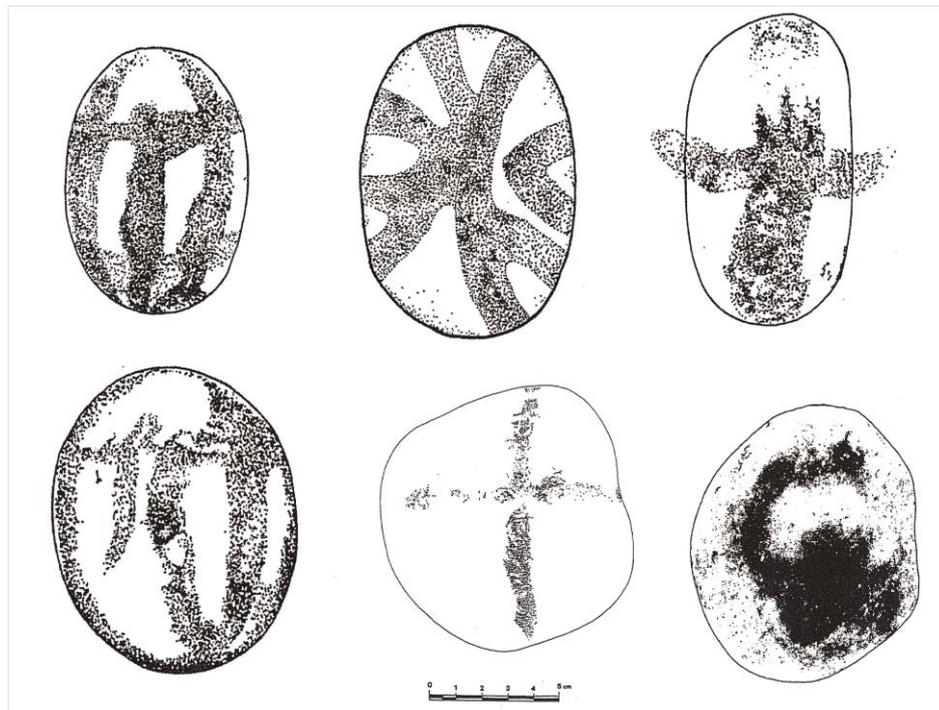


Figura 131. Cantos pintados con representaciones esquemáticas de estructuras y personajes con los brazos horizontales y bandas colgantes, cruces, cruces antropomorfas y orantes (Utrilla y Baldellou, 2001-2002).

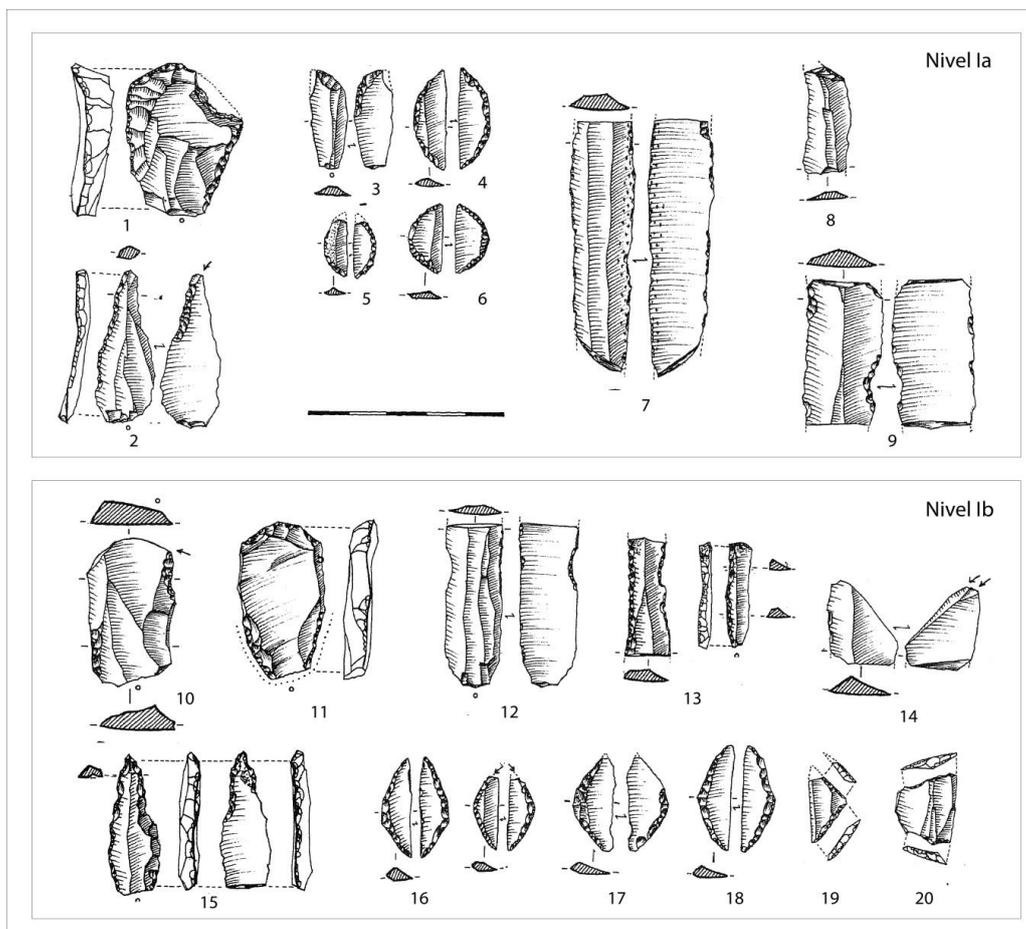


Figura 132. Selección de materiales líticos representativos de la ocupación neolítica de la cueva de Chaves a partir de Cava (2000): raspadores (1 y 11), perforadores (2 y 15), microlitos geométricos (3-6 y 16-20), denticulados sobre lámina (7, 9 y 12), pieza truncada (8), raedera (10), laminitas de dorso (13) y buril (14).

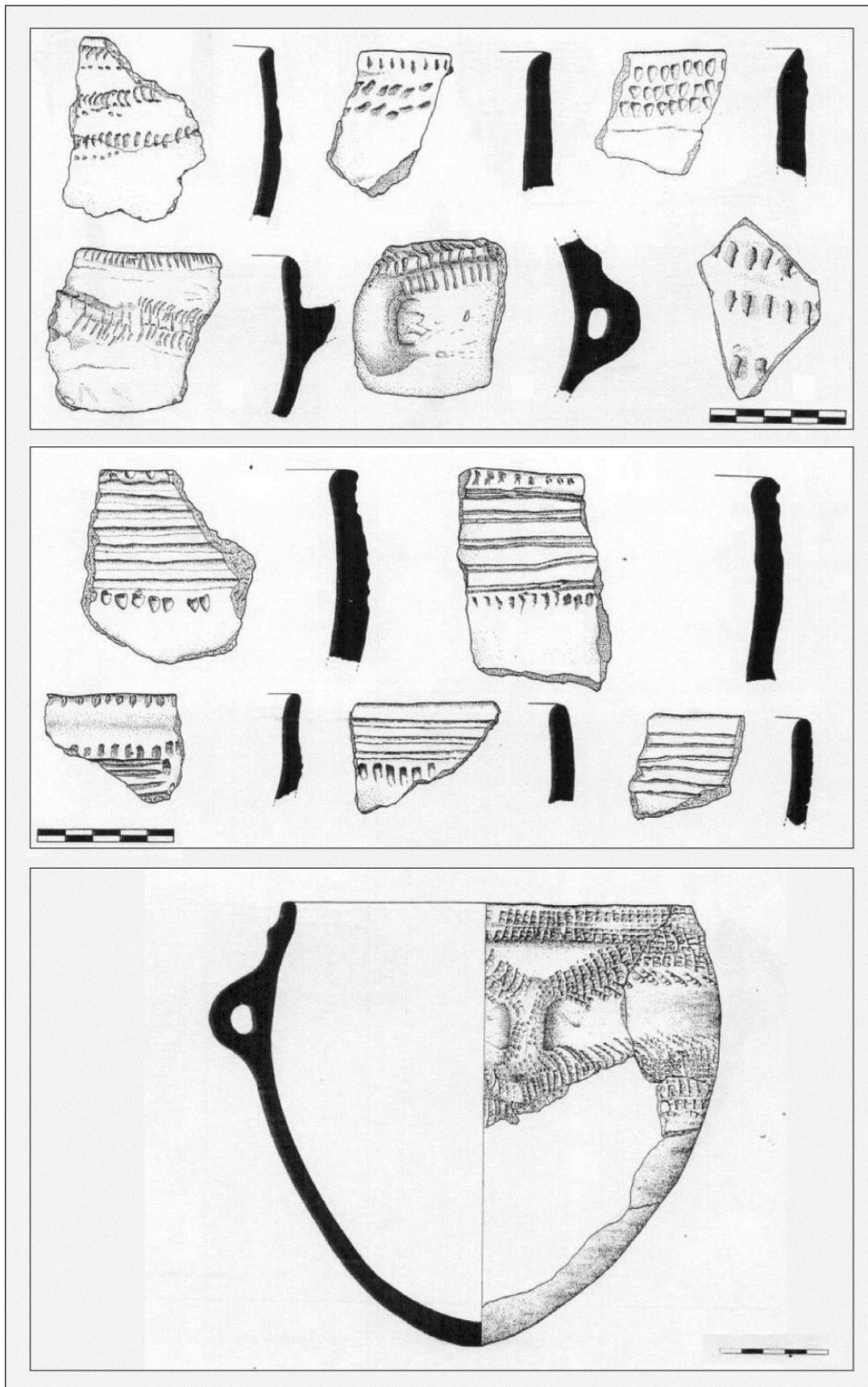


Figura 133. Selección de materiales cerámicos representativos de la ocupación neolítica de la cueva de Chaves (Ramón y Baldellou, 1995): Arriba: cerámicas impresas. Centro: cerámicas incisas e inciso-impresas. Abajo: marmita globular

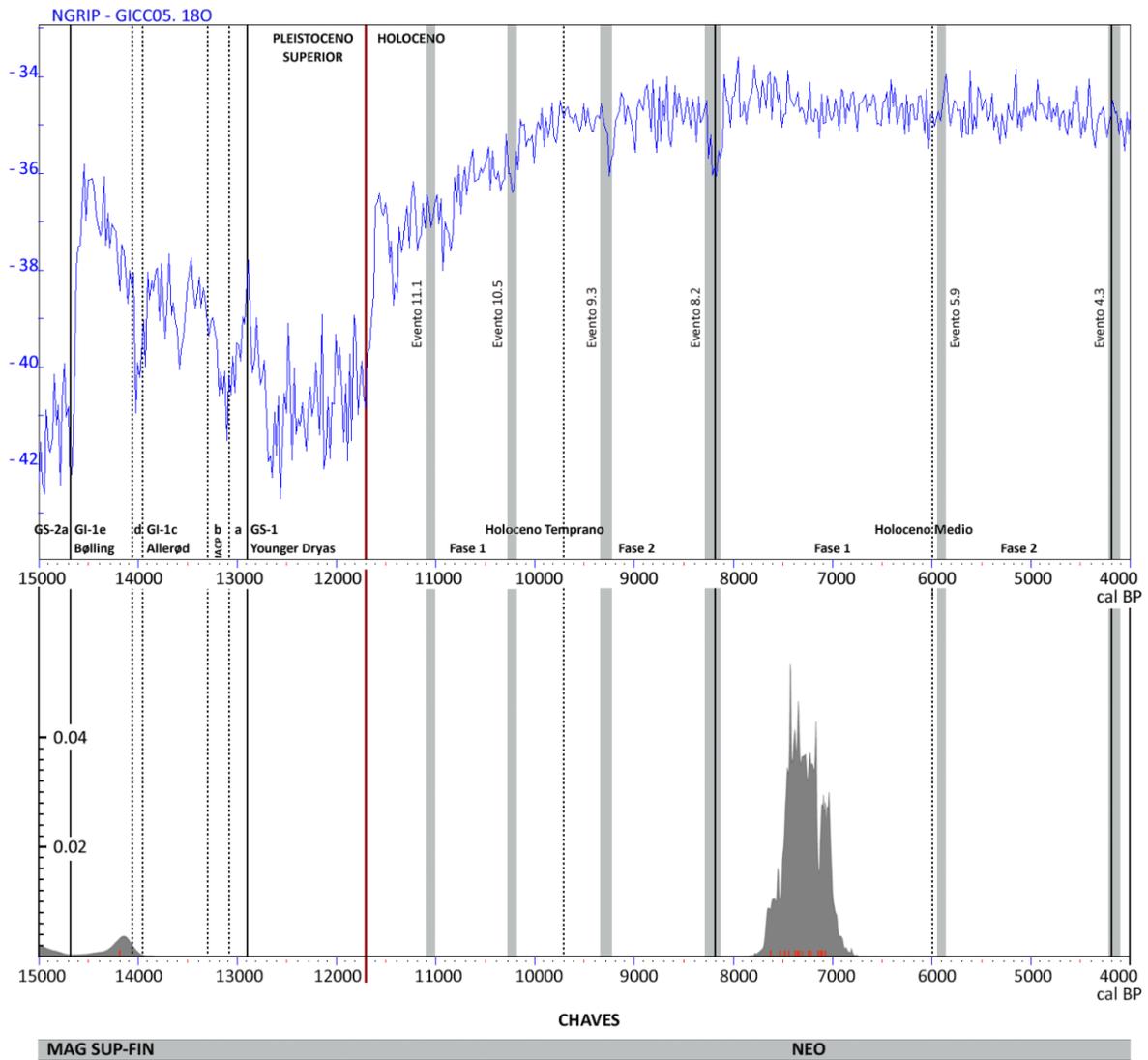


Figura 134. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de la cueva de Chaves realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997).

6.4.4. Otros estudios bioarqueológicos.

Estudio palinológico.

El estudio palinológico de los niveles neolíticos, los únicos de este yacimiento que no han resultado estériles polínicamente, fue realizado por P. López García. Aun así, el contenido esporo-polínico de los niveles neolíticos resultó escaso (López García, 1992). En la base del diagrama polínico se registra un bosque desarrollado pero abierto, tipo bosque-estepa, con una tasa de polen arbóreo de 40-60%. Hay un claro dominio de los pinares, existiendo dudas que se reflejan a lo largo de las sucesivas publicaciones acerca de si se trata de formaciones de pinos de montaña (*Pinus* sp. *sylvestris*) (López García, 1992) o de pino carrasco (*Pinus halepensis*) (López García y López Sáez, 2000; López Sáez et al., 2006), un nivel de precisión, por otro lado, difícilmente alcanzable a partir de los granos de polen. Estos aparecen acompañados por encina/coscoja (*Quercus ilex/coccifera*), boj (*Buxus*) o enebro/sabina (*Juniperus*) y otras especies mesófilas como el tilo (*Tilia*) o el avellano (*Corylus*). La presencia de determinados taxones de plantas herbáceas (*Plantago*, *Rumex*, *Chenopodiaceae*, *Asphodelus*, etc.), algunas de ellas de carácter nitrófilo, en porcentajes superiores al 50%, están revelando la acción humana sobre el medio y la existencia de fuegos durante la ocupación neolítica de la Cueva de Chaves. En la parte alta del diagrama se registra un desarrollo de la masa forestal alcanzando el polen arbóreo hasta 85%. La aparición de polen de cereal, cuyos granos se caracterizan por no recorrer largas distancias (Iversen, 1949) sugiere la existencia de cultivos cerealistas en el entorno del yacimiento (López García, 1992; López García y López Sáez, 2000).

Estudio arqueozoológico.

La fauna de los niveles neolíticos ha sido estudiada de nuevo por P. Castaños. Se trata de un conjunto de 12754 restos óseos reconocibles entre los que se han identificado un NMI de 593. Este estudio ha revelado la presencia de especies domésticas entre las que ganado ovicaprino (*Ovis/Capra*) es el más importante, seguido del bovino (*Bos taurus*) y el porcino (*Sus domesticus*). La fauna salvaje es también importante en cuanto a su número y diversidad. El ciervo (*Cervus elaphus*) es la especie más cazada seguida de cabra montés (*Capra pyrenaica*), corzo (*Capreolus capreolus*) y jabalí (*Sus ferus*). Por

último, es relevante el gran número de restos de lagomorfos (*Oryctolagus cuniculus* y *Lepus capensis*), cuya presencia en el sitio parece tener un carácter antrópico según indica el análisis tafonómico. También aparecen diferentes aves y carnívoros. En general, destacan por su abundancia la cabra/oveja doméstica con 6163 restos, seguida del conejo (2952), del cerdo (1217) y del ciervo (1057). Ambos niveles presentan una composición similar según la cual la caza y la ganadería estarían bien documentadas durante la ocupación neolítica de la cueva de Chaves, con un porcentaje de fauna doméstica entre 63-58%, de forma que el modelo de subsistencia tendría una posición intermedia entre ambos modos de vida (Castaños, 2004). Los estudios traceológicos (Mazzuco et al., 2015) revelan que el trabajo de la piel y no sólo el aprovechamiento cárnico estarían entre las actividades desarrolladas.

Estudio carpológico.

Por último, en el análisis carpológico llevado a cabo por L. Zapata (UPV-EHU) (Zapata et al., 2008) se estudian las bellotas carbonizadas recuperadas en la cubeta 86A y algunas otras aparecidas dispersas en el sedimento durante las campañas de 1984 a 1986. Como ya se ha mencionado antes estas bellotas fueron datadas directamente en el Neolítico antiguo (7336 ± 55 cal BP). Los restos de bellotas recuperadas en las campañas posteriores hasta 2007 no hacen sino elevar el número de estas evidencias a un total de 151 (Alcolea et al., e.p.). La aparición de estas semillas carbonizadas dentro de una estructura de combustión se ha interpretado como un signo evidente de su pertenencia a la dieta humana de los habitantes neolíticos de Chaves. Los estudios de isótopos estables aplicados a paleodietas que están siendo llevados a cabo en la actualidad (V. Villalba, com. pers.) podrán aportarnos valiosa información sobre este asunto.

Se han recuperado tanto cotiledones aislados como bellotas completas con los dos cotiledones e incluso el pericarpio perfectamente conservado. Sin embargo, y a pesar del excelente estado de conservación de estos carporrestos no se ha conservado la cúpula del fruto, único elemento que permite concretar la especie de quercínea de la que proceden las bellotas. Por ello, en el momento de su estudio se atribuyó cautelosamente su procedencia a carrasca o coscoja (*Quercus* sp. *perennifolia*) ya que se trataba del único tipo de este género que se había constatado en las inmediaciones del yacimiento a partir del análisis palinológico (López García, 1992) y que además producen unos frutos

más dulces y por lo tanto más apreciados para su consumo humano (Zapata et al., 2008). El estudio antracológico que hemos realizado arroja nuevos datos sobre esta cuestión. Como veremos en el apartado de resultados (ver ap. 6.4.8.), la madera de ambos tipos de quercíneas, tanto perennifolias como caducifolias, es explotada por los habitantes neolíticos de la cueva de Chaves, siendo además la madera de *Quercus* sp. caducifolio el único taxón de este género identificado en el interior de la estructura.

En cambio, en este yacimiento no se ha documentado la presencia de otros carporrestos, como semillas de cereales y legumbres, como sí ocurre en otras cuevas neolíticas ibéricas (Zapata et al., 2004; Antolín et al., 2010). La ausencia de este tipo de resto en el depósito neolítico de Chaves podría estar relacionada con la ausencia de estrategias de muestreo específicas ya que, a pesar del cribado del sedimento, durante el trabajo de campo sólo se recogieron las evidencias visibles a simple vista. De esta forma, los trabajos agrícolas sólo se documentan en este yacimiento a través de evidencias indirectas, tales como la presencia de grandes vasijas de cerámica, silos excavados y un gran número de molinos de mano (Zapata et al., 2008; Baldellou, 2011), huellas de uso de cereal en herramientas líticas procedentes de ambos niveles (Domingo, 2014; Mazzuco et al., 2015), caries en alguno de los individuos inhumados (Utrilla et al., 2008) y, como ya hemos comentado, la aparición de polen de cereal (López García, 1992). Es probable que la recolección silvestre se viera complementada con actividades de carácter agrícola.



Figura 135. Cotiledones carbonizados de bellota (*Quercus* sp.) procedentes del gran hogar en cubeta 86A.

6.4.5. Método de recuperación y unidades de análisis.

Los materiales estudiados en este trabajo proceden exclusivamente de la ocupación neolítica de la cueva. La recogida de las muestras antracológicas durante la prolongada intervención arqueológica en la cueva de Chaves ha combinado diferentes estrategias de recuperación. En cualquier caso, siempre ha primado la recogida manual y directa de los restos más visibles durante el transcurso de la excavación, a pesar de que como viene siendo habitual en las excavaciones prehistóricas se tamizó todo el sedimento, generalmente en seco, o en ocasiones con agua, con tamices de pequeña luz de malla (P. Utrilla com. pers.). Aunque la recogida del carbón atendió a un muestreo dirigido y no exhaustivo, debido probablemente a la envergadura del paquete sedimentario, a su elevado contenido en este tipo de restos, así como a la gran superficie excavada a lo largo de los años, la cantidad de material antracológico recuperado es grande. No obstante, nos hemos enfrentado al estudio de un conjunto de muestras muy dispares en cuanto a su tamaño, modo de recuperación y procedencia. Esto ha implicado una revisión exhaustiva de los inventarios (informatizados por P. Sánchez) y las muestras recuperadas con el objetivo de racionalizar el producto de un trabajo de campo desarrollado durante más de 30 años.

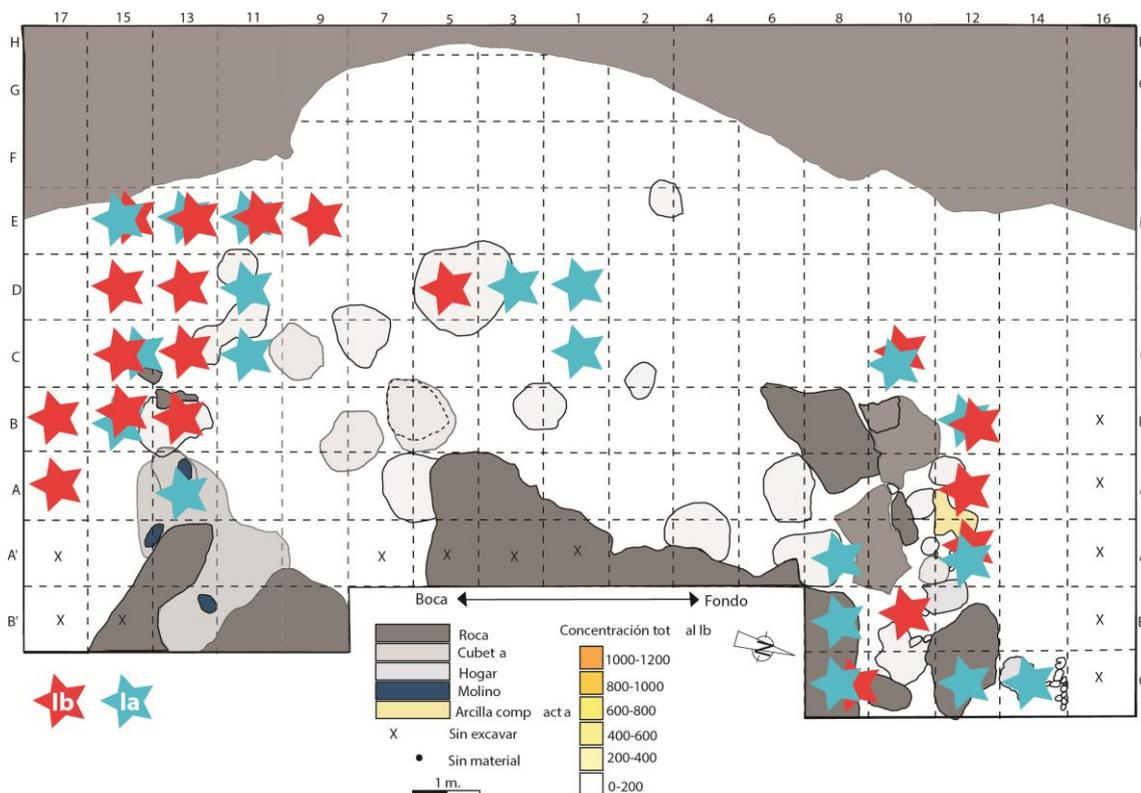


Figura 136. Planimetría de la zona de hábitat excavada sobre la que se representa la ubicación de todos aquellos elementos inventariados en la categoría de vegetales. Elaborado a partir de Sánchez, 2015; 2016.

En la planimetría (Figura 136) se representa la ubicación de todos aquellos elementos inventariados en la categoría de vegetales dentro de la zona de hábitat excavada en relación a los distintos hogares, silos y cubetas. Observamos como la distribución de estas muestras en la superficie del yacimiento coincide con las zonas de mayor concentración de materiales arqueológicos (Sánchez, 2015; 2016). Durante la revisión del material hemos encontrado tanto restos antracológicos como carpológicos, algunos de ellos carbonizados, exclusivamente bellotas, y otros evidentes intrusiones modernas, así como otros materiales como carcasas de insectos y excrementos de ovejas o cabras. Una vez realizado el expurgo del material hemos descartado las muestras procedentes de aquellas zonas del yacimiento donde consideramos que la estratigrafía no está del todo clara.

Dado que no se aplicaron estrategias de muestreo que garantizaran la representatividad de las muestras recuperadas para su estudio, y que los propios arqueólogos han podido actuar involuntariamente como un agente distorsionador sesgando la muestra, recogiendo sólo los fragmentos más grandes y visibles y no muestreando de forma uniforme la superficie excavada, hemos tomado la decisión de estudiar todo el material disponible.

Se han analizado un total de 1397 fragmentos de carbón. De los cuales 746 proceden del carbón disperso en el sedimento del *nivel Ia* y 320 del *nivel Ib*. Además se han estudiado los carbones procedentes de 2 estructuras: el *hogar en cubeta 86A* (n=76), que se asocia a la ocupación del nivel más antiguo (*nivel Ib*), y el *enterramiento masculino en fosa* localizado fuera del área de hábitat excavada (n=255) pero que por su datación radiocarbónica se relaciona con la ocupación más reciente (*nivel Ia*).

La variabilidad taxonómica documentada en este yacimiento es elevada en todos los contextos arqueológicos analizados. En todos los casos se han determinado más de 8 taxones diferentes independientemente del tamaño de las muestras analizadas. Observamos también que la variabilidad taxonómica es mayor en el carbón disperso que en el carbón concentrado (Figura 137).

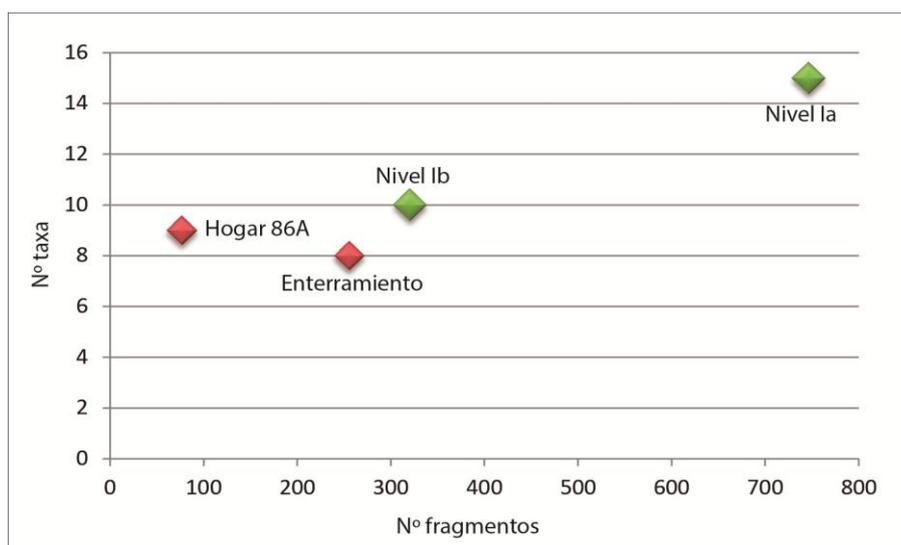


Figura 137. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. Verde: carbón disperso. Rojo: carbón concentrado en estructuras.

Si tomamos en cuenta las curvas taxonómicas vemos que en la muestra antracológica del *nivel Ib* el 90% de los taxones aparecen representados entre los primeros 87 fragmentos. Los taxones más frecuentes, *Pinus* sp. *sylvestris*, *Pinus halepensis* y *Quercus* sp. *caducifolio*, que constituyen entre los tres más del 75% del total, aparecen ya en los 13 primeros fragmentos analizados (Figura 138). Para el nivel Ia, los taxones más frecuentes han aparecido entre los primeros 25 fragmentos, entre ellos destaca especialmente *Juniperus* sp., con el 45% de los restos, que aparece a partir del tercer fragmento analizado. El resto de taxones, hasta un total de 11, que podemos clasificar en la categoría de poco frecuentes, suman poco más del 10% de los fragmentos. El último en aparecer es *Pistacia* sp., que aparece a partir del fragmento 245, teniendo una presencia anecdótica en el total de la muestra (Figura 138). Sólo la curva taxonómica del *hogar en cubeta 86A* del que se han analizado el total de los 76 fragmentos de carbón recuperados en su interior parece no haber alcanzado su estabilización (Figura 138).

Por último, si atendemos a las curvas de porcentajes elaboradas para los taxones dominantes en cada muestra de carbón disperso, vemos que la estabilización de los valores relativos se produce rápidamente en ambos niveles en comparación con el tamaño de la muestra estudiada, en torno a los 200 fragmentos en el caso de la muestra antracológica procedente del *nivel Ib* o 250 fragmentos en el caso del *nivel Ia* (Figura 139).

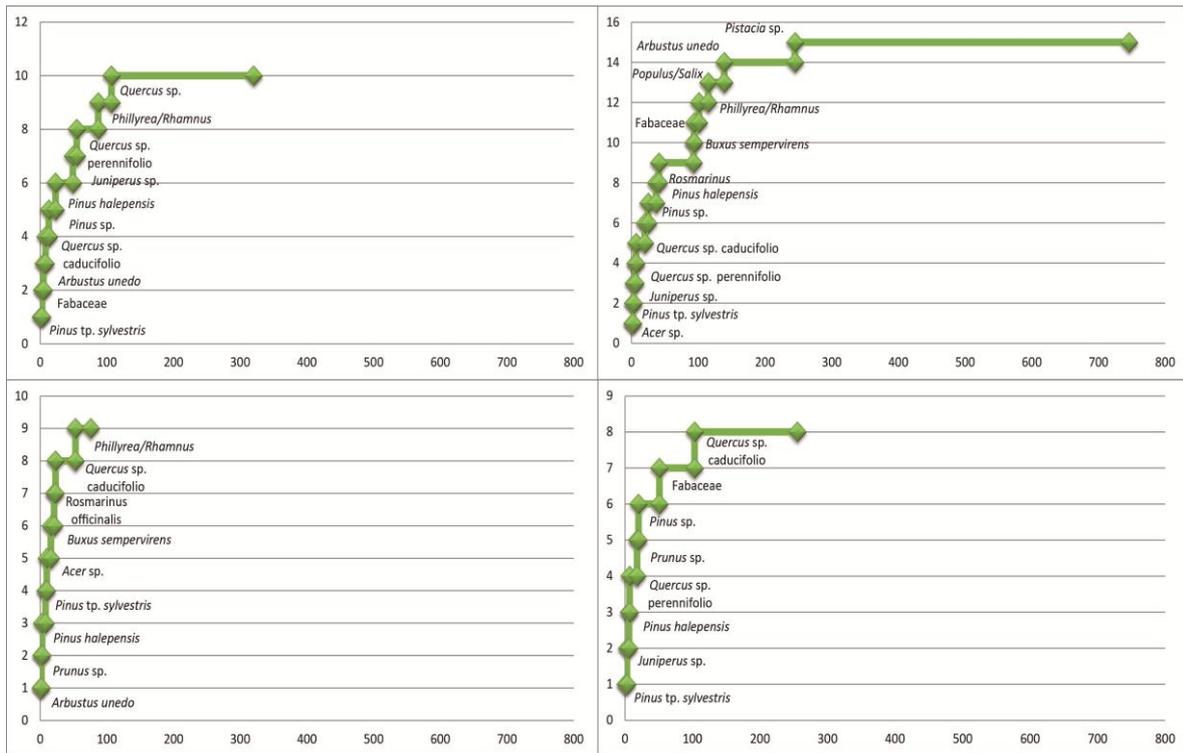


Figura 138. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Chaves *nivel Ib* (arriba izquierda), *nivel Ia* (arriba derecha), *hogar en cubeta 86A* (abajo izquierda) y *enterramiento masculino en fosa* (abajo derecha).

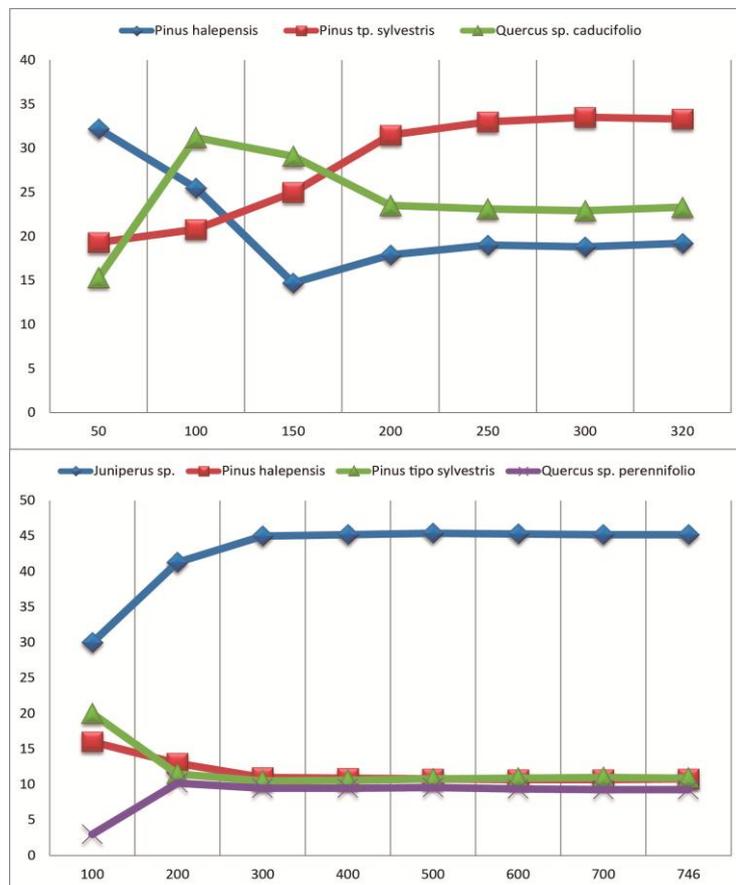


Figura 139. Curva de porcentajes de los taxones predominantes de la muestra antracológica del *nivel Ib* (arriba) y el *nivel Ia* (abajo) de la cueva de Chaves.

6.4.6. Resultados del análisis antracológico.

En lo que respecta al carbón disperso, en el *nivel Ib* se han determinado 10 taxones: madroño (*Arbutus unedo*), leguminosa (Fabaceae), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino (*Pinus* sp.), pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), quercínea (*Quercus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio) y encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio). El taxón mejor representado *Pinus* tp. *sylvestris* con un 33% de los fragmentos recuperados, seguido de cerca de *Quercus* sp. caducifolio con un 23% y de *Pinus halepensis* con un 19%. Aunque con un porcentaje menor al 10% también es reseñable la presencia de *Quercus* sp. perennifolio mientras que el resto de taxones presentan unas frecuencias de aparición muy reducidas en este registro. Dentro de la muestra antracológica estudiada para este nivel se ha documentado además la presencia de 33 cotiledones de bellota en un excelente estado de conservación. La ausencia de cúpulas conservadas nos llevó a clasificar estos carporrestos como *Quercus* sp. (Alcolea et al., e.p.) siguiendo el criterio utilizado por L. Zapata para las bellotas recuperadas en las primeras campañas (Zapata et al., 2008).

En el *nivel Ia* se han determinado 15 taxones: arce (*Acer* sp.), madroño (*Arbutus unedo*), boj (*Buxus sempervirens*), leguminosa (Fabaceae), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino (*Pinus* sp.), pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), lentisco/terebinto (*Pistacia* sp.), álamo/sauce (*Populus/Salix*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) y romero (*Rosmarinus officinalis*). El taxón mejor representado en este nivel es *Juniperus* sp. que alcanza un 45% del total de fragmentos estudiados. *Pinus halepensis*, *Pinus* tp. *sylvestris* y *Quercus* sp. perennifolio, alcanzan porcentajes en torno al 10%. El resto de taxones documentados presentan unas frecuencias de aparición muy reducidas, si bien la presencia de *Arbutus unedo* es reseñable con un 4% de los restos. Hemos documentado además dentro de la muestra estudiada para este nivel la presencia de 10 cotiledones de bellota clasificados de nuevo como *Quercus* sp. (Alcolea et al., e.p.).

En lo que respecta al carbón concentrado en estructuras, en el *hogar* o *cubeta 86A* se han determinado 9 taxones: arce (*Acer* sp.), madroño (*Arbutus unedo*), boj (*Buxus sempervirens*), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino carrasco (*Pinus*

halepensis), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Esta estructura presenta una composición taxonómica muy diversa, en la que *Prunus* sp. es el taxón dominante (18%) seguido muy de cerca de *Acer* sp. (16%) y *Arbutus unedo* (16%). *Pinus halepensis*, *Pinus* tp. *sylvestris* y *Quercus* sp. caducifolio aparecen también bien representados con porcentajes de aparición en torno al 10%. Dentro de la muestra antracológica estudiada en esta estructura se ha documentado la presencia de 37 cotiledones de bellota que se unen a los 36 estudiados por L. Zapata (Zapata et al., 2008), suponiendo un total de 73 carporrestos recuperados en el interior de esta estructura.

En el *enterramiento masculino en fosa* se han determinado 8 taxones: leguminosa (Fabaceae), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio) y encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio). En esta estructura predomina claramente la presencia de madera de coníferas de forma que *Pinus* tp. *sylvestris*, alcanza más del 30 % de los fragmentos estudiados, seguido de *Juniperus* sp. con casi un 25% y *Pinus halepensis* con un 12%. Es también destacable la presencia de *Quercus* sp. perennifolio que representa casi un 8% de los fragmentos.

En total, en el estudio antracológico de la cueva de Chaves se han determinado 16 taxones que corresponden a un mínimo de 14 especies (Tabla 20). Los géneros mejor documentados en el registro de Chaves son *Pinus* y *Quercus* que están presentes en todos los contextos estudiados. Se observa una continuidad entre los dos niveles en cuanto a las especies registradas en el carbón disperso si bien en el *nivel Ia*, el más reciente, aparece un mayor número de especies.

Yacimiento	Chaves							
	Neolítico antiguo cardial				Neolítico antiguo epicardial			
Nivel/Estructura	Nivel Ib		Hogar 86A		Nivel Ia		Enterramiento	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Acer</i> sp.			12	15.8	4	0.5		
<i>Arbutus unedo</i>	6	1.9	12	15.8	30	4.1		
<i>Buxus sempervirens</i>			5	6.6	9	1.2		
Fabaceae	4	1.3			4	0.5	8	3.5
<i>Juniperus</i> sp.	6	1.9			330	45.2	54	23.7
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	4	1.3	2	2.6	5	0.7		
<i>Pinus</i> sp.	17	5.3			86	11.8	36	15.8
<i>Pinus halepensis</i>	61	19.2	7	9.2	79	10.8	28	12.3
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	106	33.3	9	11.8	80	10.9	72	31.6
<i>Pistacia</i> sp.					3	0.4		
<i>Populus/Salix</i>					4	0.5		
<i>Prunus</i> sp.			14	18.4	10	1.4	6	2.6
<i>Quercus</i> sp.	12	3.8						
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	74	23.3	8	10.5	14	1.9	6	2.6
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	28	8.8			68	9.3	18	7.9
<i>Rosmarinus officinalis</i>			7	9.2	3	0.4		
Total determinables	318		76		730		228	100
Indeterminable	2				16		27	
Cotiledón de bellota	33		37		10			
Total fragmentos	320		76		746		255	
Total taxa	10		9		15		8	

Tabla 20. Resumen de los resultados del análisis antracológico de la cueva de Chaves expresados en frecuencias absolutas y relativas.

6.4.7. Alteraciones registradas.

La frecuencia de aparición de alteraciones de la anatomía de la madera en el registro antracológico de la cueva de Chaves es baja. Hemos observado principalmente 3 tipos de alteraciones: la madera de reacción, la vitrificación y las alteraciones producidas por insectos xilófagos. La madera de reacción se ha documentado escasamente, afectando a entre el 3 y 5% de los fragmentos, asociada siempre, como no podría ser de otra forma a madera de coníferas. La hemos observado por igual en *Pinus tp. sylvestris*, *Pinus halepensis* y *Juniperus* sp. En el caso de Chaves la incidencia de la vitrificación es baja. Apenas alcanza el 7% de los fragmentos estudiados en el *nivel Ib* y no la hemos documentado en el *nivel Ia*, salvo en algún caso con carácter muy leve y marginal. En el *nivel Ib* este fenómeno afecta especialmente a dos taxones: *Pinus tp. sylvestris* y *Quercus* sp. caducifolio. Además, resulta llamativo que los fragmentos afectados aparecen concentrados en dos espacios muy concretos de la cueva, asociados a zonas de trabajo con ocre. Como ya hemos apuntado, las causas de este fenómeno no son bien en la actualidad (ver ap.) aunque esta localización de los fragmentos afectados nos lleva a pensar en que se produciría asociada a determinados usos de la leña que implicarían

unas condiciones de combustión concretas. Por otro lado, hemos documentado una incidencia mayor del fenómeno de la vitrificación, asociada a madera de coníferas, en el *enterramiento masculino en fosa*. En el caso de las alteraciones producidas por insectos xilófagos, asociadas con el estado de la madera antes de la combustión, hemos observado las galerías típicas que dejan estos en la madera en un 6% en el *nivel Ib* y un 9% en el *nivel Ia* sin que hayamos observado que estos se asocien ni a ninguna especie ni a ningún área de la cueva en concreto. Esta alteración sería un indicador del consumo de madera muerta o del consumo aplazado de madera que se dejaría secar durante periodos relativamente largos.

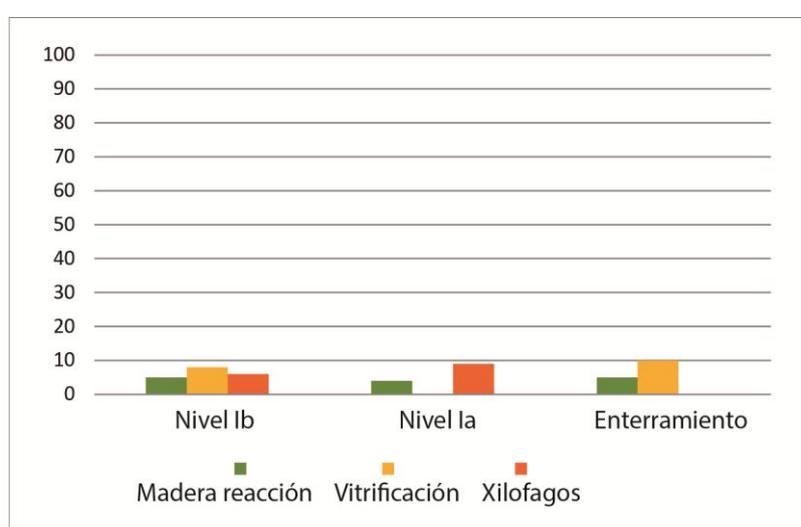


Figura 140. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas.

6.4.8. Discusión de los resultados.

Durante la ocupación neolítica más antigua, que corresponde al *nivel Ib* (7628±47-7264±101 cal BP), el diagrama antracológico (Figura 141) revela la explotación de un paisaje claramente dominado por taxones arbóreos en el que tienen una especial relevancia los elementos submediterráneos. La formación forestal más explotada es el pinar de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*). Los robledales submediterráneos (*Quercus* sp. caducifolio), que crecerían en umbrías y zonas de mayor humedad como los barrancos o inmediaciones de los ríos, constituirían la segunda formación más explotada por los habitantes neolíticos de la cueva de Chaves. Se explota también el pinar mediterráneo de pino carrasco (*Pinus halepensis*), un taxón que parece alcanzar los 650 msnm en el área prepirenaica central en algunas áreas favorables, como la vertiente sur de la sierra de Guara, durante la segunda mitad del VIII milenio cal BP. El estudio antracológico ha

revelado la explotación de especies que tienen diferentes requerimientos ecológicos pero que pueden convivir en sus límites de tolerancia, como ocurre con el género *Pinus*. El análisis antracológico ha demostrado que en el entorno circundante de la cueva de Chaves coexisten simultáneamente ambas especies de pino que conviven en los límites de su área de distribución, algo que el estudio palinológico no había permitido averiguar (López García, 1992; López García y López Saez, 2000; López Saez et al., 2006). La influencia de unas condiciones climáticas mediterráneas en el entorno del asentamiento durante este momento de la ocupación es ya notable tal como revela la presencia de la encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) acompañada de diferentes elementos de carácter mediterráneo (*Phillyrea/Rhamnus*, *Juniperus* sp., Fabaceae) que crecerían en áreas favorables, más soleadas y menos húmedas.

Durante la ocupación neolítica más reciente, que se corresponde con el nivel Ia (7271±81-7086±66 cal BP), el registro antracológico está evidenciando una dislocación en el paisaje vegetal en el entorno inmediato de la cueva. Podemos hablar de continuidad en lo que respecta a las principales especies identificadas, aunque se producen cambios significativos en sus frecuencias de aparición. Se observa un cambio hacia el consumo de taxones arbustivos. Asistimos a un claro retroceso de los taxones arbóreos de carácter submediterráneo representados por el pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) y el roble (*Quercus* sp. caducifolio). Aparece el boj (*Buxus sempervirens*), un arbusto colonizador que ocupa los robledales degradados. Al mismo tiempo los taxones mediterráneos, principalmente también arbustos (*Arbutus unedo*, Fabaceae, *Juniperus* sp., *Pistacia* sp., *Phillyrea/Rhamnus*, *Quercus* sp. perennifolio, *Rosmarinus officinalis*), aumentan en variedad y en peso específico respecto al total de la muestra. La expansión de estas especies heliófilas y colonizadoras de espacios abiertos, que dan lugar a formaciones secundarias, están evidenciando una apertura del paisaje.

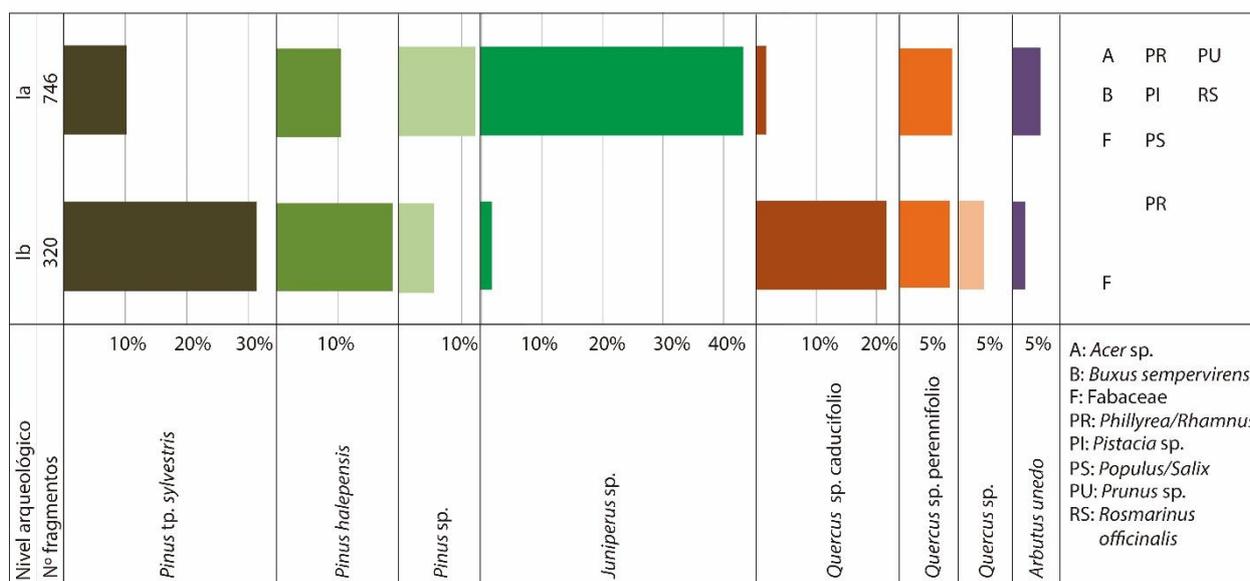


Figura 141. Diagrama antracológico de la Cueva de Chaves (Bastarás, Huesca).

Los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) se erigen claramente como el taxón más consumido por las comunidades neolíticas que habitan la cueva de Chaves en este momento. En general, *Juniperus* es un género heliófilo, que da lugar a formaciones secundarias que colonizan suelos degradados, ya sea por las condiciones naturales, como el clima y el suelo, que no permiten el desarrollo de otras formaciones, o como consecuencia de las actividades antrópicas, como la deforestación o roturación para la apertura de tierras dedicadas a la agricultura y el pastoreo. Actualmente, en el sector central del Prepirineo conviven hasta 4 especies del género *Juniperus* en el piso mesomediterráneo: la sabina albar (*Juniperus thurifera* L.), la sabina negral (*Juniperus phoenicea* L.), el enebro de la miera (*Juniperus oxycedrus* L.) y el enebro común (*Juniperus communis* L.) (Ferrández, 2003). La discriminación de la especie o especies de juníferos que aparecen sedimentadas en el registro antracológico de la Cueva de Chaves podría aportar una valiosa información paleoeconómica ya que el aprovechamiento económico por parte del ser humano de las distintas especies es también distinto, según podemos saber a través de las fuentes etnográficas disponibles (Villar et al., 198; Villar y Ferrández, 2000). Para muchos especialistas en anatomía de la madera (Schweingruber, 1990), las diferentes especies de este género no pueden ser distinguidas entre sí en base a criterios anatómicos, mientras que para otros esta diferenciación si es posible en algunos casos (Greguss, 1955; Jacquot, 1955). Como hemos visto, en este trabajo de tesis se ha realizado un estudio de la anatomía comparada de las diferentes especies de juníferos

que crecen en la Península Ibérica (ver ap. 5.1.). A pesar de los esfuerzos realizados, aplicar los resultados de este estudio a los carbones arqueológicos ha resultado ciertamente problemático. Hemos podido diferenciar en muchos de los casos fragmentos que presentaban en los cortes tangenciales estudiados varios radios de más de 4 células de altura, y que por tanto adscribimos al grupo de especies *Juniperus phoenicea/oxycedrus/communis*, mientras que en otros fragmentos hemos podido constatar la ausencia de estos radios “largos” por lo que los adscribiríamos de forma probable a la especie *Juniperus thurifera*. En cualquier caso, consideramos que es necesario profundizar en esta cuestión con el estudio de un número mayor de muestras carbonizadas actuales procedentes de diferentes partes de las plantas y de diferentes estaciones para definir bien los criterios anatómicos que queremos aplicar a la distinción del carbón arqueológico. Además dado el pequeño tamaño de la gran mayoría de los fragmentos estudiados, consideramos arriesgado afirmar rotundamente que la ausencia de radios “largos” se deba a que no están presentes en la especie de la que procede el carbón y no se trate de un error derivado del tamaño de las muestras. Por ello, aunque pensamos que en la cueva de Chaves durante el Neolítico se explotaron al menos dos especies distintas de enebros/sabinas, siendo una de ellas la sabina albar, no lo hemos tenido en cuenta a la hora de presentar nuestros resultados, presentando todos los fragmentos pertenecientes a este género como un único taxón: *Juniperus* sp.

El carbón recuperado concentrado en las dos estructuras que hemos descrito se ha analizado separadamente. Los resultados obtenidos también serán tratados separadamente ya que la información que podemos obtener de estas muestras es distinta de la que nos ofrece el carbón disperso en el sedimento (Figura 142). Los distintos contextos estudiados (concentrados y dispersos) presentan algunas diferencias significativas en cuanto a su composición, probablemente relacionadas con su procedencia, el tipo de estructura y su función. Sin embargo, robles (*Quercus* sp. *caducifolia*) y pinos (*Pinus* sp. *sylvestris* y *Pinus halepensis*) son los únicos taxones presentes en todos los niveles y estructuras, lo que indicaría un uso recurrente de estos independientemente de la función.

En el *hogar en cubeta 86A*, que parece enmarcarse en la ocupación cardial de la cueva (*nivel Ib*), si bien es cierto que la datación de su contenido lo sitúa a caballo entre los dos momentos (7336 ± 55 cal BP), encontramos una baja representación de la de madera de coníferas (21%), exclusivamente representadas por el género *Pinus*, mientras que los

taxones representativos de los bosques caducifolios (*Quercus* sp. caducifolio, *Acer* sp., *Prunus* sp.) aparecen abundantemente documentados, alcanzando prácticamente el 50% de los restos documentados. Es llamativa también la presencia significativa en este conjunto cerrado de algunas especies consideradas antrópicas como el madroño (*Arbutus unedo*) y el boj (*Buxus sempervirens*) (22.4%) que aparecen mejor representadas en el carbón disperso del nivel Ia. También aparece una cantidad significativa de romero (9,2%) apenas aparece documentado entre el carbón disperso, la conservación de este matorral en el interior de la estructura de combustión podría estar relacionado con el poder de ignición de este matorral. Son llamativas las diferencias en cuanto a la composición taxonómica de esta estructura, que refleja su último (o últimos) usos, y el carbón disperso en el sedimento, que procederá de los procesos de limpieza de diferentes estructuras de funciones diversas. Probablemente las particularidades en cuanto a la composición de la estructura se deban a su funcionalidad. Esta cubeta se interpreta como una estructura de combustión especializada en el asado de bellotas para su consumo alimenticio (Zapata et al., 2008). El uso de abundantes elementos arbóreos y arbustivos propios del robledal caducifolio como combustible en esta estructura especializada puede estar relacionado con la recolección de bellotas para su consumo en este mismo biotopo.

En el caso del *enterramiento masculino en fosa*, que por su datación se enmarca en la ocupación del nivel Ia (7141±86 cal BP), son especialmente abundantes los fragmentos de carbón adscribibles a coníferas, que alcanzan el 83,3% de la muestra. Nos planteamos que tal esta elevada representación de la madera de coníferas en el enterramiento puede ser resultado de una selección de la madera. El enebro/sabina (*Juniperus* sp.) y el pino (*Pinus* sp.) tienen una madera aromática cuando arde, con alto contenido en resina. El uso de especies aromáticas en enterramientos podría estar relacionado con algún tipo de práctica funeraria (Picornell, 2012), aunque dado que el combustible no es un elemento simbólico en sí mismo, no somos capaces de diferenciar entre un uso como combustible en una actividad doméstica o simbólica de la madera (Allué, 2011).

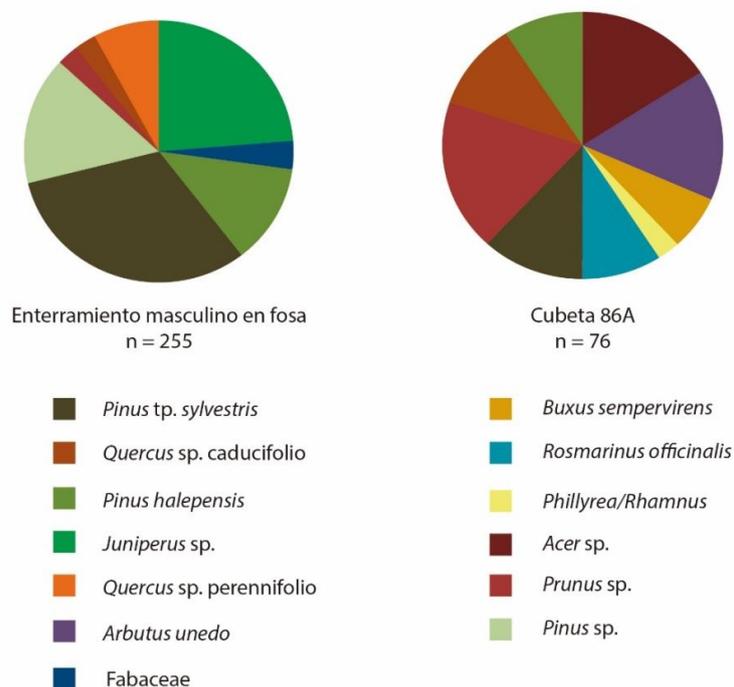


Figura 142. Frecuencias de aparición de los taxones identificados en las estructuras estudiadas.

En cualquier caso, El uso de plantas mejor documentados en la cueva de Chaves es el uso de la madera como combustible como bien ha quedado demostrado por la documentación de las cubetas de combustión. Sin embargo, la riqueza taxonómica documentado en ambos niveles puede ser el resultado de las actividades diversificadas desarrolladas en el asentamiento, interpretado una ocupación estable, durante un largo periodo de tiempo. Entre las funciones del asentamiento destaca la función de hábitat, más evidente en el *nivel Ib* tal como han planteado algunos investigadores (Baldellou et al., 2012; Sánchez, 2016), aunque el almacenaje y procesado de alimentos vegetales (Zapata et al., 2008; Alcolea et al., e.p.), así como el procesamiento cárnico o de la piel y la estabulación del ganado (Castaños, 2004; Mazzuco et al., 2015), tendrían cierta importancia económica. El desarrollo de todas estas actividades implicaría el uso de recursos vegetales leñosos que, carbonizados, han pasado a formar parte del registro antracológico del yacimiento.

A pesar de la continuidad de la ocupación que sugieren las dataciones radiocarbónicas, el registro antracológico refleja una ruptura clara entre ambos niveles de ocupación. Hay un aumento en la explotación de especies arbustivas de carácter colonizador que dan lugar a formaciones secundarias, lo que sugiere la existencia de áreas abiertas

favorables para el desarrollo de estos taxones heliófilos. Este brusco aumento en el consumo de determinados taxones, principalmente *Juniperus* sp., en el *nivel Ia*, puede ser el resultado tanto de un cambio en el paisaje en las inmediaciones del yacimiento o de un cambio en las estrategias de aprovisionamiento de materias primas vegetales.

Una explicación es un cambio en el paisaje a escala local que se produciría en un pequeño lapso de tiempo. Un aumento de la xericidad y mediterraneidad en la región asociada al inicio del Holoceno Medio podría ser una de las causas de esta tendencia en el paisaje (Morellón et al., 2009; Pérez Sanz, 2014). Sin embargo, este cambio en el paisaje que implicaría una espectacular expansión de los enebros/sabinas durante la ocupación epicardial de la cueva de Chaves no se refleja en las secuencias polínicas regionales (Montes et al., 2015a; González-Sampériz et al., 2017) de forma que afectaría exclusivamente a las inmediaciones del yacimiento produciéndose a una escala muy local. En cualquier caso, este cambio abrupto en el registro antracológico es difícilmente explicable exclusivamente por causas climáticas, por lo que es necesario buscar otras causas, como las antrópicas. Las prácticas agrícolas y ganaderas implican modificaciones significativas en la cubierta vegetal. Algunos investigadores (Mazzucco et al., 2015) han argumentado que durante la primera ocupación neolítica de la cueva de Chaves (*nivel Ib*) los campos de cultivo se encontrarían a una distancia considerable del yacimiento, debido a la configuración abrupta del paisaje de los alrededores de la cueva, mientras que la presencia de polen de cereal en el *nivel Ia* podría estar indicando un acercamiento de los campos de cultivo al asentamiento, lo que favorecería la proliferación de taxones heliófilos y pioneros revelada por el diagrama antracológico durante esta fase de ocupación. De esta forma, la recolección de leña se llevaría a cabo en un paisaje abierto caracterizado por presencia de formaciones secundarias derivadas del proceso de deforestación asociado a la expansión de las prácticas agrícolas.

Otra explicación es un cambio en las estrategias de gestión del entorno forestal. Este drástico aumento en el consumo de madera de enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) puede deberse a un uso específico. Debido a la disminución de la cultura material en el nivel de ocupación neolítica más reciente, los investigadores interpretan una pérdida de la importancia de la función de hábitat en el asentamiento, relacionada con una menor diversidad de tareas, mientras que la cueva ganaría importancia como lugar de estabulación de ganado (Baldellou 2011, Baldellou et al., 2012; Sánchez, 2015; 2016). Los estudios etnográficos ponen de manifiesto que la alimentación del ganado se basa

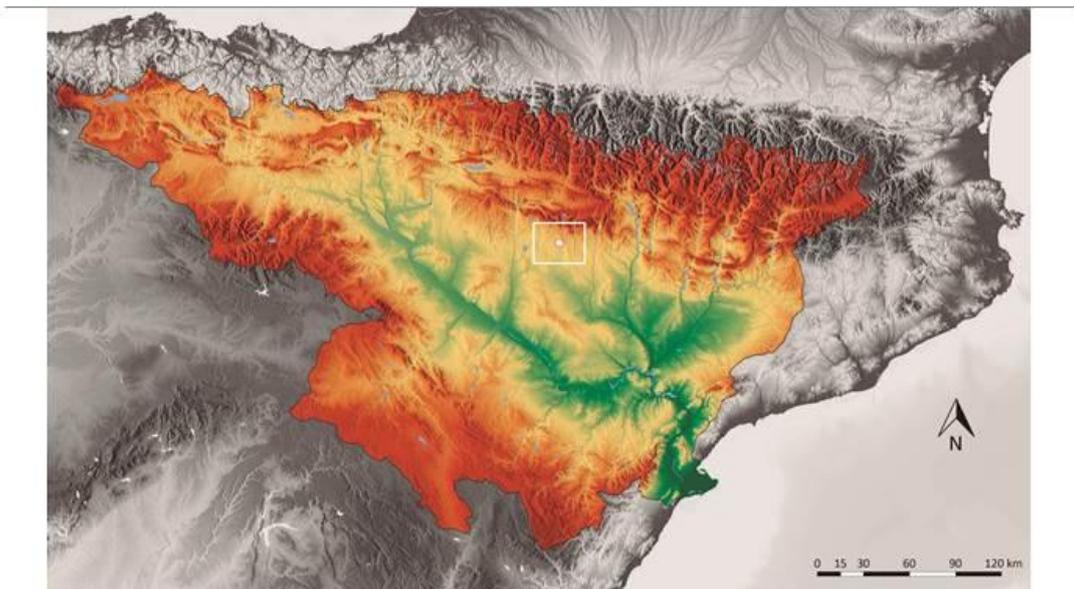
en el uso de forraje arbóreo cuando el forrajeo no es posible. Este forraje se almacena para alimentar a los animales durante los meses más fríos. La sobrerrepresentación en el registro arqueobotánico de determinados taxones se interpreta generalmente como el resultado de su uso como forraje (Rasmussen, 1989; 1993; Heinz, 1990; Laederich y Thiébault, 2004; Thiébault, 2005) y esta hipótesis ha sido formulada para algunos contextos arqueológicos en cuevas neolíticas ibéricas de acuerdo con los registros arqueobotánicos estudiados (Badal., 1999; Zapata et al, 2003; Allué, 2004; Rodríguez et al., 2016).

Aunque las sabinas no suelen formar parte de la lista de plantas preferidas para alimentar al ganado, que comprende especies como el fresno (*Fraxinus* sp.), el olivo (*Olea europaea*), el olmo (*Ulmus* sp.), el avellano (*Corylus avellana*), el tilo (*Tilia* sp.), la coscoja (*Quercus coccifera*), el quejigo (*Quercus faginea*) o el alcornoque (*Quercus suber*) (Badal, 1999; Delhon et al., 2008), encontramos el curioso caso del sitio palafítico de La Fangade (Sète, Hérault) con una cronología de la Edad del Bronce donde se han encontrado hojas de sabina negral (*Juniperus phoenicea*) en el interior de coprolitos de ganado ovicaprino (Chabal et al., 2010; Bouby, 2014).

Las distintas especies del género *Juniperus* dan lugar por lo general a comunidades forestales abiertas favorables para el pastoreo extensivo. Su estructura abierta favorece la existencia de pastos y las ramitas de invierno que son un complemento indispensable en la dieta del ganado ovicaprino (Costa et al., 1997). Aunque por lo general se considera que los juníferos no son muy apreciados para la alimentación del ganado, ya que algunas especies de este género, los enebros, son espinosas, el uso de las sabinas como forraje arbóreo se recoge entre los usos etnobotánicos de estas plantas en la Península Ibérica (Costa et al., 1997: 331) y en el Pirineo central (Villar y Fernández, 2000). Según han apuntado algunos autores, “el ramón de la sabina albar (*Juniperus thurifera*) tiene valor forrajero para el ganado. A este fin los árboles se iban podando escamondando para que su ramaje fuera abundante y tierno, esto es, más apetitoso para el ganado. Cabras, équidos e incluso ovejas ramoneaban directamente los árboles. Se daba al ganado en invierno, precisamente cuando la savia no había movido, de diciembre a marzo, época de nevadas y penuria de pasto” (Villar y Fernández, 2000). En el caso de la sabina negral (*Juniperus phoenicea*), con la que a veces se confunde, las cenizas de sus ramas se han utilizado como complemento mineral del ganado lanar, vacuno, etc. (Villar y Ferrández, 2000).

Esto podría explicar en cierta medida la sobrerrepresentación de este taxón en el registro antracológico de la cueva de Chaves, aunque no excluye la posibilidad de que estas formaciones ganaran importancia en el entorno más o menos inmediato del yacimiento en este momento. Lo cierto es que ambas explicaciones pueden ser complementarias.

6.5. EL ABRIGO DE ESPANTALOBOS (QUICENA, HUESCA).



MDT05/MDT05-LIDAR.

Paso de malla de 5 m.

IGN MTN 50.

De las hojas 248 y 286: «Apiés» y «Huesca»

Cota máxima de las hojas: 2070.63 y 662.92 mts.

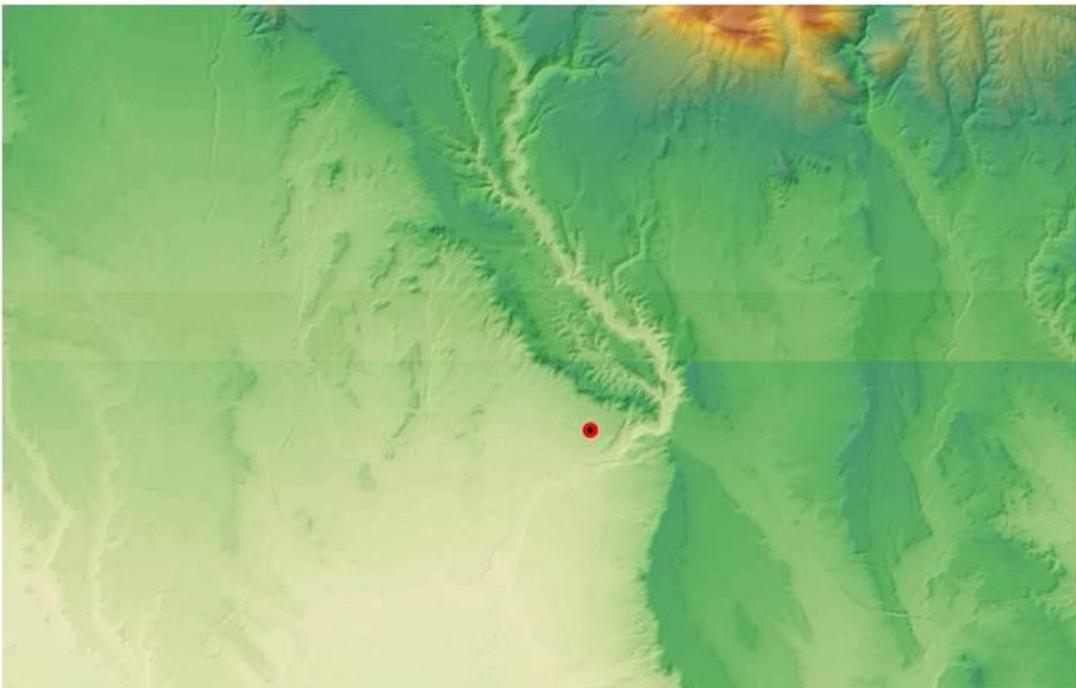
Cota mínima de las hojas: 483.22 y 348.30 mts.

Espantalobos 30T 718743.44 E

4669887.66 N

Alt. 511 mts.

0 3100 6200 metros



6.5.1. Localización y contexto biogeográfico.

El yacimiento, con una orientación este y una altitud de en torno a 500 msnm, se localiza en la ladera derecha de un pequeño y corto barranco activo, que en la época de la ocupación prehistórica tendría una menor profundidad que en la actualidad, cuyo nombre se ha tomado para denominarlo, Espantalobos. La zona es conocida como Las Canteras de Quicena, por haber abastecido de piedra arenisca en tiempos históricos al núcleo urbano de Quicena. Tanto las tareas de cantería, que podrían haber abarcado entre el periodo romano e inicios del siglo XX, como la erosión, han desmantelado casi totalmente el paleocanal de arenisca que contenía la ocupación prehistórica, que quizás nunca presentó una gran visera de protección pero que quedaba resguardada de los vientos dominantes (Domingo y Montes, 2016).

Geológicamente el yacimiento de Espantalobos se encuentra ubicado en el límite norte del Mioceno continental de la Cuenca del Ebro. El entorno está conformado por estratos subhorizontales de arenisca y arcilla, de espesor variable, que se engloban en la formación Uncastillo o Sariñena. Esta zona está situada en la periferia occidental del abanico aluvial denominado Huesca, cuyo ápice estaba situado en la zona de Alquézar y a donde confluían diversos cauces pirenaicos hoy desaparecidos. Entre este abanico y el de Biel, que llegaba hasta Ayerbe, se ha formado la depresión arcillosa de la Sotonera (Montes et al., 2015b).



Figura 143. Situación del yacimiento de Espantalobos. Foto F. Navajas modificada en Montes et al., 2015b.

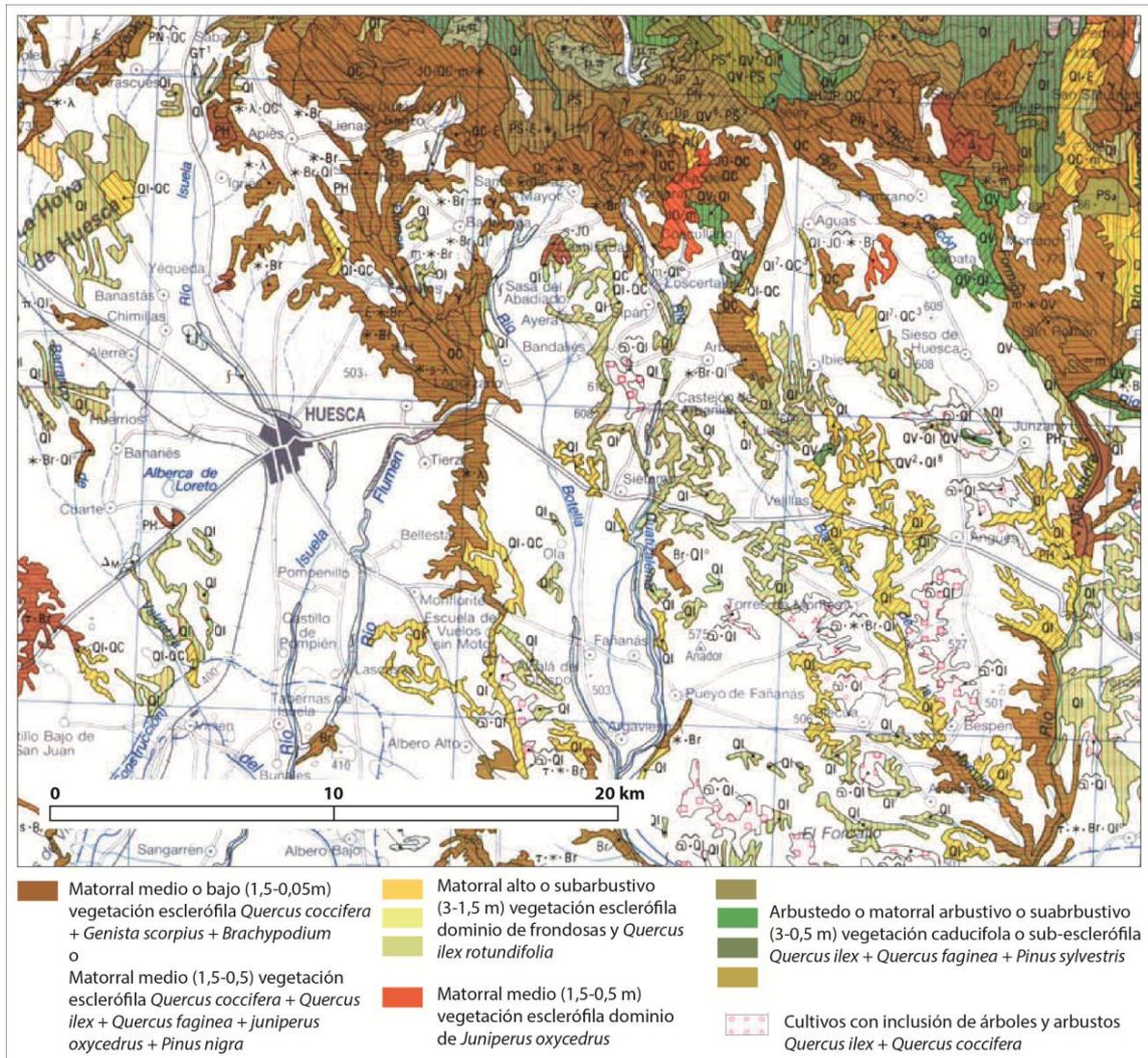


Figura 144. Vegetación actual del entorno de Espantalobos (Quicena, Huesca) según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-3 Huesca.

Desde el punto de vista biogeográfico, el yacimiento de Espantalobos se encuentra dentro de la Región Mediterránea, Provincia Aragonesa, sector Montano aragonés (Rivas Martínez, 1982, 1987). Su situación en el límite de la depresión del Ebro lo emplaza dentro del dominio del encinar (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*) dentro del piso de vegetación mesomediterráneo donde las condiciones extremas de clima y suelo características del centro del valle se suavizan. No obstante, al tratarse de una de las áreas de mayor aprovechamiento agrícola, la cubierta natural ha sido fuertemente modificada por la acción antrópica. El encinar se ve constreñido a los ribazos de cultivos y cerros, acompañado de un sotobosque de coscoja (*Quercus coccifera*), aliaga (*Genista* sp.), jara (*Cistus laurifolius*, *C. albidus*, *C. salvifolius* y *C. clusii*), gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*), enebro (*Juniperus oxycedrus*), sabina (*Juniperus phoenicea*,

J. thurifera), romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*), salvia (*Salvia officinalis*), espliego (*Lavandula latifolia*), retama (*Retama monosperma*), etc. El boj (*Buxus sempervirens*) y algunas ramnáceas (*Rhamnus mfeetoria*) juegan a veces un papel importante en la degradación de estas formaciones (Braun y Bolos, 1987; Pérez Bujarrabal, 2009).

6.5.2. La intervención arqueológica.

A finales de los años 80 del pasado siglo, D. I. Gracia, vecino de Huesca, recogió en un barranco próximo a Quicena una serie de materiales líticos, geométricos y láminas de sílex, que sugerían la existencia de un yacimiento cuya erosión los hacía aflorar. El foco de origen fue localizado a finales de 2012 por los investigadores de la Universidad de Zaragoza Lourdes Montes y Rafael Domingo. El sitio, en el momento de su hallazgo presentaba un pobre estado de conservación ya que se encontraba severamente afectado por tareas de cantería y por la erosión. Hasta la fecha se han realizado 4 campañas de excavación desarrolladas entre 2013 y 2016.

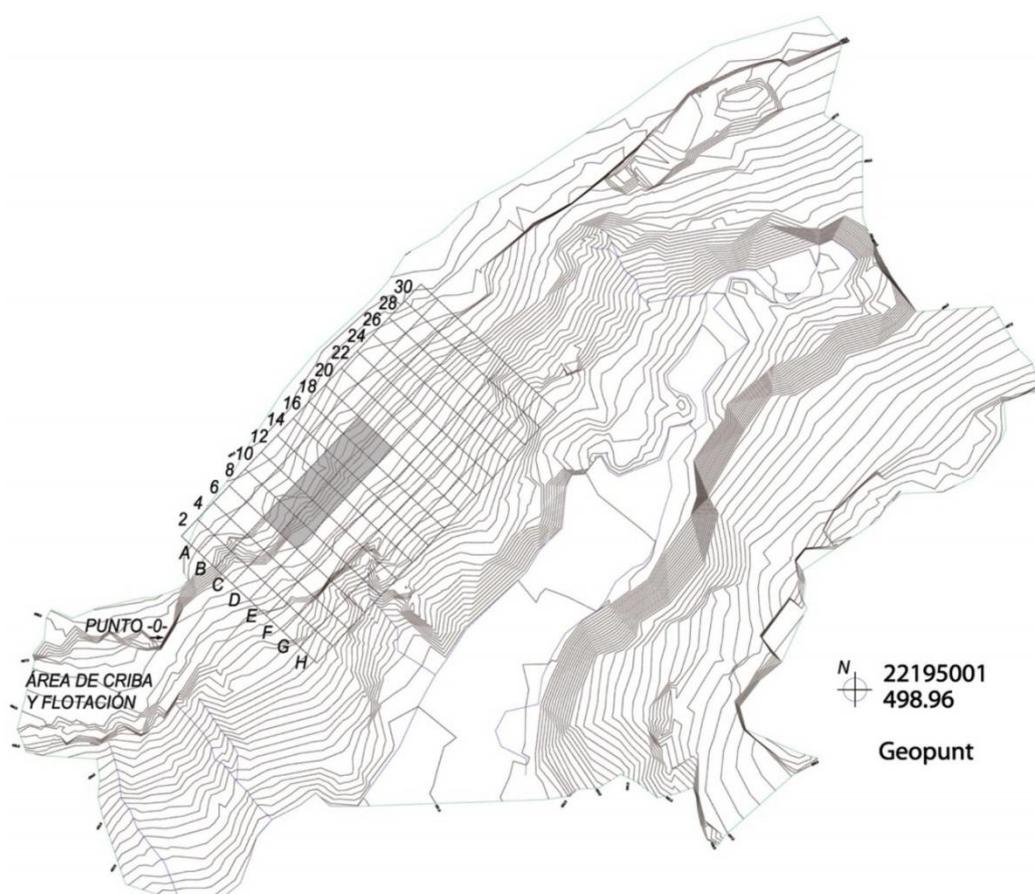


Figura 145. Topografía del barranco y del yacimiento de Espantalobos sobre la que se establece la cuadrícula (en gris los cuadros excavados en 2013) según Montes et al., 2015b.

Como es habitual en este grupo de investigación, las unidades espaciales básicas de referencia utilizadas fueron cuadros de un metro de lado. La cuadrícula se acomodó al buzamiento natural de la ladera (Figura 145) y el trabajo de extracción de las tierras se realizó por sectores de 33 cm de lado y en semitallas de 5 cm siguiendo los niveles naturales del registro que sirvieron como unidad de referencia a la hora de realizar el muestreo arqueobotánico. La diferenciación de niveles se hizo atendiendo a criterios sedimentológicos: color, compacidad, estructura y componentes del depósito. Los elementos recuperados se referenciaron mediante coordenadas.

6.5.3. Estratigrafía, cronología y materiales.

La estratigrafía, que se describe a continuación, ha entregado la existencia de 2 niveles arqueológicamente fértiles (Montes et al., 2015b; Domingo y Montes, 2016):

- *Nivel c.* Se compone de una matriz arenosa con algunas arcillas, de color ceniciento y con multitud de carboncillos y pequeños fragmentos de roca arenisca, muchos de ellos alterados por fuego. La formación de este nivel combina los aportes antrópicos, aportes eólicos, gravitacionales (derrubios de ladera) y procedentes de la descomposición del banco de arenisca, del que proceden también los pequeños clastos de arenisca. Aunque los materiales arqueológicos entregados no son muy abundantes, han aparecido restos líticos, fauna y algunas estructuras de combustión bien delimitadas. La industria lítica se compone de elementos en sílex, de base laminar y tamaño reducido entre los que destacan las armaduras geométricas, principalmente trapecios asimétricos de retoque abrupto, y los microburiles, así como algunos instrumentos de gran tamaño (chopper, rabot). Tanto el sílex, de tipo Monegros (García Simón y Domingo, 2016), como el uso de calizas, de las que se extraen lascas apenas retocadas, sugieren un aporte local o supralocal, de las materias primas líticas. Se ha documentado la presencia de al menos 6 de estas estructuras de combustión que parecen presentar dos tipologías. Por un lado, aquellos conformados por amontonamientos de clastos de arenisca y cantos rodados de caliza que fueron aportados intencionalmente hasta el sitio, desde los restos del antiguo glacis que corona el *saso* de Montearagón o desde el vecino cauce del Flumen. Por otro lado, simples hogares en cubeta, sin piedras perimetrales, cuyas evidencias se limitan al sedimento rubefactado y el depósito negruzco resultante de la acumulación de carbones y cenizas. La diferencia de cotas y la relativa proximidad entre estos hogares podría deberse a la recurrencia de las visitas al lugar, en momentos (incluso en años)

diferentes. En este nivel se dató un único fragmento de carbón de *Juniperus* sp. procedente de un pequeño hogar claramente delimitado (z: 95) localizado en el sector 8 del cuadro 14D. Fechado en 8242 ± 54 cal BP este nivel se adscribe culturalmente al Mesolítico geométrico.

- *Nivel d.* Se trata de una capa arqueológicamente estéril, de color beige amarillento claro, cuya matriz arcillosa es mucho más compacta que la del *nivel c.* Su formación parece principalmente asociada a fenómenos de arroyada difusos y/o a la alteración de las arcillas miocenas del nivel f, al que se superpone directamente en algunas zonas.

- *Nivel e.* Este nivel se ha localizado por debajo del *nivel d* sólo en algunos cuadros. Se diferencia de éste por la presencia de pequeños carbones dispersos y por su matriz arenosa, ligeramente cenicienta. En cuanto a su formación, su sedimentación parece relacionada en algún modo con un medio acuático. Este nivel se ha visto muy afectado por la erosión, por lo que la superficie excavada es muy inferior a la del *nivel c.* Se recuperaron de nuevo restos líticos, óseos y una gran estructura de combustión localizada principalmente en el cuadro 22D en la campaña de excavación de 2014. Presenta una composición similar al *nivel c* en cuanto a tipos en la industria lítica pero una mayor proporción de los elementos denticulados. Se dispone de una única datación radiocarbónica sobre un fragmento de carbón de *Juniperus* sp. recuperado en la semitalla z: 125-130 del sector 8 del cuadro 14D que entrega una fecha de 8771 ± 123 cal BP. Tanto la datación como la industria recuperada lo sitúan a caballo entre un momento Mesolítico macrolítico y otro geométrico.

- *Nivel f.* Este nivel se corresponde con las arcillas miocenas que sirven de base al paleocanal de arenisca por lo que indica el final de la secuencia arqueológica.

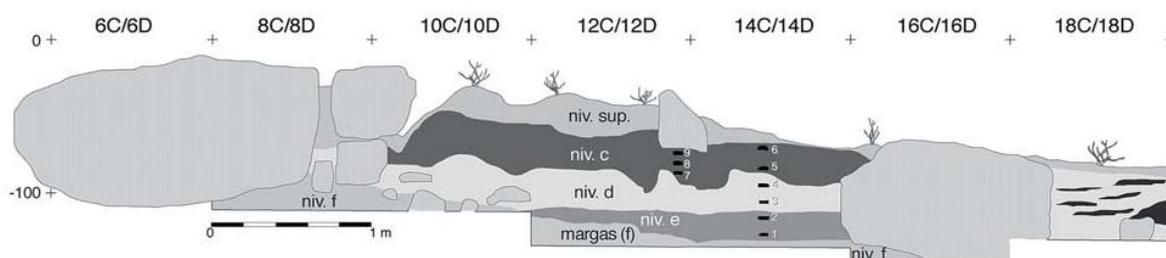


Figura 146. Corte estratigráfico de las bandas C y D según Montes et al. (2015b). Los números de 1 a 9 señalan la toma de muestras para el estudio palinológico.

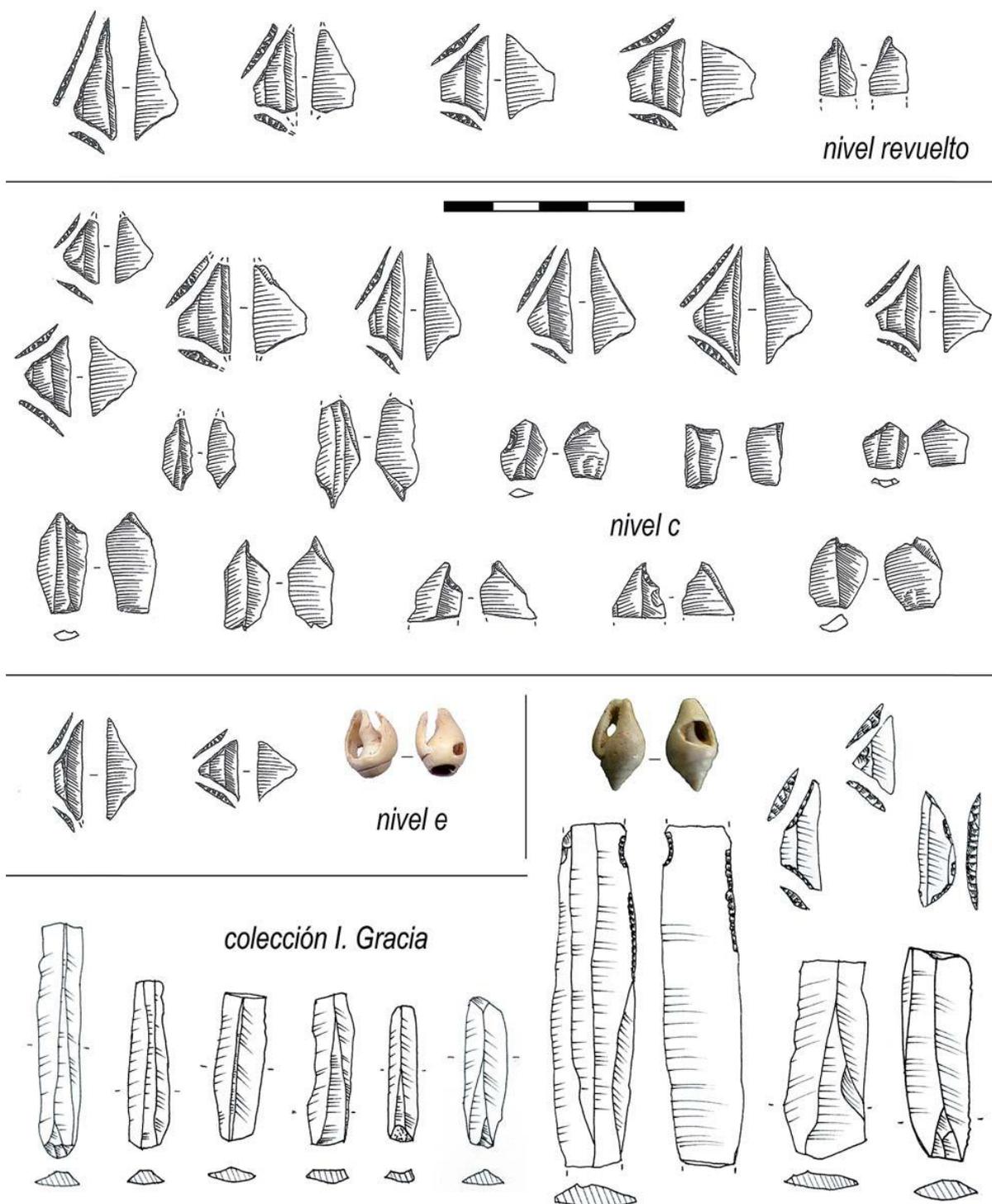


Figura 147. Materiales más representativos del yacimiento de Espantalobos: microlitos geométricos, microburiles y *Columbella rustica* (Montes et al., 2015b).

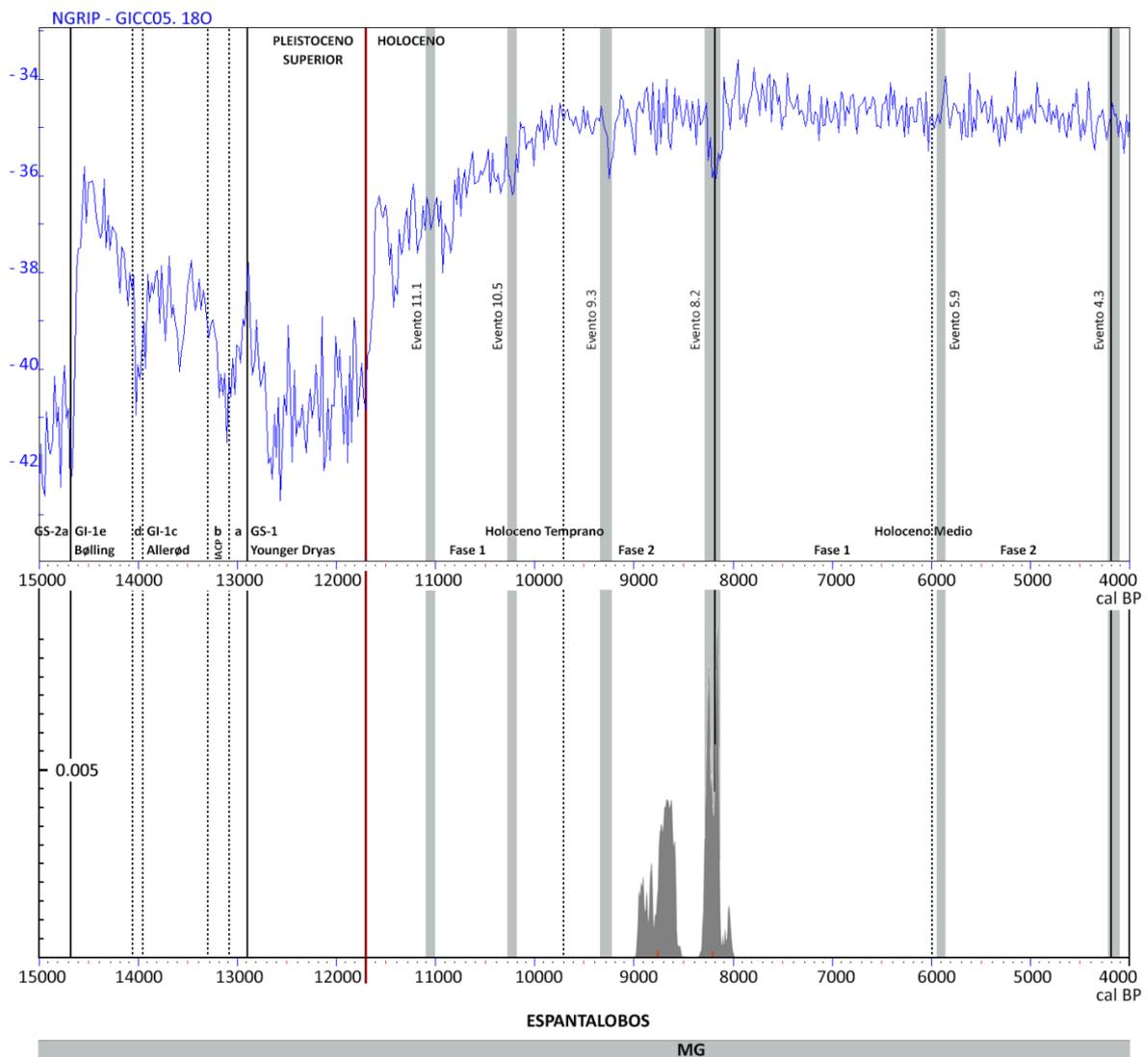


Figura 148. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de Espantalobos realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997).

Yacimiento	Nivel	EC	Data	σ	Ref. laborat	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
Espantalobos	e	MMD/MG	7900	50	Beta-361625	9030-8510	C (<i>Jp</i>)	AMS	Montes et al., 2015
Espantalobos	c	MG	7390	40	Beta-361624	8360-8120	C (<i>Jp</i>)	AMS	Montes et al., 2015

Tabla 21. Dataciones radiocarbónicas a partir de Montes et al., 2015b. C (*Jp*): Carbón de *Juniperus* sp. MMD: Mesolítico de muescas y denticulados, MG: Mesolítico Geométrico. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013).

6.5.4. Otros estudios bioarqueológicos.

No disponemos de análisis polínicos ya que aunque durante la campaña de excavación arqueológica de 2013 Penélope González-Sampériz (IPE-CSIC) tomó 9 muestras para su análisis palinológico todas ellas resultaron estériles (Montes et al., 2015b).

Estudio arqueozoológico.

Los vestigios de fauna son poco abundantes y muy fragmentados. Hasta la fecha disponemos del estudio arqueozoológico de los materiales recuperados en la campaña de 2013 realizado por C. Sola (Universidad de Zaragoza). El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es el animal mejor representado en ambos niveles arqueológicos. Aparecen también esquirolas y fragmentos de huesos que por su tamaño corresponderían a presas de gran tamaño, entre los que sólo se han podido 4 restos de cabra (*Capra pyrenaica*) y 2 de ciervo (*Cervus elaphus*). Estas especies estarían indicando el acceso a entornos boscosos (ciervo) y rocosos (cabra). El 40% de los restos de conejo y el 37% de las esquirolas de macrofauna de ambos niveles muestran indicios de haber sido sometidos a la acción del fuego. La abundante presencia de este lagomorfo, propio del biotopo local, convertido en presa permanente para los habitantes de Espantalobos, sugiere a los investigadores un tipo de caza prosaica, de mera subsistencia y dada la escasez de fauna mayor recuperada, la caracterización exclusiva del sitio como cazadero no parece posible (Montes et al., 2015b; Domingo y Montes, 2016).

6.5.5. Método de recuperación y unidades de análisis.

Durante el trabajo de campo desarrollado en este yacimiento se han aplicado de forma sistemática estrategias de muestreo y procesado del sedimento centradas en la recuperación de macrorrestos vegetales. Se ha combinado la recogida manual de aquellos fragmentos más visibles durante el transcurso de la excavación, debidamente individualizados y coordinados respecto a la cuadrícula del yacimiento, con el tamizado de la totalidad del sedimento con agua y la flotación, ya que la infraestructura de la excavación así lo permitió. El material disperso en el sedimento se ha recogido y almacenado separadamente del material que ha aparecido concentrado en estructuras. A

pesar de que se han documentado numerosas estructuras de combustión en este yacimiento, no todas ellas contenían macrorrestos vegetales en su interior.

Dada la enorme cantidad de material recuperado se ha hecho necesaria la realización de un submuestreo. Hemos seleccionado para su análisis 112 muestras correspondientes al material contenido en 112 sectores (división artificial utilizada como referencia), además de todas las muestras correspondientes al material recuperado en el interior de estructuras. En total, se han analizado 1711 fragmentos de carbón procedentes del carbón disperso en los 2 niveles arqueológicamente fértiles descritos (n=1120) y del carbón concentrado en 3 estructuras de combustión, las únicas que contenían carbón (n=591). En ninguna de estas muestras hemos detectado la presencia de materiales carpológicos carbonizados. Si han aparecido, sin embargo, varias brácteas de piña (Figura 149).



Figura 149. Bráctea de piña procedente del nivel e de Espantalobos. Montaje realizado por la Dra. L. Chabal.

Uno de los aspectos que hemos tenido en cuenta a la hora de realizar el submuestreo es la superficie muestreada. Hemos analizado un número constante de fragmentos por unidad de excavación (metro cuadrado) en cada uno de los 2 niveles estudiados. Las muestras seleccionadas proceden de toda la superficie excavada del yacimiento de forma más o menos regular, con el objetivo de explorar la mayor cantidad de sedimento posible y así evitar posibles sobrerrepresentaciones de determinados taxones en áreas concretas del yacimiento. Como vemos en la figura los diferentes taxones no se reparten de forma uniforme en la superficie del yacimiento. El carbón que aparece disperso en el

sedimento de los yacimientos arqueológicos se considera el resultado de eventos de combustión aislados pero sucesivos cuyos residuos, a través de la limpieza y acondicionamiento del espacio, se integran en los sedimentos arqueológicos (Chabal, 1997). La acumulación de estos residuos da lugar a la riqueza taxonómica de los registros antracológicos. La distribución espacial de los distintos taxones en el yacimiento puede ser más o menos uniforme en función de la diversidad e intensidad de las actividades económicas llevadas a cabo en ellos y de los diferentes procesos deposicionales y postdeposicionales que han podido afectar a estos registros. La presencia de hogares superpuestos documentados a lo largo de todo el depósito de Espantalobos sugiere visitas cortas y recurrentes al yacimiento. En este trabajo se ha estudiado el contenido vegetal de tres de estos hogares bien conservados. *Juniperus* sp. aparece como el taxón dominante en los tres conjuntos estudiados, aunque con porcentajes variables entre el 64% y el 96%. De acuerdo con la distribución espacial de los taxones frecuentes se aprecia cierta asociación entre estas estructuras y los porcentajes más elevados de este taxón en los alrededores, ya que los enebros/sabinas tienen también una mayor representación en torno a estos hogares (Figura 150).

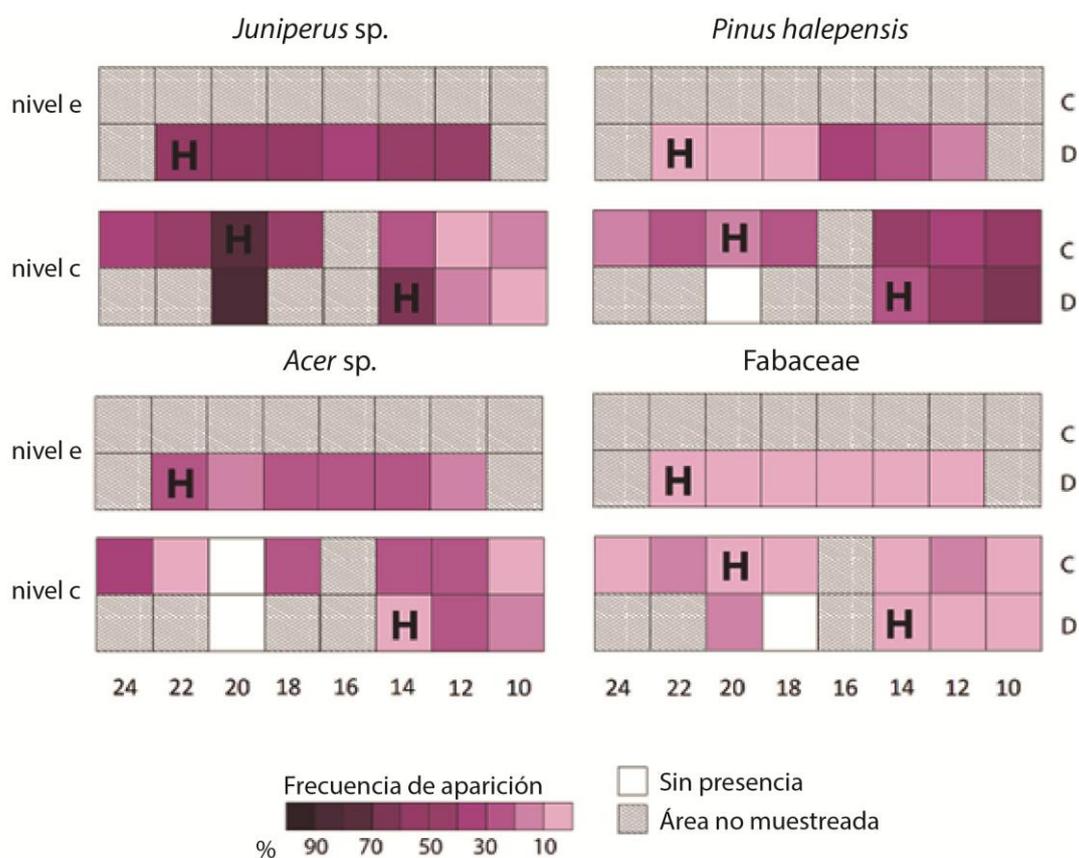


Figura 150. Distribución espacial de los taxones dominantes en la superficie del yacimiento en relación con los hogares estudiados (H). La escala de color indica el porcentaje de concentración del taxón del 0% al 100% en cada unidad de muestreo.

Es de esperar que en las inmediaciones de los puntos del yacimiento donde se produjo el evento de combustión la mezcla taxonómica sea menor, por lo que los taxones dominantes en la estructura aparecen sobrerrepresentados en su entorno. De acuerdo con la tendencia observada en la composición taxonómica de los hogares estudiados y la distribución espacial de los taxones más frecuentes se puede sugerir una sobrerrepresentación de *Juniperus* sp. en determinadas áreas del yacimiento ya que sin duda, a nuestro juicio, el principal factor de distorsión en este esquema de dispersión son los hogares. No podemos excluir la existencia de otros hogares o estructuras de combustión que no se habrían conservado siendo desmanteladas de forma natural o por agentes humanos, por ejemplo reaprovechando piedras que tuvieran una función delimitadora. Estas estructuras desaparecidas podrían coincidir con áreas de concentración de determinados taxones que no se han documentado a penas en el interior de las estructuras conservadas o bien estar marcando áreas de actividad ligadas al uso de madera de determinados taxones sin que estas impliquen necesariamente su contacto con el fuego (Figura 150).

Si atendemos a las curvas taxonómicas (Figura 151), en el *nivel c*, más del 90% de los taxones aparecen representados entre los primeros 149 fragmentos analizados. Esto significa que analizando 150 fragmentos de carbón, esto es, la muestra correspondiente a 3 m² de la superficie del yacimiento, tendríamos ya representados la mayor parte de los taxones, mientras que con el análisis de los restantes 410 fragmentos hemos obtenido sólo 1 nuevo taxón, *Pistacia* sp., que además alcanza un porcentaje muy reducido en el total de la muestra (0,2%). Como ya hemos expuesto (ver cap. 4), la curva taxonómica no deja de ser una curva de esfuerzo-rendimiento, que nos permite evaluar en términos cualitativos (nunca cuantitativos) el número mínimo de fragmentos de carbón que es necesario analizar para obtener unos resultados representativos del total con el menor esfuerzo posible. En este caso, casi cuadruplicar el esfuerzo de análisis se ha traducido en una escasa mejora del rendimiento, con la obtención de un solo nuevo taxón. Sin embargo, si atendemos a la curva de porcentajes de los taxones predominantes de este mismo nivel (Figura 152) vemos que los porcentajes, es decir, la frecuencia de aparición de cada taxón en el registro, tardan en estabilizarse, de hecho no lo hacen hasta que no hemos analizado al menos 400 fragmentos. Uno de los factores que influyen en esto es la variabilidad taxonómica. En otros casos descritos en este capítulo hemos visto que cuando hay un solo taxón dominante su frecuencia de aparición se estabiliza rápidamente. Sin embargo, en Espantalobos, donde varios

taxones dominantes comparten protagonismo, pueden presentar grandes fluctuaciones en sus frecuencias. Esta variabilidad tan elevada de los valores en el *nivel c*, está relacionada con el muestreo que se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la variable espacial lo que puede estar provocando esta aparente distorsión. En este conjunto, el protagonismo lo comparten dos taxones, *Juniperus* sp. y *Pinus halepensis*, con un porcentaje similar dentro del total de la muestra, cercano al 35%. En este caso vemos que los porcentajes de las distintas muestras estudiadas, varían considerablemente de unas muestras a otras (Figura 153). Si situamos espacialmente nuestros resultados (Figura 153), vemos que en las muestras procedentes de la parte izquierda del abrigo (sector NE), el taxón dominante es claramente el pino, mientras que en las muestras procedentes de la parte derecha del abrigo (sector SO), el taxón dominante es el enebro/sabina. El análisis de la distribución espacial de los resultados en la superficie del yacimiento demuestra la necesidad de tener en cuenta la variable espacial en el muestreo ya que los resultados finales pueden variar considerablemente.

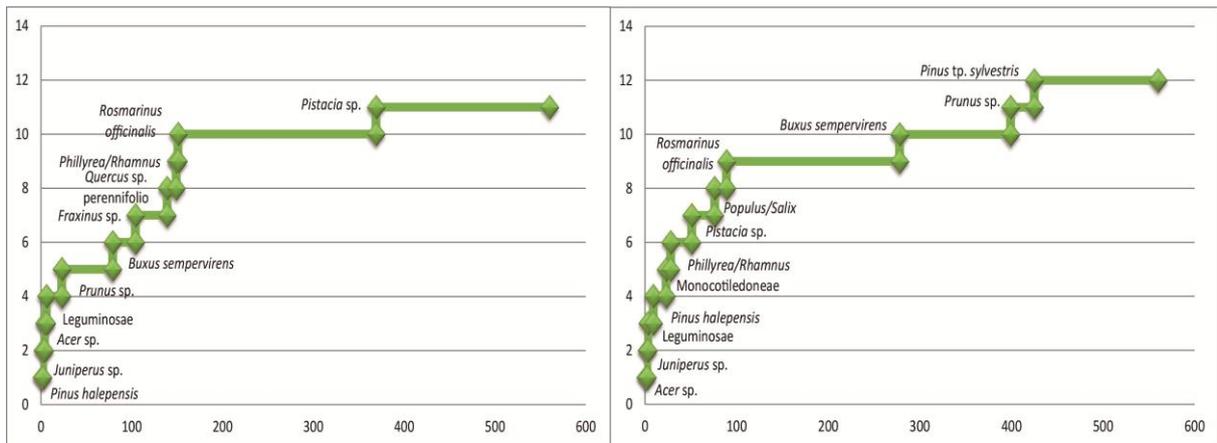


Figura 151. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Espantalobos. Carbón disperso. *Nivel c* (izquierda), *nivel e* (derecha).

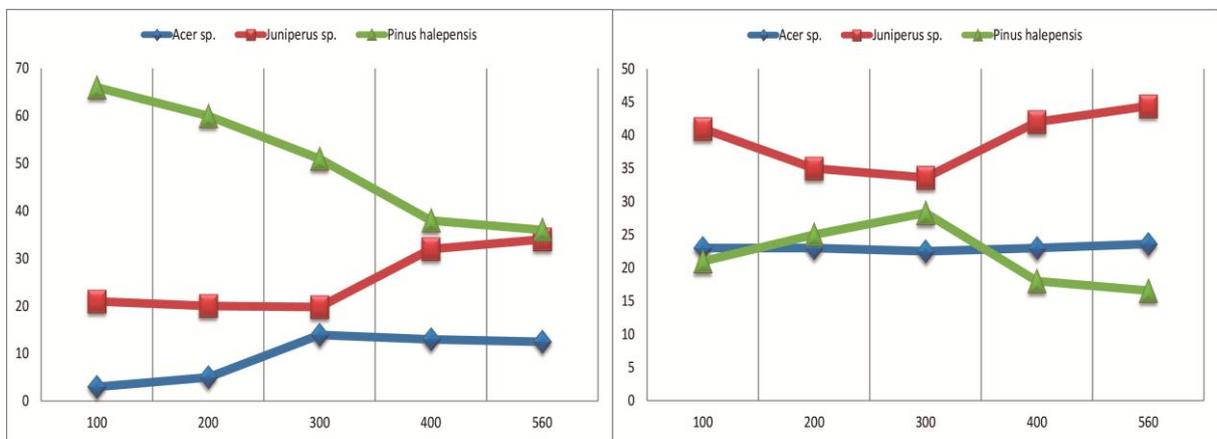


Figura 152. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes de las muestras antracológicas de Espantalobos *nivel c* (izquierda), *nivel e* (derecha).

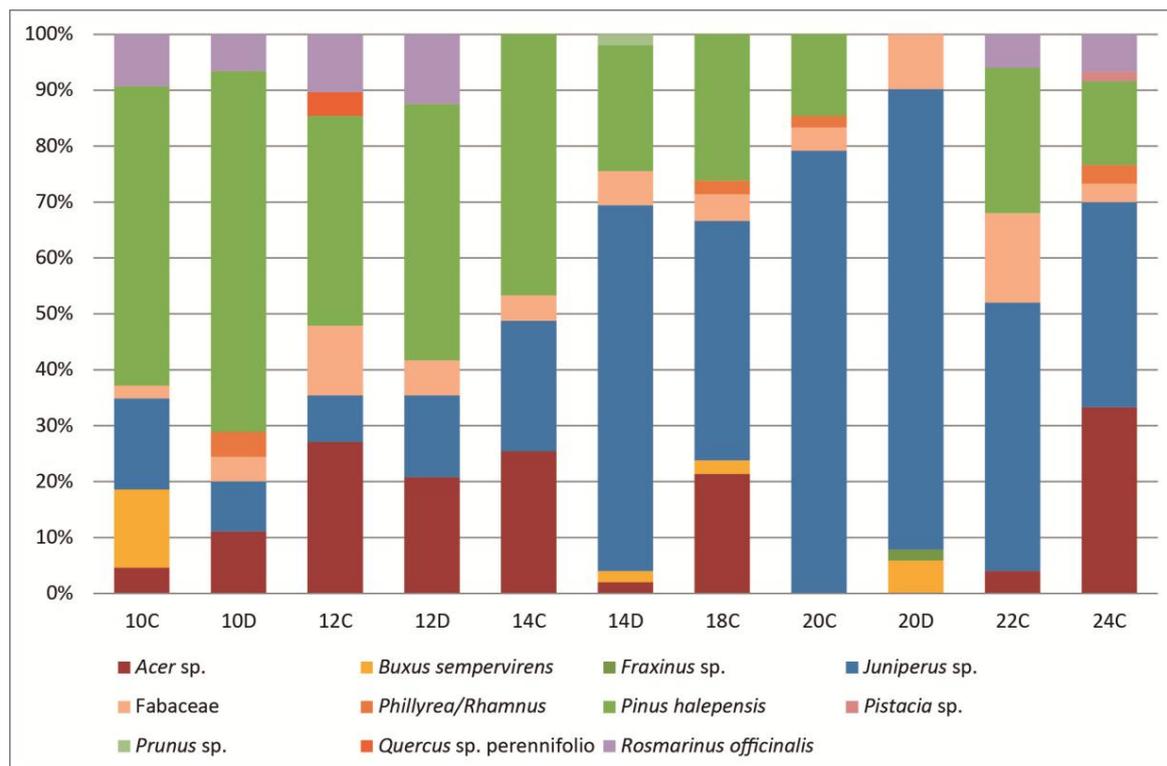


Figura 153. Frecuencias relativas de cada una de las muestras antracológicas estudiadas para el *nivel c*.

En el *nivel e*, la curva taxonómica crece rápidamente durante los primeros 89 fragmentos para luego comenzar a estabilizarse. A partir de ese momento, entre los restantes 471 fragmentos estudiados documentamos la existencia de 3 nuevos taxones que suponen menos de un 5% del total de la muestra pero el 25% de los taxones identificados en el registro (Figura 155). El registro de este nivel, está claramente dominado por un único taxón, *Juniperus sp.*, que alcanza cerca del 45% de los fragmentos estudiados y que resulta ser también el taxón más frecuente en todas y cada una de las muestras estudiadas (Figura 154) de forma que vemos que el taxón dominante se distribuye uniformemente a lo largo de la superficie del yacimiento (Figura 157). Esto posibilita la utilización de un muestreo y garantiza la obtención de valores similares en diferentes áreas del yacimiento, independientemente de donde se tome la muestra, que sean representativos del total.

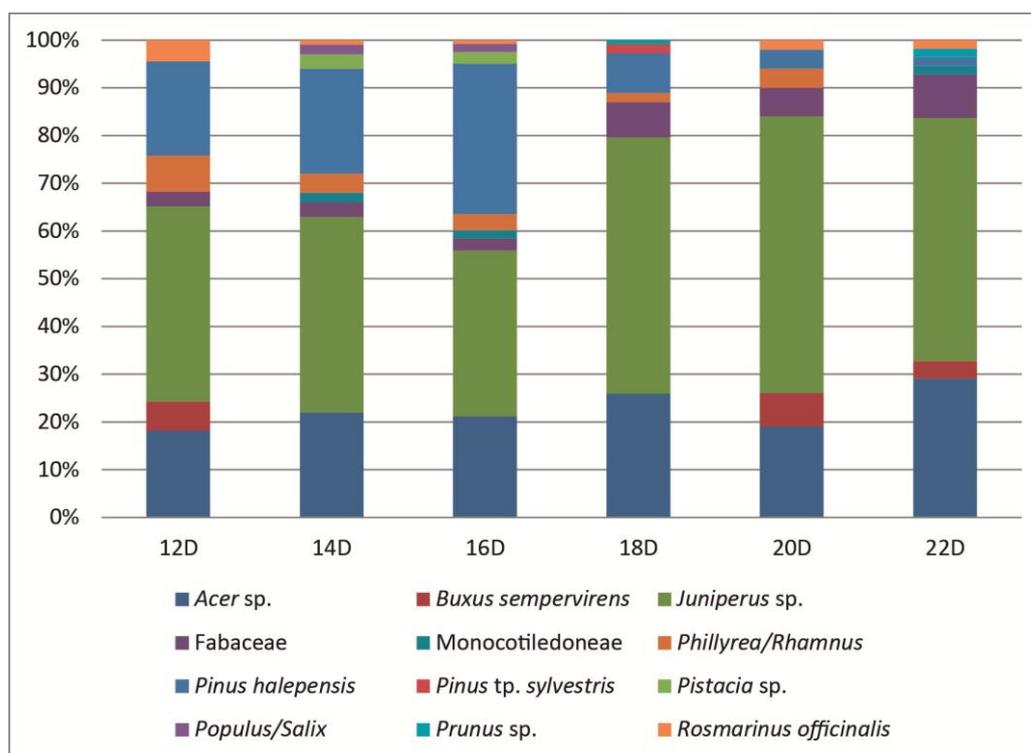


Figura 154. Frecuencias relativas de cada una de las muestras antracológicas estudiadas para el nivel e.

Atendiendo a las curvas taxonómicas elaboradas para las estructuras de combustión estudiadas, vemos que las casuísticas son variadas. En el caso del *hogar 20C*, la estabilización de la curva se produce rápidamente, de modo que todos los taxones identificados han aparecido ya entre los primeros 50 fragmentos. El caso opuesto es el *hogar 14D*, ya que como vemos la curva taxonómica no ha llegado a estabilizarse a lo largo de los 56 fragmentos estudiados. El *hogar 22D*, por su parte, tiene la particularidad de ser un conjunto prácticamente homoespecífico, por lo que los taxones que representan más del 99% del total de la muestra han aparecido ya a los 25 fragmentos analizados. Sin embargo, *Phillyrea/Rhamnus*, que representa sólo el 0,7% del total de la muestra, no ha sido reconocido hasta el fragmento número 298 del análisis (Figura 155). En cualquier caso, vemos que la variabilidad taxonómica observada en el carbón concentrado en estructuras es en todos los casos menor que la del carbón disperso en el sedimento. Además el número de taxones documentado no parece tener relación con el número de fragmentos estudiados (Figura 156).

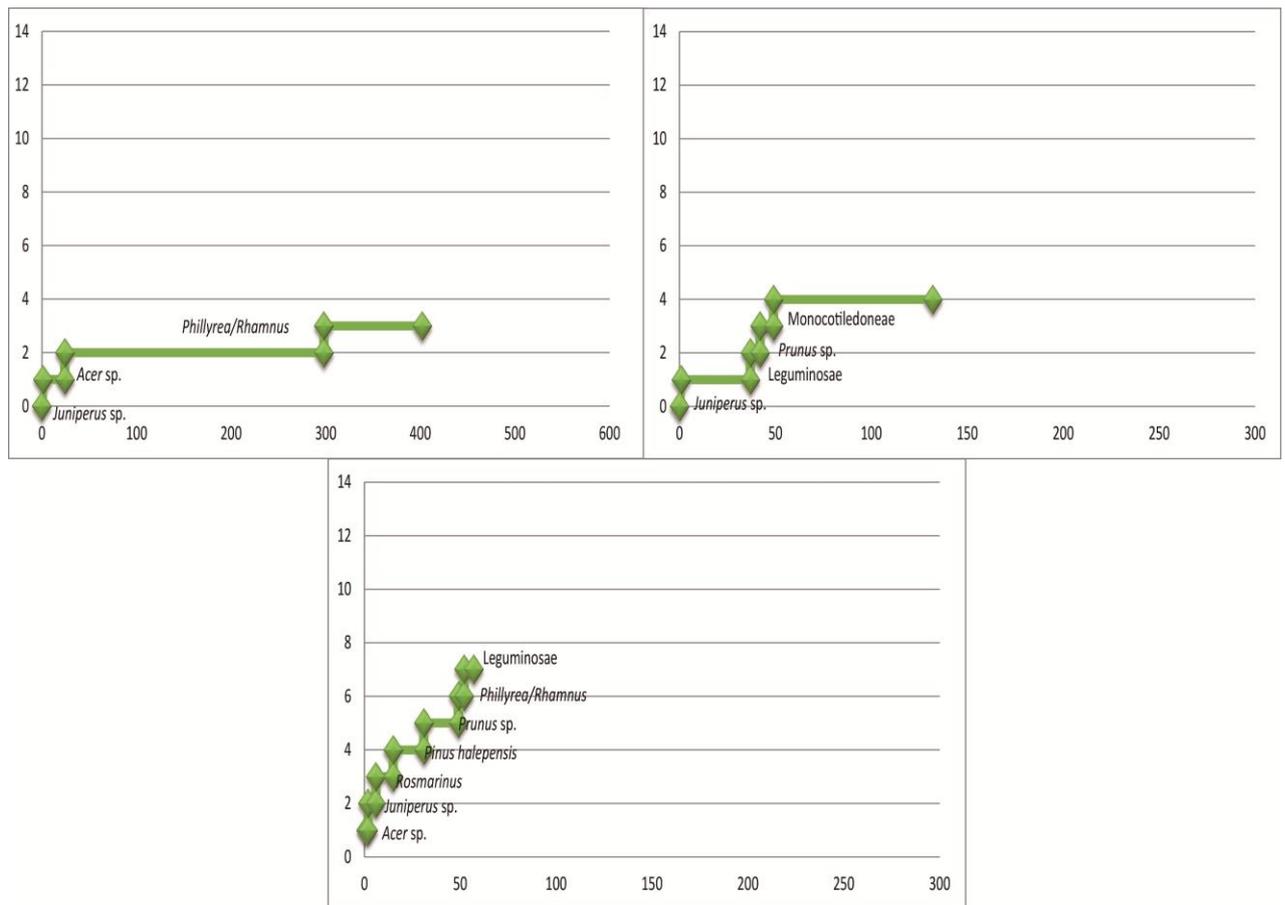


Figura 155. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Espantalobos. Carbón concentrado. Hogar 22D (izquierda), hogar 20C (derecha), hogar 14D (abajo).

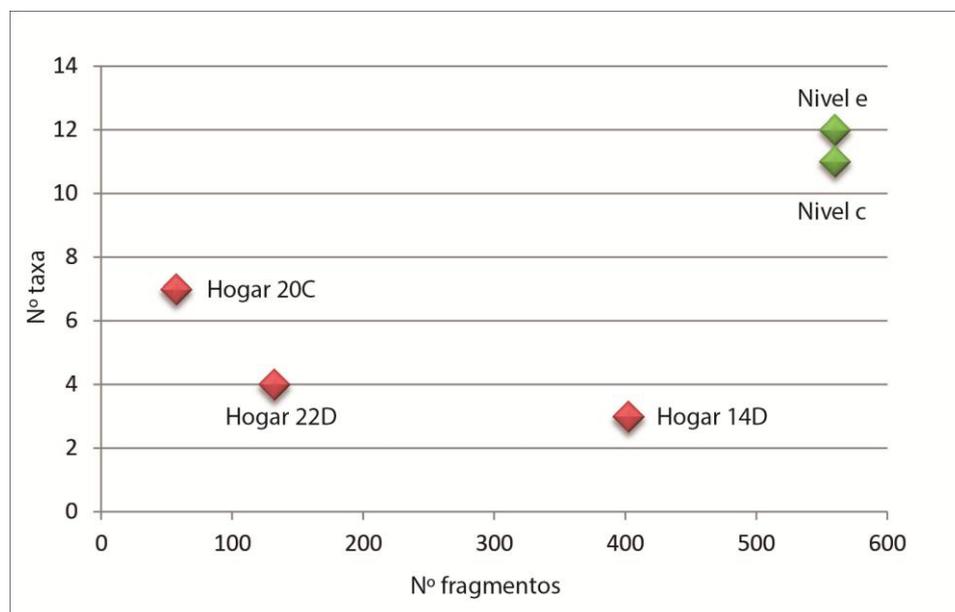


Figura 156. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. Verde: carbón disperso. Rojo: carbón concentrado.

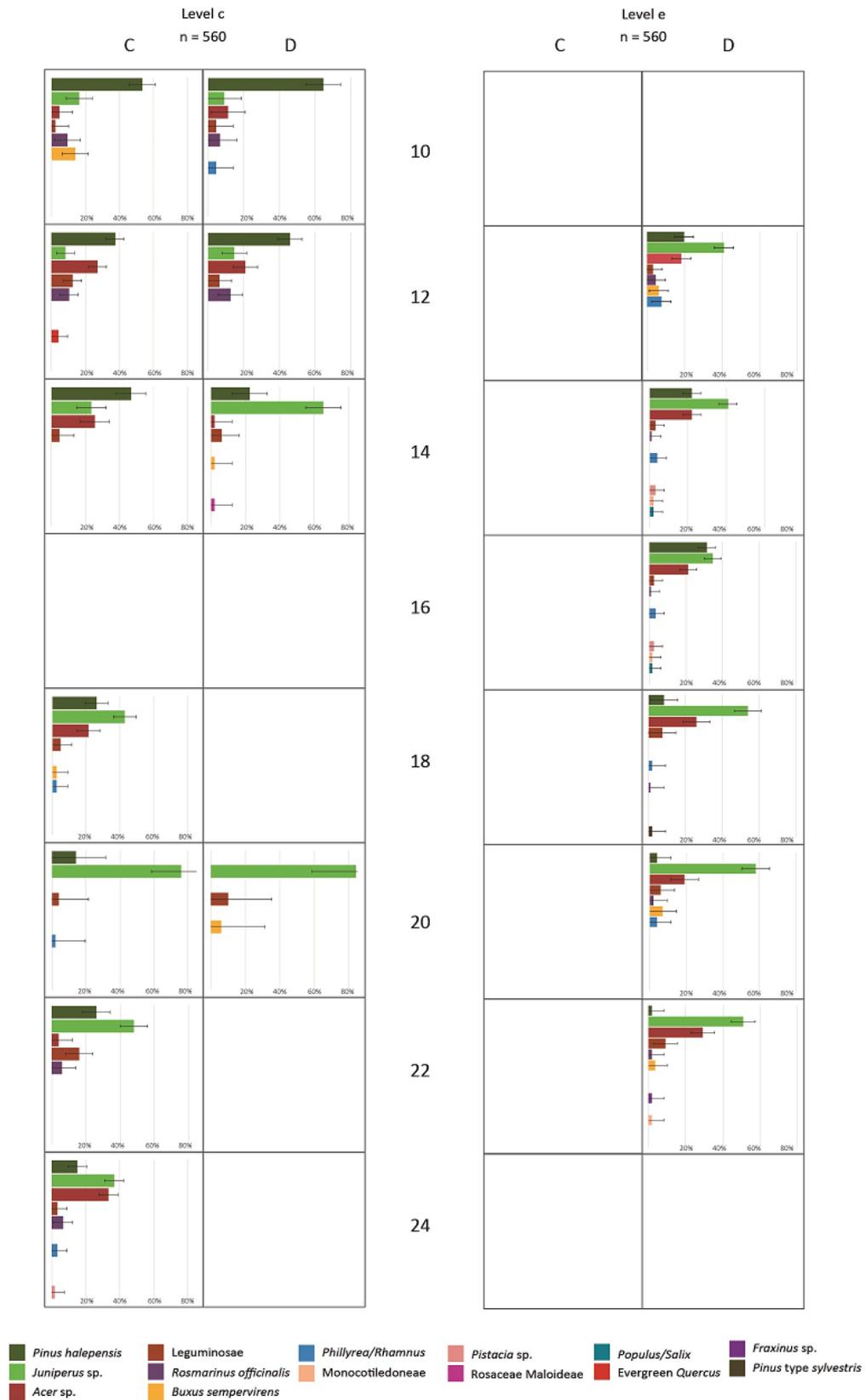


Figura 157. Representación espacial de los resultados obtenidos en el estudio antracológico de Espantalobos. Los histogramas muestran las frecuencias relativas con sus correspondientes intervalos de confianza.

6.5.6. Resultados del estudio antracológico.

En lo que respecta al carbón disperso, en el *nivel e* documentamos la presencia de 12 taxones: arce (*Acer* sp.), boj (*Buxus sempervirens*), leguminosa (Fabaceae), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), monocotiledónea (Monocotildoneae), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), lentisco/terebinto (*Pistacia* sp.), álamo/sauce (*Populus/Salix*), prunoidea (*Prunus* sp.) y romero (*Rosmarinus officinalis*). El taxón mejor representado en este conjunto con diferencia es el enebro/sabina (*Juniperus* sp.) que representa casi un 45% del total de fragmentos estudiados. Va seguido de los arces (*Acer* sp.) con un 23,6% y a continuación el pino carrasco (*Pinus halepensis*) con un 16,6%. Entre los taxones arbustivos destacan el boj (*Buxus sempervirens*) con un 3,1% y el labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*) (2,5%). Entre los matorrales el romero (*Rosmarinus officinalis*) y las leguminosas (Fabaceae) con un 2,3% y un 4,9% respectivamente.

En el *nivel c* se han determinado 11 taxones: arce (*Acer* sp.), boj (*Buxus sempervirens*), fresno (*Fraxinus* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), leguminosa (Fabaceae), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino carrasco (*Pinus halepensis*), lentisco/terebinto (*Pistacia* sp.), prunoidea (*Prunus* sp.), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) y romero (*Rosmarinus officinalis*). El espectro antracológico está claramente dominado por dos coníferas que comparten protagonismo: el enebro/sabina (*Juniperus* sp.) y el pino carrasco (*Pinus halepensis*), que suponen entre las dos más del 70% de los restos. Los taxones mesófilos están representados principalmente por los arces (*Acer* sp.) que alcanza un porcentaje nada desdeñable (12,5%). Entre los arbustos destaca el boj (*Buxus sempervirens*) (2,3%) y entre los matorrales de nuevo el romero (*Rosmarinus officinalis*) (4%) y las leguminosas (Fabaceae) (7,1%).

En lo que respecta al carbón concentrado en estructuras, en el gran *hogar 22D*, la única estructura del *nivel e* analizada, hemos documentado únicamente la presencia de 3 taxones: arce (*Acer* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), y labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*). Se trata de un conjunto casi monoespecífico en el que el taxón dominante, en este caso enebro/sabina (*Juniperus* sp.), copa más del 95% de los restos, mientras que la presencia del resto, es meramente testimonial (inferior al 5%).

En el *hogar 14D* hemos documentado la presencia de 7 taxones distintos a pesar del escaso número de fragmentos estudiados (Tabla 22): arce (*Acer* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), leguminosa (Leguminosae), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino carrasco (*Pinus halepensis*), prunoidea (*Prunus* sp.) y romero (*Rosmarinus officinalis*). El registro está dominado por enebro/sabina (*Juniperus* sp.) que alcanza el 62,8% de los fragmentos analizados. El arce (*Acer* sp.), con un 20,9% de los restos, aparece también bien documentado, seguido del romero (*Rosmarinus officinalis*) que representa un 7% del conjunto. El resto de taxones aparecen representados por un solo fragmento, por lo que tienen una presencia anecdótica en el registro recuperado en esta estructura. En el *hogar 20C* se ha documentado la presencia de 4 taxones: enebro/sabina (*Juniperus* sp.), leguminosa (Fabaceae), monocotiledónea (Monocotildoneae), prunoidea (*Prunus* sp.) y romero (*Rosmarinus officinalis*). De nuevo el enebro/sabina (*Juniperus* sp.) es el taxón dominante, suponiendo más del 90% de los fragmentos estudiados.

En resumen, documentamos un total de 14 taxones (Tabla 22). *Juniperus* sp. es el único taxón documentado en todos los contextos estudiados.

Yacimiento	Espantalobos									
	Mesolítico macrolítico				Mesolítico geométrico					
Nivel/Estructura	Nivel e		Hogar 22D		Nivel c		Hogar 14D		Hogar 20C	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Acer</i> sp.	121	23.6	8	3.0	65	12.5	9	20.9		
<i>Buxus sempervirens</i>	16	3.1			12	2.3				
Fabaceae	25	4.9			37	7.1	1	2.3	3	2.6
<i>Fraxinus</i> sp.					1	0.2				
<i>Juniperus</i> sp.	228	44.4	260	96.3	187	36.0	27	62.8	119	93.9
Monocotiledoneae	3	0.6							1	0.8
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	13	2.5	2	0.7	6	1.2	1	2.3		
<i>Pinus halepensis</i>	85	16.6			186	35.8	1	2.3		
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	2	0.4								
<i>Pistacia</i> sp.	3	0.6			1	0.2				
<i>Populus/Salix</i>	3	0.6								
<i>Prunus</i> sp.	2	0.4			1	0.2	1	2.3	3	2.6
<i>Quercus</i> sp. <i>perennifolio</i>					2	0.4				
<i>Rosmarinus officinalis</i>	12	2.3			21	4.0	3	7.0		
Total determinables	513		270		519		43		126	
Indeterminable	47		130		41		14		1	
Bráctea de piña									2	
Parénquima			2						3	
Total fragmentos	560		402		560		57		132	
Total taxa	12		3		11		7		4	

Tabla 22. Resumen de los resultados del análisis antracológico del abrigo de Espantalobos expresados en frecuencias absolutas y relativas.

6.5.7. Alteraciones registradas

En el registro antracológico de Espantalobos no se han registrado alteraciones significativas de la anatomía de la madera. A nivel tafonómico, los carbones estudiados se han caracterizado por su pequeño tamaño y su friabilidad.

6.5.8. Discusión de los resultados.

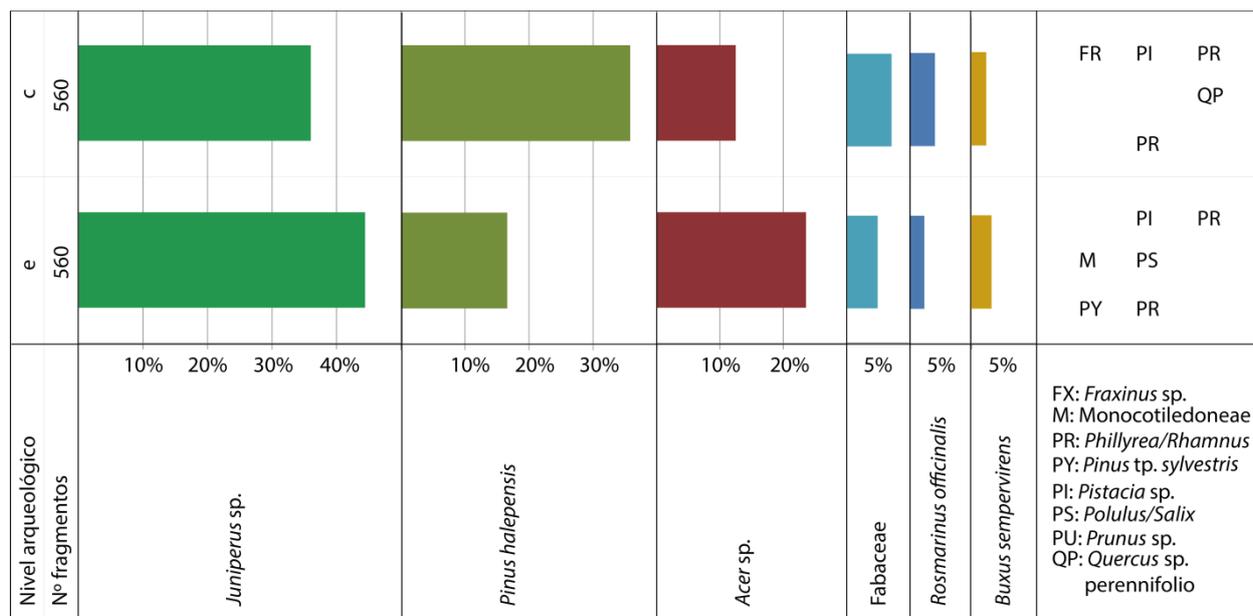


Figura 158. Diagrama antracológico de Espantalobos (Quicena, Huesca).

El registro antracológico de Espantalobos nos permite conocer las características de las formaciones vegetales en el entorno del yacimiento a lo largo del IX milenio cal BP y su explotación por parte de los habitantes mesolíticos del abrigo. El estudio que hemos realizado revela la existencia de un paisaje abierto dominado por coníferas en la depresión central del Ebro a finales del Holoceno Temprano. Podemos hablar de una continuidad en ambas fases de la ocupación ya que la mayoría de taxones documentados aparecen sedimentados en los dos niveles arqueológicos estudiados, aunque se observan algunas diferencias con respecto a las frecuencias de aparición de éstos (Figura 158). El registro está dominado por la presencia de elementos forestales de carácter heliófilo y colonizador, como el pino carrasco (*Pinus halepensis*), los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) y los arces (*Acer* sp.).

La madera de enebro/sabina (*Juniperus* sp.) es el combustible más ampliamente utilizado por los habitantes mesolíticos de Espantalobos. Se trata de un género compuesto por diferentes especies arbustivas, de carácter espinoso en el caso de los

enebros y no espinoso en el caso de las sabinas, que colonizan espacios abiertos donde las condiciones climáticas y/o edáficas dificultan el desarrollo de otras formaciones vegetales. Como hemos comentado (ver ap.) la madera de este género arrastra el hándicap de que no puede ser diferenciada a nivel específico, de forma que no podemos precisar de ninguna forma la amplitud ecológica que caracteriza a este género. Actualmente en la zona distintas crecen distintas especies de sabinas (*J. phoenicea*, *J. thurifera*) y enebros (*J. oxycedrus*), que comparten un carácter heliófilo y xerófilo. En cualquier caso, se trata del taxón más representado en ambos momentos de la ocupación y en las 3 estructuras de combustión analizadas (Figura 158) lo que nos estaría indicando una explotación recurrente de este taxón a lo largo de la ocupación mesolítica del abrigo. Esta explotación recurrente de los juníferos estará probablemente relacionada con su abundancia en el medio y su accesibilidad.

Las secuencias polínicas disponibles revelan la abundancia en el medio de este taxón durante el Holoceno Temprano. Los sabinares y enebrales, que han jugado un importante papel en la caracterización de los paisajes abiertos que derivan de la reconquista forestal postglaciar, perduran en determinadas áreas del interior peninsular en la región mediterránea hasta bien entrado el Holoceno (Allen, 2003; Carrión et al., 2010; Pérez Sanz et al., 2013; Aranbarri et al., 2014). En un contexto árido y extremadamente continental como el sector central de la depresión del Ebro resultan altamente competitivos (Aranbarri, 2016). Como vemos, su presencia en el entorno del asentamiento sería importante durante el IX milenio cal BP.

Por otro lado, el tipo de asentamiento, con ocupaciones de carácter esporádico aunque recurrente, condiciona las estrategias de gestión del combustible. Se ha planteado que las especies arbustivas, como la sabina o el enebro, serían más accesibles y fáciles de recolectar (Henry, 2011). La recolección de madera de pequeños calibres para encender y alimentar los fuegos parece una estrategia más apta para este tipo de ocupaciones que el abatimiento de grandes árboles. Este género produce una madera densa muy apreciada en la zona como combustible doméstico en la actualidad (Villar y Ferrández, 2000); además produce una madera aromática y algunas especies del género han sido abundantemente utilizadas en el ahumado de alimentos (Rivera y Obón, 1991). Otras cualidades, como su resistencia a la putrefacción (Costa et al., 1997) podrían haber sido apreciadas en medios inundables, como podría ser el caso de espantalobos, tal como

sugieren su ubicación en un barranco las características de formación del *nivel e* (Domingo y Montes, 2016).

La madera de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y de arce (*Acer* sp.) sería también frecuentemente explotada como leña tal como revela su presencia en el registro antracológico (Figura 158). En cambio, apenas documentamos su presencia en el interior de las estructuras de combustión analizadas (Figura 159).

El pino carrasco (*Pinus halepensis*), que representa un modesto porcentaje (16%) durante la ocupación más antigua (*nivel e*), alcanza porcentajes similares a los juníferos durante la ocupación más reciente (*nivel c*), con el 36% de los fragmentos estudiados. Como hemos comentado anteriormente, se trata de un pino termófilo y xerófilo que en la actualidad se encuentra ampliamente distribuido en el valle medio del Ebro. Los estudios antracológicos están revelando recientemente que su presencia en este territorio es importante con anterioridad a la intervención antrópica en el medio que comienza en el Neolítico (Badal, 2004; 2013; Alcolea, 2017; e.p.; Alcolea et al., e.p.) en contra de los presupuestos asumidos hasta ese momento por la fitosociología (Braun y Bòlos, 1987). La presencia del pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*), de carácter frío y montano, aunque también xerófilo, que como estamos viendo en este trabajo caracteriza los registros antracológicos en zonas de media montaña durante este período, se documenta únicamente en Espantalobos con la presencia de dos fragmentos en el nivel más antiguo.

La madera de arce (*Acer* sp.), por su parte, alcanza porcentajes cercanos al 25% durante la ocupación más antigua (*nivel e*), reduciéndose prácticamente a la mitad durante la ocupación más reciente (*nivel e*) (Figura 158). Durante el Holoceno Temprano en la región, el componente caducifolio de la vegetación, mucho más dependientes del mantenimiento de un alto grado de humedad que las coníferas, se asocia a corrientes activas de agua (Aranbarri, 2016; González-Sampériz et al., 2017). En el registro antracológico de Espantalobos la abundante presencia de taxones caducifolios de carácter submediterráneo (*Acer* sp., *Buxus sempervirens*, *Prunus* sp.) acompañados de elementos riparios (*Fraxinus* sp., *Populus/Salix*) sugiere la existencia de áreas con una cierta humedad en el entorno inmediato del yacimiento. La situación de Espantalobos en un barranco, la proximidad al río Flumen y la presunta presencia de una fuente de agua actualmente activa relacionada con el nivel freático de Saso de Montearagón favorecerían la abundancia estos elementos higrófilos en la vecindad del yacimiento y su explotación por parte de los habitantes mesolíticos del abrigo (Alcolea et al., e.p.).

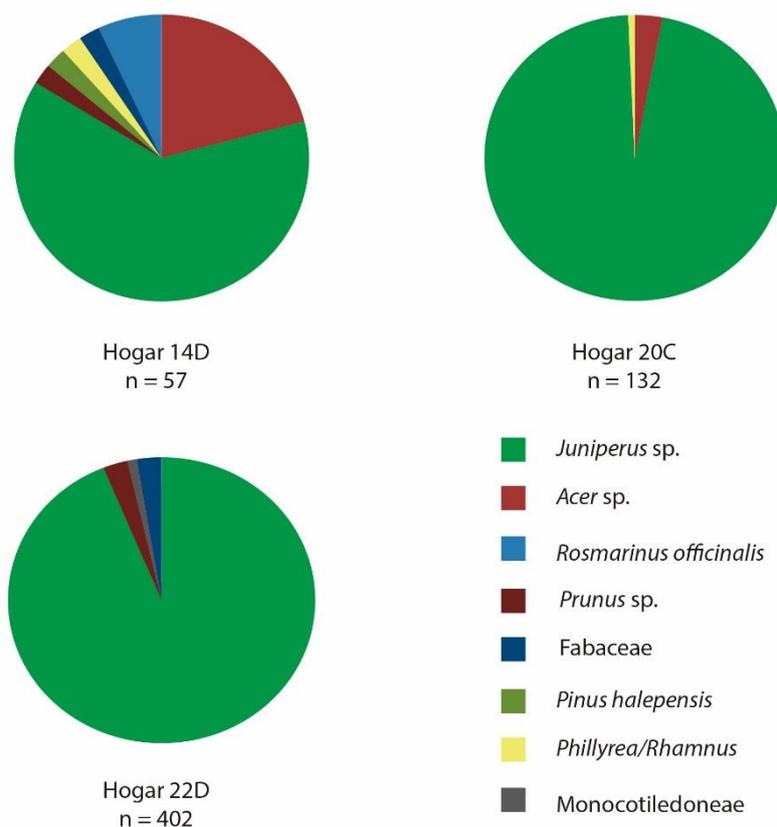
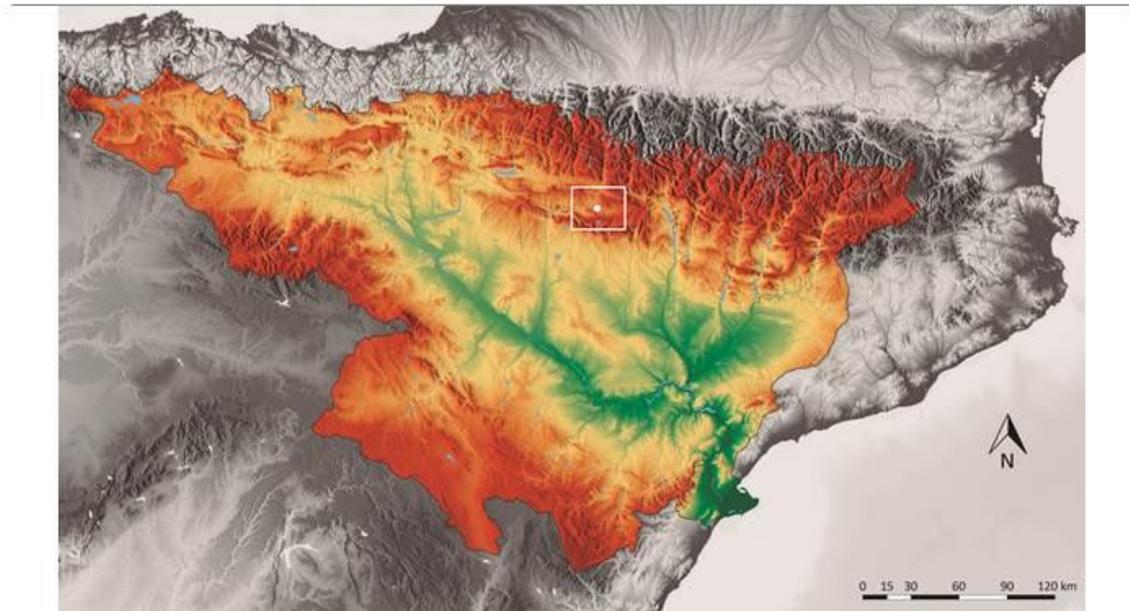


Figura 159. Representación gráfica de las frecuencias relativas de los taxones identificados en las estructuras de combustión estudiadas en Espantalobos. Los porcentajes de la estructura 14D (n = 57) se incluyen con el objetivo de homogeneizar los datos.

Por último, destaca el consumo de taxones principalmente arbustivos de carácter mediterráneo (*Buxus sempervirens*, *Juniperus sp.*, *Pistacia sp.*, *Phillyrea/Rhamnus*, *Rosmarinus officinalis*, Fabaceae) en ambos momentos de la ocupación. Estos elementos mediterráneos se caracterizan por su resistencia a la aridez que constituye el principal factor ecológico limitante para la vegetación a nivel regional durante el Holoceno Temprano (González-Sampériz et al., 2008; Aranbarri, 2016). Estos elementos mediterráneos, que acompañan al pino carrasco (*Pinus halepensis*), ganan importancia en el registro antracológico del nivel c (8242±54 cal BP). Este aumento del peso específico de los taxones xerófilos en detrimento de los caducifolios (Figura 158) podría relacionarse con el impacto del conocido evento 8.2 cal BP, que parece tener una influencia desigual en los recursos disponibles y por lo tanto patrones de asentamiento humano en el valle del Ebro (González-Sampériz et al., 2006; 2009; López de Pablo and Jochim, 2010; Pérez Sanz et al., 2013; Montes et al., 2015a; García-Martínez de Lagrán

et al., 2016). En este momento, la encina/coscoja (*Quercus* sp. *perennifolia*), el elemento mesomediterráneo que constituye el principal elemento de las formaciones vegetales actuales del valle del Ebro en este piso bioclimático (Braun y Bolòs, 1987), hace su aparición en el registro antracológico de Espantalobos (8242±54 cal BP) escasamente representada por menos del 1% de los fragmentos estudiados. Como hemos avanzado, los dos niveles arqueológicos presentan una composición similar de forma que las especies documentadas en ambos registros son las mismas, salvo contadas excepciones, en ambos depósitos, aunque sí varían los porcentajes en los que aparecen representadas. Esto se puede deber a un cambio paulatino en la cubierta vegetal del entorno del yacimiento aunque también puede estar influenciada por otros factores, como las estrategias de aprovisionamiento del combustible ligadas a la ocupación de carácter estacional del abrigo o a factores tafonómicos relacionados con la propia formación y conservación del registro antracológico.

6.6. EL ABRIGO DE EL ESPLUGÓN (SABIÑANIGO, HUESCA).



MDT05/MDT05-LIDAR.

Paso de malla de 5 m.

IGN MTN 50.

De la hoja 210: «Yebra de Basa»

Cota máxima de la hoja: 1669.11 mts.

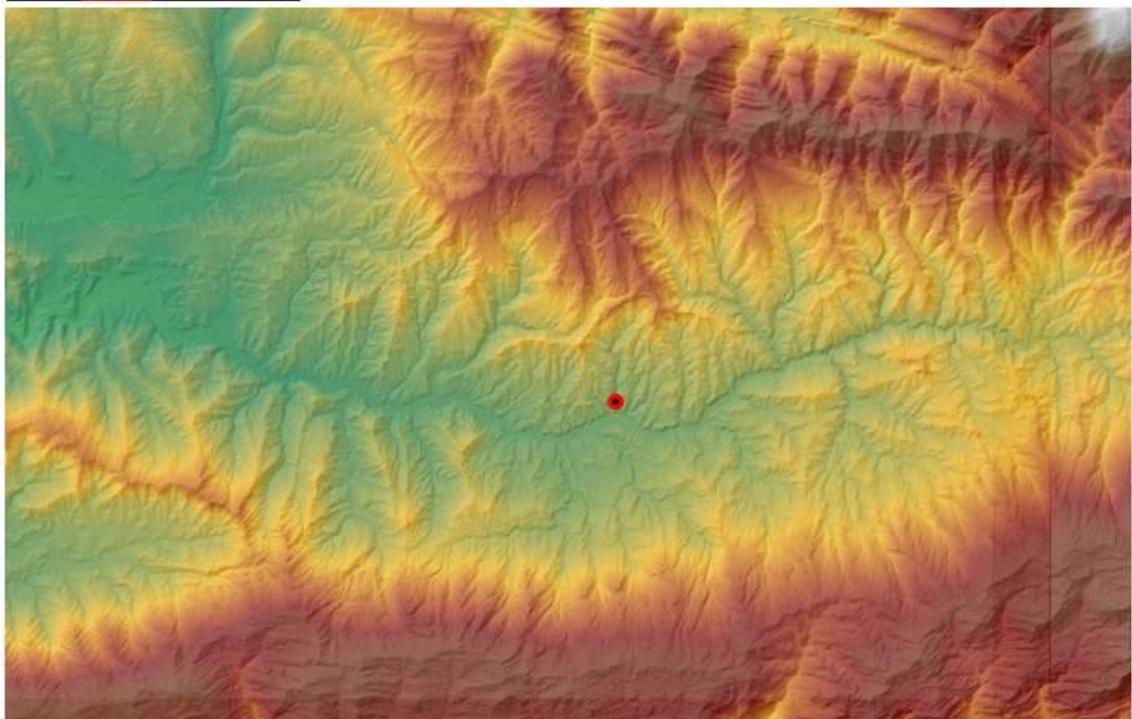
Cota mínima de la hoja: 620.30 mts.

El Esplugón 30T 722740.85 E

4697297.05 N

Alt. 803 mts.

0 3100 6200 metros



6.6.1. Localización y contexto biogeográfico.

El gran abrigo de El Esplugón, también conocido como la Esplunga, se sitúa en la parte central del valle del Guarga, afluente de la margen izquierda del río Gállego, en el paraje de Billobas, término municipal de Sabiñánigo (Huesca). Se encuentra muy próximo al cauce del río que vertebra el valle de la Guarguera, un corredor natural transversal de comunicación de este a oeste ubicado entre las sierras interiores y exteriores oscenses. Conecta la Depresión Intrapirenaica con el Sobrarbe prolongándose hacia el oeste en la Val Ancha y la Val Estrecha de Sabiñánigo y, más allá, en la canal de Berdún y en su paralela la val de Onsella, todas ellas rutas naturales de comunicación del Prepirineo oscense hacia el territorio navarro.

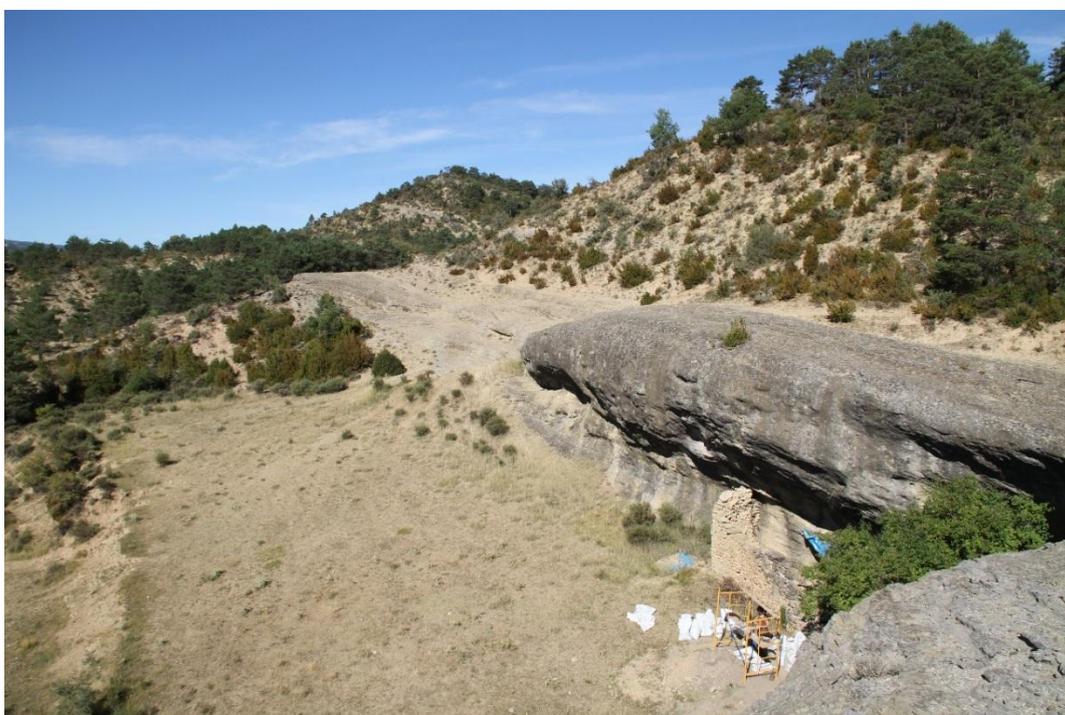


Figura 160. Visera del abrigo, instalación del puesto de criba y procesamiento del sedimento y entorno actual del yacimiento de El Esplugón. Fotografía C. Mazo.

Todo el valle presenta una litología blanda, característica de la Formación Campodarbe (Puigdefábregas, 1975), proclive a una erosión rápida por la acción hídrica en continuo cambio y a la formación de abrigos, como el farallón rocoso de areniscas y conglomerados de origen fluvial en el que se abre el abrigo de El Esplugón. En el interior existen restos de una antigua construcción para el ganado, hoy abandonada, que ha protegido los niveles de la erosión pero que, con el pisoteo del ganado y la limpieza de los excrementos, ha alterado los niveles superficiales. Se trata de un abrigo amplio,

orientado al S-SE y protegido del viento. La riqueza de sus niveles, la extensión del yacimiento, las características de habitabilidad del abrigo y su posición geoestratégica hablan de un buen lugar para un hábitat casi permanente.

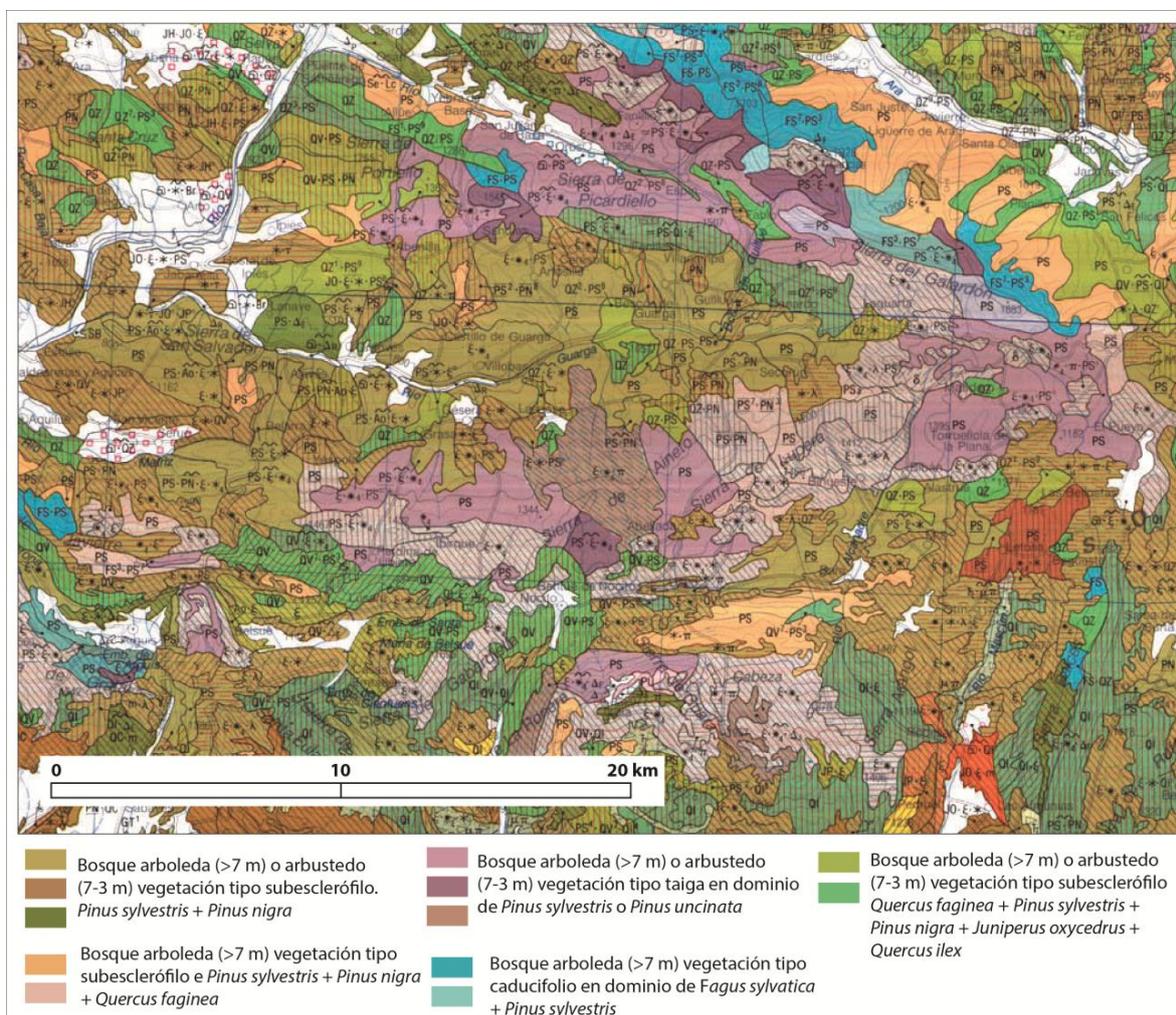


Figura 161. Vegetación actual del entorno de El Esplugón según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-3 Huesca.

6.6.2. La intervención arqueológica.

El yacimiento fue descubierto en 2008 por A. Berdejo y A. Obón, pertenecientes al grupo de investigación *De la Roca al Metal*, durante los trabajos de prospección llevados a cabo dentro del proyecto “Prospecciones en la Guarguera y Valles de Nozito y Bara” DGA180/2008 (Berdejo y Obón, 2013; Obón y Berdejo, 2016). En el año 2011 P. Utrilla (Universidad de Zaragoza), se incorporó al equipo directivo de las excavaciones arqueológicas. Hasta la fecha se han llevado a cabo 5 campañas de

excavación en el yacimiento, algunas de ellas muy breves, desarrolladas ininterrumpidamente entre 2009 y 2013.

Las unidades espaciales básicas de referencia utilizadas han sido cuadros de un metro de lado que se numeraron a partir de un punto cero que es referencia también de todas las profundidades. Las unidades básicas de excavación fueron sectores con lados de 33 cm numerados de 1 a 9 que se excavaron en tallas y semitallas de 10 y 5 cm de espesor en aquellos niveles arqueológicamente fértiles. Los trabajos de excavación hasta la fecha han supuesto la realización de un gran sondeo en forma de trinchera que ocupa 8 m² de superficie. Sólo en cinco de los cuadros (3A, 1A, 1W, 2A y 4A) se han alcanzado niveles estériles, aunque no la base del abrigo, mientras que en el resto tan sólo se han excavado algunos de los niveles superiores.

6.6.3. Estratigrafía, cronología y materiales.

Todo el depósito sedimentario presenta grandes similitudes en cuanto a su composición granulométrica, algo frecuente en las secuencias holocénicas. A pesar de esta homogeneidad, se han podido diferenciar hasta la fecha 7 niveles arqueológicos, que se agrupan en cuatro momentos culturales con una completa secuencia que va desde el Calcolítico hasta un posible Aziliense, Sauveterroide, Epipaleolítico microlaminar o Magdaleniense. En la actualidad no se ha alcanzado la base del paquete sedimentario por lo que no se descarta la aparición de nuevos niveles paleolíticos al profundizar en la excavación. A continuación describimos la estratigrafía del yacimiento (Utrilla et al., 2012; 2016):

- *Nivel 1.* Se compone de arenas y limos con algunas gravas procedentes del conglomerado, todo ello muy revuelto con el nivel superficial. Está formado por la erosión de la estratigrafía originaria, la descomposición del excremento del ganado, el aporte de sedimento del agua que escurre por la visera y la descomposición de la arenisca del farallón. Se trata de un depósito calcolítico con cerámicas a mano bruñidas y de aplicaciones plásticas además de dos puntas de flecha foliáceas, una foliforme y otra cruciforme, más una lámina con pátina de cereal. Contiene además algunas cerámicas vidriadas posteriores y microlitos geométricos procedentes de niveles inferiores. Junto con el nivel superficial corresponderían a la fase Esplugón I.

- *Nivel 2*. Inaugura la fase Esplugón II que se corresponde con el depósito neolítico. Se compone de arcillas y arenas de color marrón claro con algunos cantos, de textura compacta, alcanzando a veces 30 cm. Aparece compactado debido al aporte de carbonatos procedentes del agua y por una alta proporción de arcilla. La industria lítica que entrega está compuesta por microlitos geométricos entre los que predominan los triángulos en doble bisel, algún posible taladro de larga punta central, laminitas de dorso, raspadores y láminas con pátina de cereal (Domingo, 2014). En lo que respecta a la industria sobre hueso trabajado aparecen varios punzones o puntas finas. Se han recuperado también fragmentos de cerámica manufacturada procedentes de al menos 5 vasos con decoración incisa e impresa. Disponemos de una única datación por radiocarbono que lo fecha en el 6811 ± 44 cal BP. Esta ocupación se adscribe culturalmente a un Neolítico antiguo evolucionado.

- *Nivel 3 superior*. Con una textura poco compacta y un elevado contenido en carbones y ocre, forma también parte de la fase Esplugón II. La industria lítica se compone de nuevo de microlitos geométricos con dominio de los triángulos de doble bisel, algún taladro de larga punta y láminas con pátina de cereal. Entrega un fragmento de pieza muy plana sobre hueso trabajado que podría formar parte de una espátula. Entregó también abundantes fragmentos de cerámica pertenecientes al menos a 6 vasos decorados con cordones impresos, decoración incisa y cardial. Aparecen también algunos cantos pintados o con restos de ocre. Por la cultura material entregada, este nivel contiene una ocupación humana adscribible al Neolítico Antiguo cardial. La única datación disponible, 7605 ± 29 cal BP, lo situaría en un momento de transición entre este momento y el Mesolítico geométrico aunque según la opinión de estos investigadores, la muestra de hueso datada en 7041 ± 86 cal BP, procedente de una cubeta abierta en los niveles neolíticos que no se identificó como tal en el transcurso de la excavación, procedería de este nivel de acuerdo con los materiales arqueológicos entregados.

- *Nivel 3 inferior*. Inaugura la fase Esplugón III que se corresponde con el depósito mesolítico geométrico. Con una génesis similar a la de los *niveles 2 y 3 superior*, formados por el aporte lateral de sedimento y el desmantelamiento de la pared del abrigo, está formado por arenas y limos de color marrón claro y su espesor oscila entre 25 y 30 cm. Ha entregado muy abundantes microlitos geométricos que caracterizan casi en exclusiva la industria lítica recuperada. Predominan los triángulos aunque también son abundantes los trapecios alargados y de lado cóncavo, todos ellos con retoque

abrupto. Aparecen también truncaduras y láminas con retoque simple posiblemente relacionadas con la cadena operativa del microburil. Entre la industria ósea destaca una diáfisis recortada por los dos extremos que pudo servir como un mango de hueso o como elemento colgante a modo de cuenta. Disponemos de nuevo de una única datación radiocarbónica que lo fecha en el 7784 ± 59 cal BP. Los investigadores lo sitúan en la fase B del Mesolítico geométrico.

- *Nivel 4*. Completa la fase Esplugón III. Su espesor varía entre 12 y 20 cm y está formado por arenas y limos de color marrón oscuro y aparece cubierto por una alta proporción de clastos o plaquetas caídas del techo en dos momentos, a consecuencia quizá de fenómenos de gelifracción propios de una fase fría. El color oscuro se debe probablemente al importante contenido en carbones de este nivel. Su contenido arqueológico es más pobre que el del *nivel 3 superior*, al que subyace, aunque bastante similar. Se documenta en cambio una mayor presencia de trapecios en detrimento de los triángulos, destaca además en este caso la presencia de microburiles. Aparecen también truncaduras, *écaillées*, láminas con escotaduras y denticulados. La única datación disponible lo fecha en el 8424 ± 26 cal BP. Los investigadores lo sitúan en la fase B del Mesolítico geométrico.

- *Nivel 5*. Este nivel, de color negro, tierra arenosa, muy suelta, sin clastos y de tacto untoso, junto con el nivel subyacente (*nivel 6*), compone la fase denominada Esplugón IV que se corresponde con un depósito mesolítico genérico. Estos niveles, que por el momento sólo ha sido sondeado en dos cuadros (1A y 1W), se halla pendiente de clasificar culturalmente. En este caso, la industria lítica entregada, compuesta por algunas piezas denticuladas y *ecaillés*, y las dos dataciones disponibles que lo sitúan entre el 8889 ± 93 y el 8667 ± 56 cal BP, permite a los investigadores aventurar una adscripción a una fase mesolítica de tipo macrolítico, aunque la presencia de microlitos geométricos en forma de triángulo de tipo pigmeo con retoque abrupto podría llevarlo a una fase anterior.

- *Nivel 6*. De aspecto muy similar al anterior, del que sólo se distingue por la mayor o menor intensidad del color negro de su sedimento. Aparecen laminitas truncadas, raspadores, una punta de dorso, núcleos, denticulados espesos, alguna lámina con escotaduras a ambos lados, 1 buril y varios fragmentos de asta. Disponemos de dos dataciones radiocarbónicas. Una de ellas, sobre hueso, data la ocupación en el 9400 ± 60 cal BP, una datación que se antoja un tanto reciente para el desarrollo de estos

complejos industriales en el valle del Ebro. La otra, realizada sobre un carbón de *Pinus tp. sylvestris*, un taxón que como veremos a continuación domina toda la secuencia, fecha el nivel en el 8499±48 cal BP, por lo que se considera que se ha visto afectada por alteraciones postdeposicionales lo que invalidaría esta fecha (Utrilla et al., 2016).

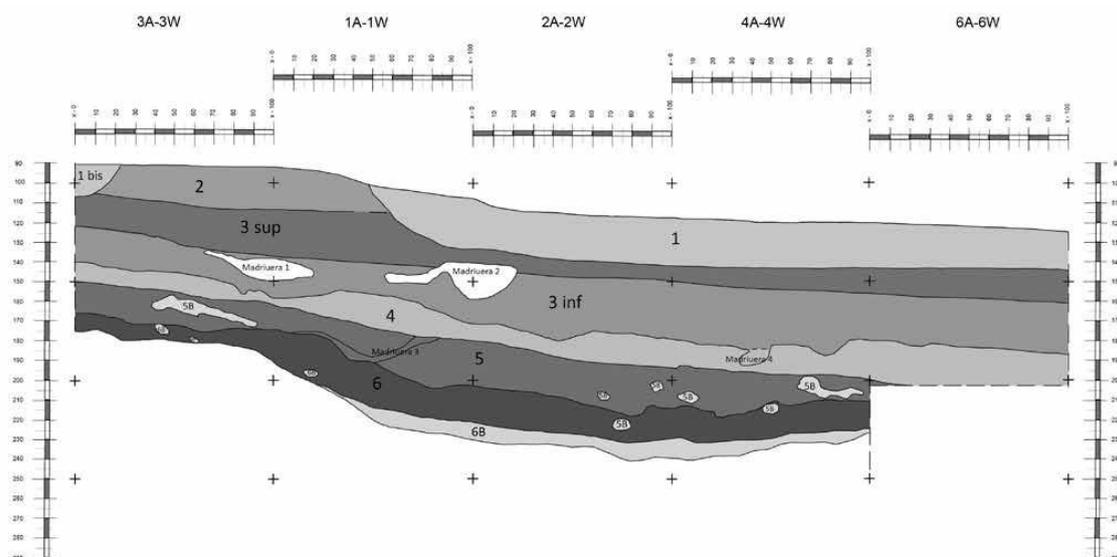
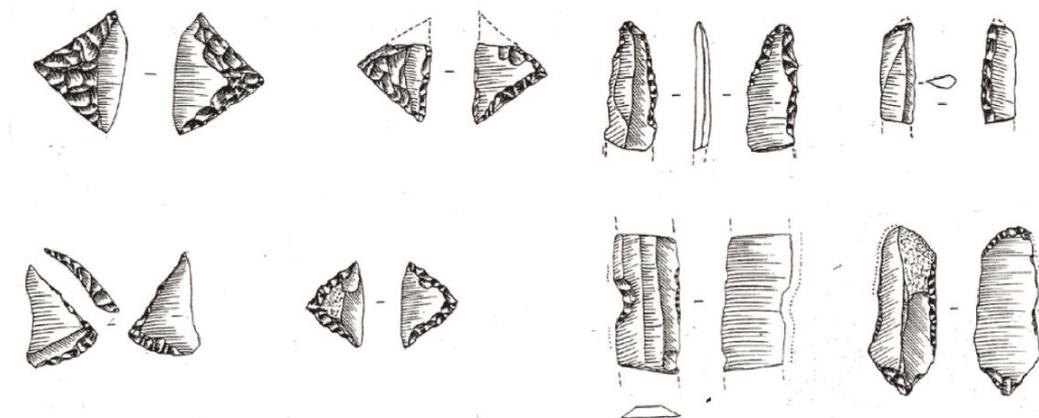


Figura 162. Corte estratigráfico de El Esplugón a partir de Utrilla et al., 2012. Bandas A/W.

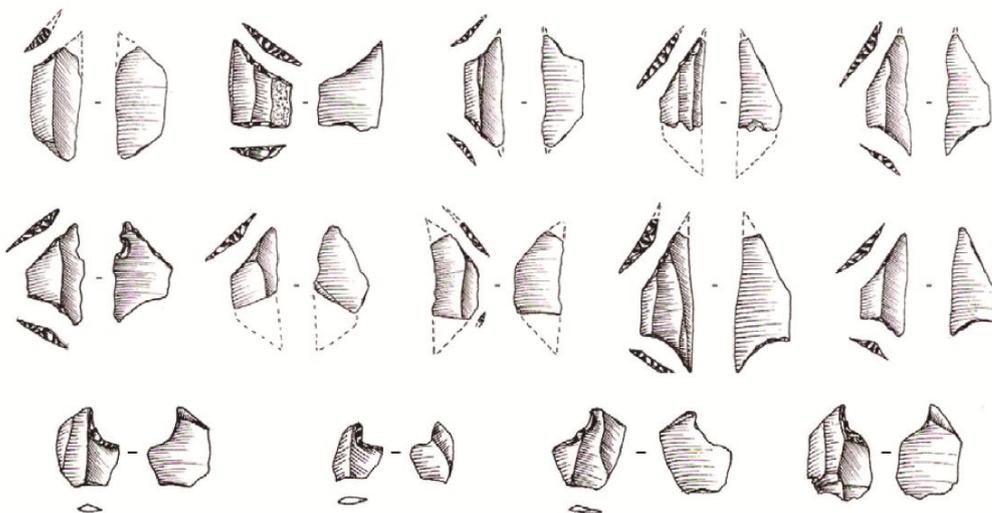
Yacimiento	Nivel	EC	Data	σ	Ref. laborat.	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
El Esplugón	6	MAG/EM?	8380	40	Beta-306722	9520-9280	H	AMS	Utrilla et al., 2012
<i>El Esplugón</i>	6	MAG/EM?	7715	45	<i>GrA-59634</i>	<i>8600-8400</i>	<i>C(Ps)</i>	AMS	<i>Utrilla et al., 2016</i>
<i>El Esplugón</i>	6	MAG/EM?	6166	23	<i>MAMS 30169</i>	<i>7190-6950</i>	<i>H</i>	AMS	<i>Inédita</i>
El Esplugón	5	SAU/MMD?	8015	45	GrA-59633	9060-8700	C(Ps)	AMS	Utrilla et al., 2016
El Esplugón	5	SAU/MMD?	7860	40	Beta-306725	8780-8540	H	AMS	Utrilla et al., 2012
El Esplugón	4	MG	7620	40	GrA-59632	8480-8360	C(Ps)	AMS	Utrilla et al., 2016
El Esplugón	4	MG	7355	23	MAMS 30167	8260-8060	H	AMS	Inédita
<i>El Esplugón</i>	<i>Cubeta</i>	<i>MG</i>	<i>6120</i>	<i>40</i>	<i>Beta 283899</i>	<i>7210-6850</i>	<i>H</i>	AMS	<i>Utrilla et al., 2016</i>
El Esplugón	3inf	MG	6950	50	Beta-306723	7900-7660	H	AMS	Utrilla et al., 2012
<i>El Esplugón</i>	2	NA	<i>6781</i>	<i>23</i>	<i>MAMS 30166</i>	<i>7690-7570</i>	<i>H</i>	AMS	<i>Inédita</i>
El Esplugón	3sup/3	MG/N	6730	40	Beta-313517	7670-7510	H	AMS	Utrilla et al., 2012
El Esplugón	3sup	NA	6282	22	MAMS 30168	7270-7150	H	AMS	Inédita
El Esplugón	2	NA	5970	30	Beta-338509	6910-6710	H	AMS	Utrilla et al., 2016

Tabla 23. Dataciones radiocarbónicas a partir de Utrilla et al., 2012; 2016 y dataciones inéditas. En cursiva dataciones que presentan algún problema en cuanto a su adscripción. H: Hueso, C(Ps): Carbón de *Pinus tp. sylvestris*. MAG: Magdaleniense, SAU: Sauveterroide, EM: Epipaleolítico microlaminar, MMD: Mesolítico macrolítico MG: Mesolítico geométrico, NA: Neolítico antiguo NAE: Neolítico antiguo avanzado. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013). Las fechas inéditas, recibidas recientemente, se incluyen en la tabla pero no se comentan en el texto.

Niveles 2 y 3 superior



Niveles 3 inferior y 4



Niveles 5 y 6

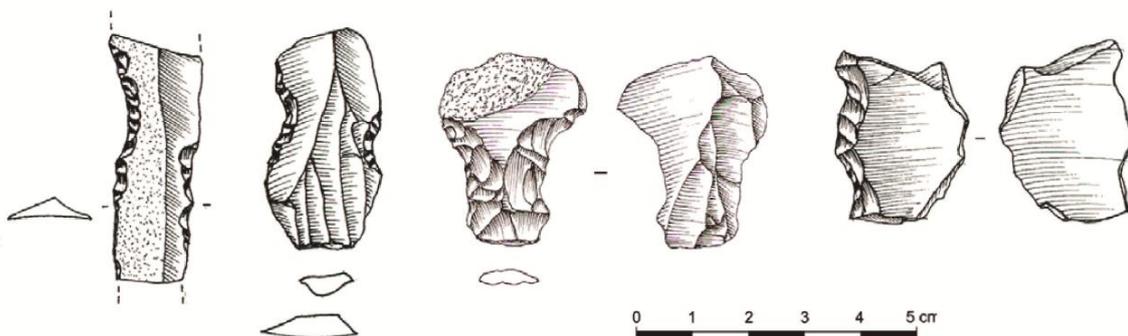


Figura 163. Material lítico más representativo de las distintas fases culturales de El Esplugón. *Niveles 2 y 3 superior*: microlíticos geométricos en forma de triángulos de doble bisel, taladros y hojas de hoz con pátina de cereal. *Niveles 3 inferior y 4*: microlíticos geométricos en forma de trapecios con retoque abrupto y microburiles. *Niveles 5 y 6*: láminas retocadas, *écaillée* y denticulado a partir de Utrilla et al., 2012 y 2016.

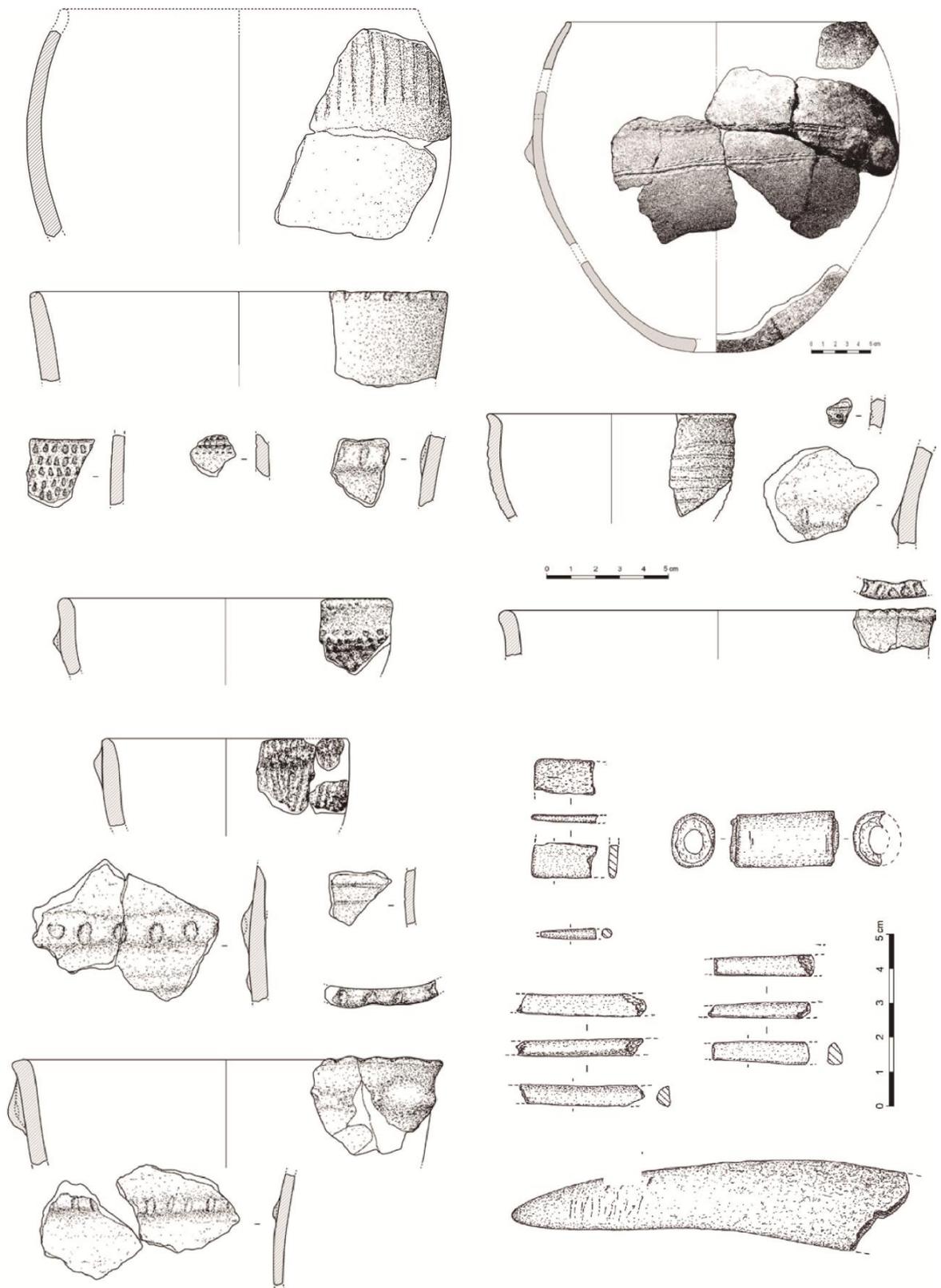


Figura 164. Material cerámico más representativo y hueso trabajado de El Esplugón a partir de Utrilla et al., 2016.

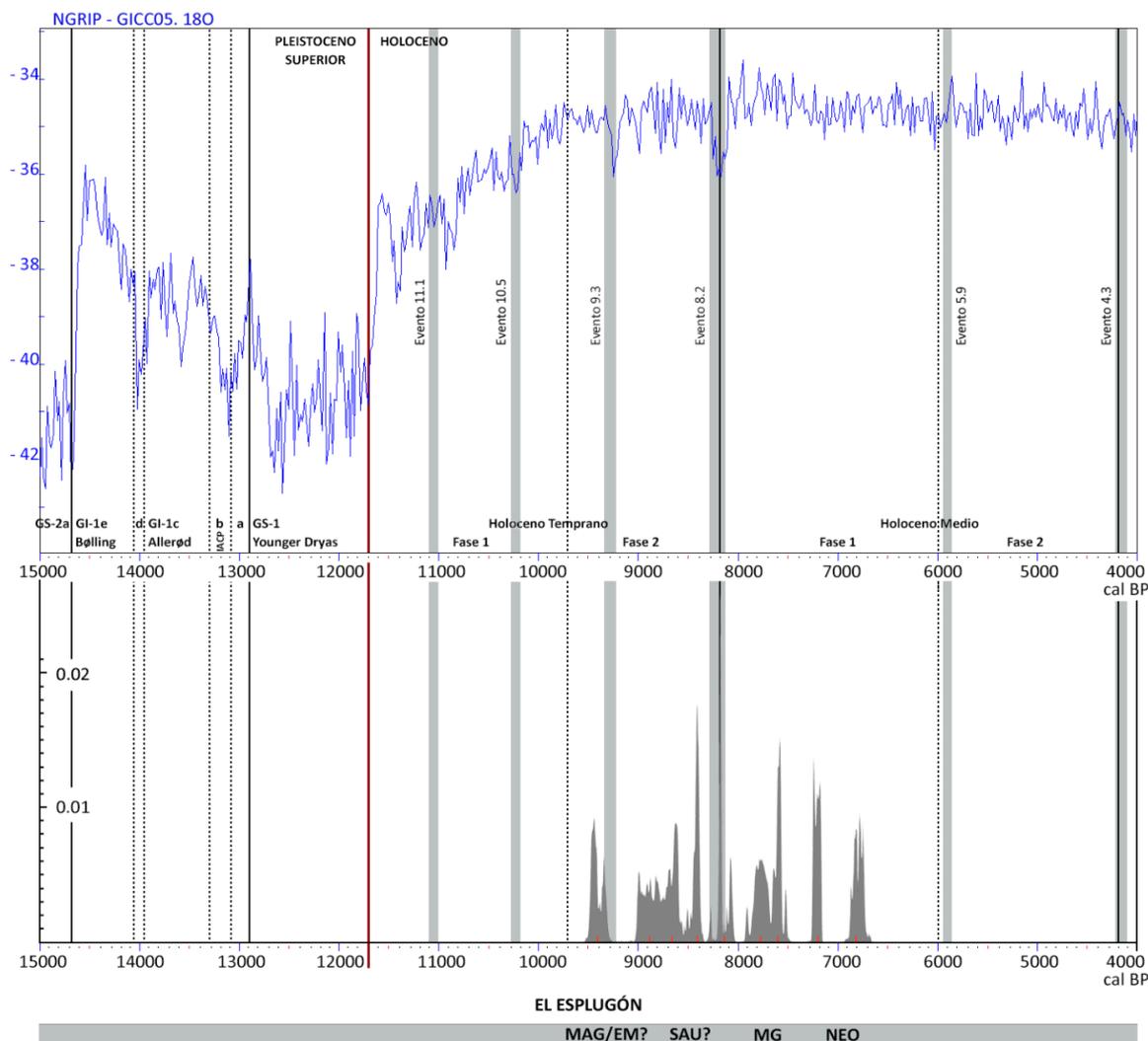


Figura 165. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de la cueva de Chaves realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997).

6.6.4. Otros estudios bioarqueológicos.

Estudio arqueozoológico

El estudio realizado por P. Castaños (Sociedad de Ciencias Aranzadi) sobre la fauna del *nivel 3 inferior*, atribuido al Mesolítico geométrico, aporta resultados preliminares acerca de las especies animales consumidas (Utrilla et al., 2012). A pesar del escaso número de restos estudiados, la diversidad taxonómica es muy elevada, lo que permite hablar de un modelo de caza muy diversificado. Entre los 50 restos se han determinado seis ungulados y dos carnívoros. Destacan las especies forestales, como el ciervo

(*Cervus elaphus*), el corzo (*Capreolus capreolus*) y el jabalí (*Sus scrofa*), además del zorro (*Vulpes vulpes*), un típico cazador del medio forestal. Aparecen también especies propias de espacios abiertos montañosos, como la cabra (*Capra pyrenaica*) y el sarrio (*Rupicapra rupicapra*), y no tan montañosos, como el uro (*Bos primigenius*). El estudio arqueozoológico de los niveles neolíticos por parte de A. Sierra (Universidad de Zaragoza) se encuentra en proceso. No obstante los resultados preliminares revelan la presencia de fauna doméstica exclusivamente en el *nivel 2*, aunque en éste continúa existiendo un claro dominio de la fauna salvaje (A. Sierra, com. pers.).

6.6.5. Método de recuperación y unidades de análisis

En este yacimiento se aplicaron durante el trabajo de campo estrategias de muestreo y procesado del sedimento sistemáticas y exhaustivas centradas en la recuperación de macrorrestos vegetales integradas en el plan general de la excavación. Se ha combinado la recogida manual de aquellos fragmentos visibles en el transcurso de la excavación con el cribado, a veces en seco y a veces con agua, en función del contenido de humedad del sedimento en el momento de la excavación y de la disponibilidad técnica en las diferentes campañas de excavación. Durante la campaña de 2013, ya que las posibilidades técnicas de la excavación así lo permitieron, se flotó buena parte del sedimento recuperado lo que nos permitió además testar la presencia de restos carpológicos en el yacimiento.

Por el momento, no hemos documentado la presencia de semillas ni frutos carbonizados en el depósito sedimentario de El Esplugón, lo que puede tener distintas causas. En primer lugar, podría tratarse de motivos estrictamente tafonómicos asociados a la conservación postdeposicional de los restos. El alto contenido en carbón de madera y la buena conservación de este nos lleva a no dar demasiada credibilidad a esta hipótesis. Otra causa puede ser el desarrollo de un tipo de actividades en el yacimiento que no hayan favorecido la recolección y el consumo de recursos vegetales en la ocupación del abrigo. Esta explicación tampoco parece muy contundente ya que el sitio reúne las características necesarias para constituir un hábitat más o menos estable y se han documentado para los niveles neolíticos vestigios de prácticas agrícolas como las láminas con pátina cereal que sugerirían la presencia de estas actividades en el entorno del sitio. Por último, la ausencia de este tipo de restos podría deberse a un problema de

muestreo. La superficie excavada por el momento es poca y se restringe a una zona muy concreta del yacimiento, por lo que no descartamos seguir realizando test de flotación en futuras intervenciones que nos permitan confirmar o descartar la presencia de carporrestos en el yacimiento. No obstante, no está de más recordar que en otros yacimientos pirenaicos con los que El Esplugón comparte muchas características, como es el caso de Mendandía (Zapata y Peña-Chocarro, 2005) tampoco ha sido posible la recuperación de carporrestos a pesar de la aplicación de metodologías específicas.

En lo que respecta al estudio antracológico, la aplicación de esta metodología en el trabajo de campo, unida a la buena conservación de los restos que caracteriza a este depósito, ha repercutido en la elevada cantidad de material carbonizado que hemos podido recuperar para su estudio a pesar de que la superficie excavada hasta el momento, como decimos, es reducida. Como ya hemos explicado, se trata de un sondeo en forma de trinchera que alcanza una extensión máxima de 8 m² en algunos de los niveles excavados, como es el caso de los niveles neolíticos, mientras que en otros niveles, los que se encuentran en la base de la estratigrafía, apenas se ha intervenido en 1 o 2 cuadros. En este caso no hemos podido realizar un muestreo en superficie que nos aporte información acerca de las características de formación del depósito. Sin embargo, la amplitud de la secuencia nos ha permitido realizar un muestreo en columna, coherente con los objetivos perseguidos. Hemos seleccionado una muestra para cada uno de los niveles estudiados de entre 230 y 250 fragmentos de carbón que hemos considerado suficiente y representativa según las curvas taxonómicas realizadas (Figura 166). Analizar muestras de un tamaño constante, independientemente de la potencia de los paquetes sedimentarios y de su contenido total en carbones, facilita que las muestras sean comparables entre si y el tratamiento estadístico de los datos. Esto supone un total de 1480 fragmentos de carbón analizados procedentes de 6 de los niveles arqueológicos de la secuencia estratigráfica del abrigo de El Esplugón (excluyendo el *nivel 1* que desborda nuestro marco temporal y cómo hemos explicado contiene materiales procedentes de distintas épocas).

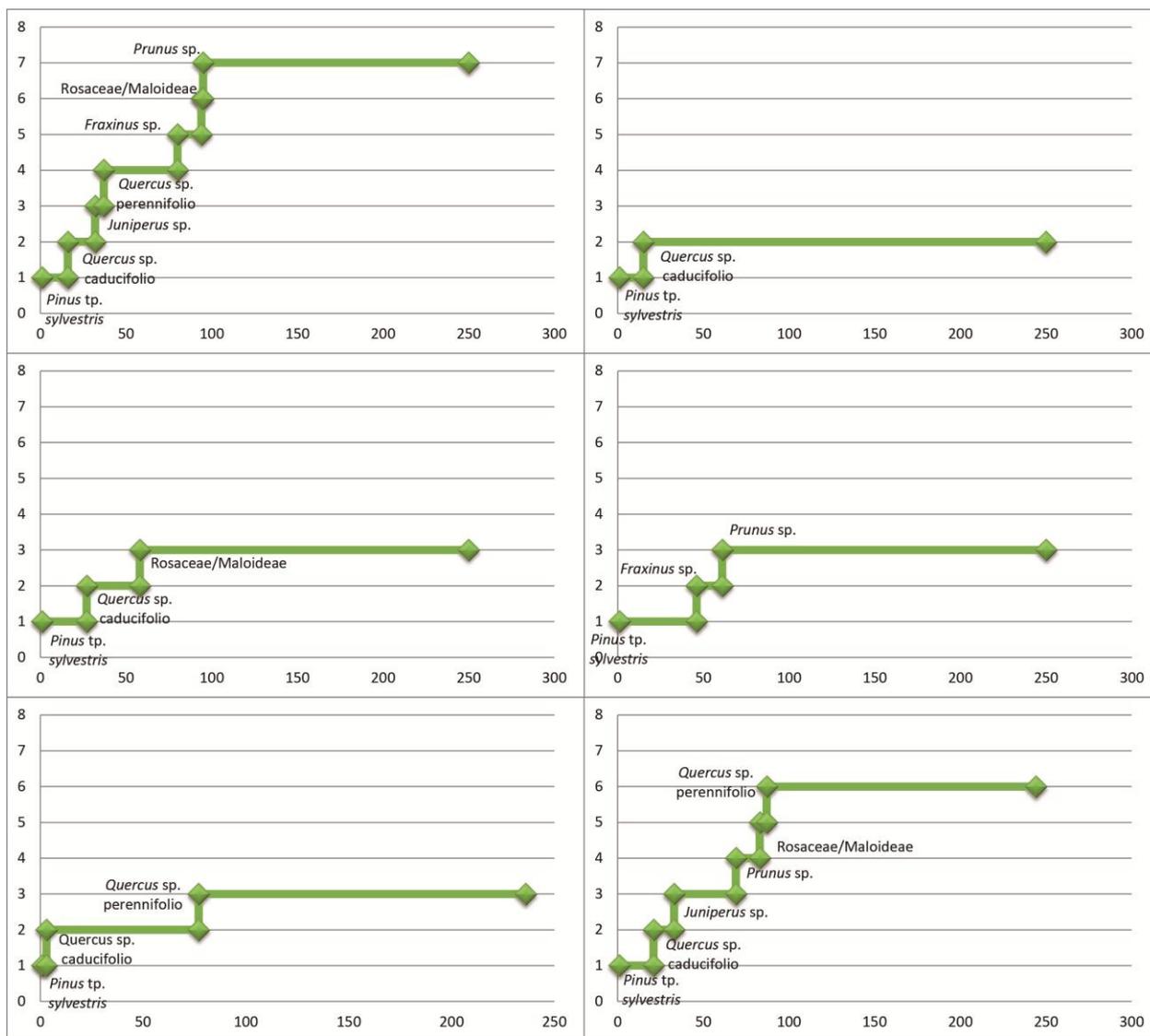


Figura 166. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de El Esplugón *nivel 2* (arriba izquierda), *nivel 3 superior* (arriba derecha), *nivel 3 inferior* (centro izquierda), *nivel 4* (centro derecha), *nivel 5* (abajo izquierda) y *nivel 6* (abajo derecha).

Las 6 curvas taxonómicas elaboradas muestran un crecimiento muy marcado en los primeros fragmentos, entre los que además están siempre representados los taxones frecuentes. En los siguientes 50 fragmentos, es decir, cuando alcanzamos los 100 fragmentos analizados, han aparecido ya el resto de taxones documentados, que representan además especies con una frecuencia de aparición baja, por lo que podemos decir que todas las curvas de frecuencias presentan intervalos de estabilización muy amplios.

Si relacionemos el número de fragmentos analizados con el número de taxones documentados (Figura 167) vemos que el primero no parece influir en el segundo. Con un número constante de fragmentos estudiados, el número de taxones documentados

varía entre 2 y 7 para cada uno de los niveles arqueológicos. Podemos decir que en el depósito antracológico de El Esplugón la frecuencia de aparición de taxones es, en general, baja, ya que en ninguno hemos podido determinar más de 7 taxones diferentes a pesar de que la muestra estudiada para cada nivel es grande.

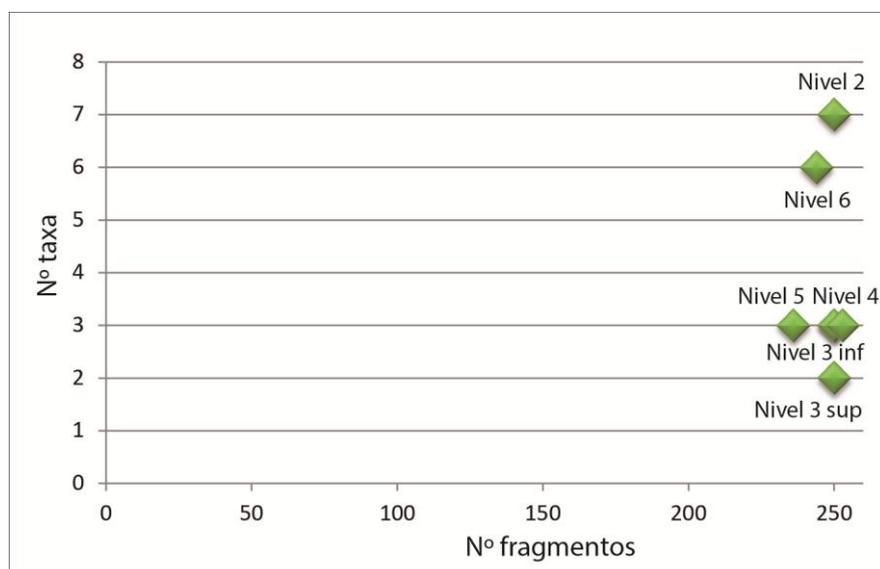


Figura 167. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas.

Otro aspecto a tener en cuenta es la composición taxonómica de las muestras estudiadas. Todas ellas están claramente dominadas por un único taxón, *Pinus tp. sylvestris*, que representa entre el 75% y el 99% de los fragmentos estudiados. Si atendemos a las curvas de porcentajes (Figura 168) vemos que la variabilidad de los valores de los taxones predominantes conforme ampliamos la muestra es bastante escasa. Podemos hablar de una estabilización casi total de los valores a partir de los 100 fragmentos en todas las muestras en las que el taxón dominante supera el 90% de los fragmentos estudiados. Únicamente en la muestra antracológica del *nivel 2*, donde hay un segundo taxón que alcanza casi el 20% del total de los fragmentos, la estabilización de los valores se produce en torno a los 200 fragmentos. Es posible que al ampliar la superficie muestreada se documente la presencia puntual de nuevos taxones que serían consumidos de forma esporádica aunque esto no repercutiría seguramente en los porcentajes de aparición de los taxones dominantes. Por todo lo expuesto anteriormente, consideramos que la muestra seleccionada es estadísticamente representativa, suficiente y adecuada para alcanzar los objetivos perseguidos.

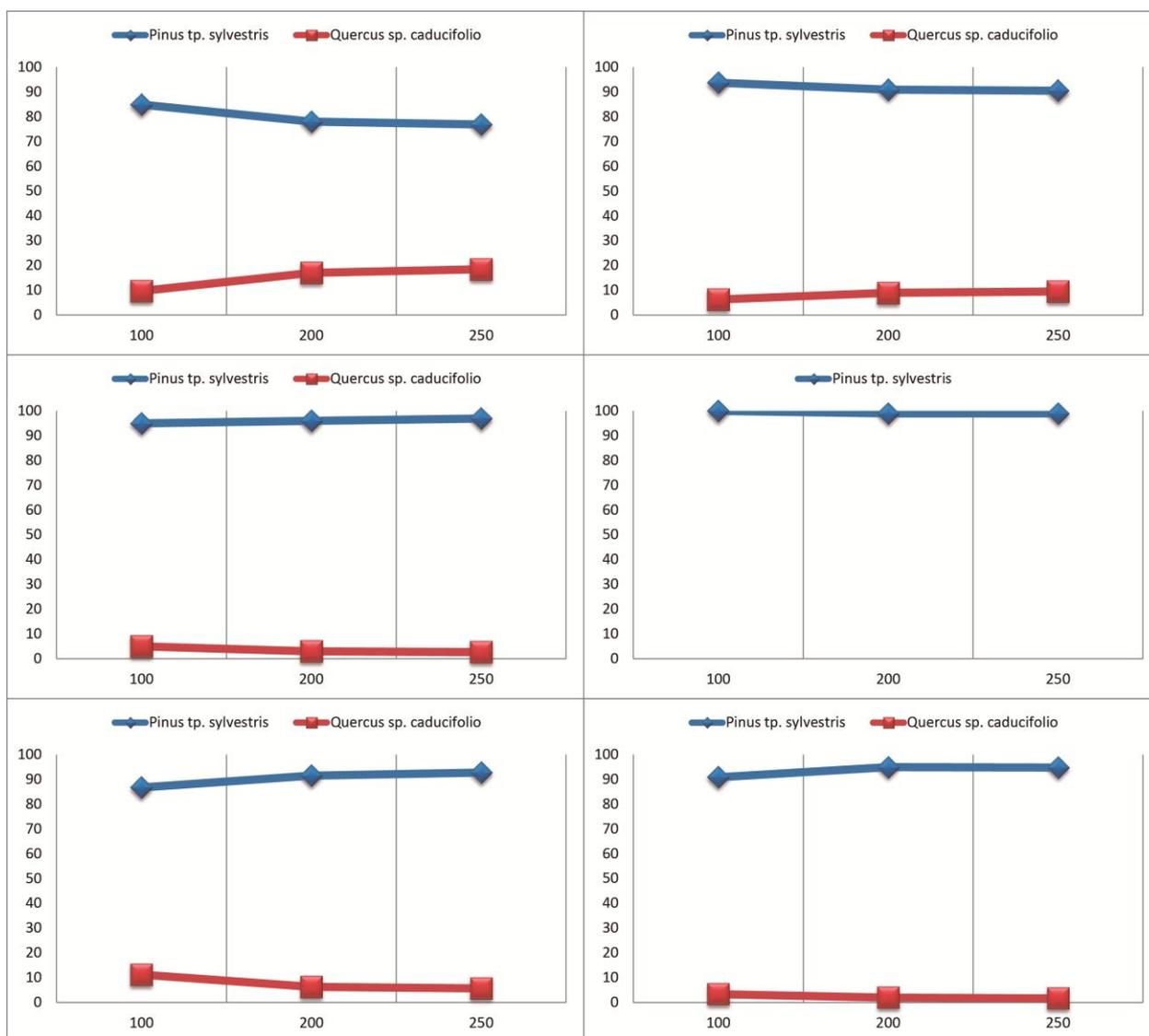


Figura 168. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes en las muestras antracológicas de El Esplugón nivel 2 (arriba izquierda), nivel 3 superior (arriba derecha), nivel 3 inferior (centro izquierda), nivel 4 (centro derecha), nivel 5 (abajo izquierda) y nivel 6 (abajo derecha).

6.6.6. Resultados del análisis antracológico.

En el nivel 2 hemos documentado la presencia de 7 taxones: fresno (*Fraxinus* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. *caducifolio*), encina/coscoja (*Quercus* sp. *perennifolio*) y rosácea (Rosaceae/Maloideae). El taxón mejor representado es el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), que representa más del 75% del total de la muestra, seguido del roble (*Quercus* sp. *caducifolio*) con un 18,5%. La presencia del resto de taxones es meramente anecdótica cuantitativamente con porcentajes inferiores al 2% en todos los casos.

En el *nivel 3 superior* sólo hemos documentado la presencia de 2 taxones: pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) y roble (*Quercus sp. caducifolio*). El primero supera el 90% de los fragmentos estudiados mientras que el segundo no llega al 10%.

En el *nivel 3 inferior* documentamos la presencia de 3 taxones: pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), roble (*Quercus sp. caducifolio*) y rosácea (Rosaceae/Maloideae). El primero supone prácticamente el 97% de los fragmentos analizados mientras que los otros dos se restringen al 2,7% y 0,4% respectivamente.

En el *nivel 4* hemos identificado 3 taxones: fresno (*Fraxinus sp.*), pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) y prunoidea (*Prunus sp.*). De nuevo el pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) domina claramente el conjunto alcanzando el 99% de los fragmentos estudiados mientras que los otros 2 apenas alcanzan el restante 1%.

En el *nivel 5* hemos determinado 3 taxones: pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), roble (*Quercus sp. caducifolio*) y encina/coscoja (*Quercus sp. perennifolio*). El primero alcanza el 92,7% de los restos mientras que los *Quercus* de tipo caducifolio y perennifolio alcanzan el 5,7% y 1,4% respectivamente.

En el *nivel 6* hemos documentado la presencia de 6 taxones: enebro/sabina (*Juniperus sp.*), pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), prunoidea (*Prunus sp.*), roble (*Quercus sp. caducifolio*), encina/coscoja (*Quercus sp. perennifolio*) y rosácea (Rosaceae/Maloideae). De nuevo, el conjunto aparece dominado por el pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) con cerca de un 95% de los restos mientras que el resto de taxones tienen una presencia puntal, inferior al 2% en todos los casos

Hablando en conjunto, en el yacimiento de El Esplugón se ha documentado la presencia de un total de 7 taxones. El pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) es el único taxón documentado en todos los niveles arqueológicos estudiados y la especie dominante a lo largo de toda la secuencia, siempre con porcentajes superiores al 75%. El segundo taxón mejor representado es el roble (*Quercus sp. caducifolio*), que aparece en todos los niveles salvo en el *nivel 4*, con porcentajes entre el 2 y el 20%. El resto de taxones aparecen representados en dos o tres de los niveles estudiados, revelando una cierta continuidad en la muestra, pero presentan siempre porcentajes muy bajos, inferiores al 2%.

Yacimiento	El Esplugón											
Etapas culturales	Magdaleniense /Epipaleolítico microlaminar		Sauveterroide /Mesolítico macrolítico		Mesolítico geométrico				Neolítico antiguo cardial		Neolítico antiguo evolucionado	
Nivel	6		5		4		3 inferior		3 superior		2	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Fraxinus</i> sp.					1	0.5					4	1.7
<i>Juniperus</i> sp.	3	1.3									1	0.4
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	222	93.7	193	92.7	194	99	216	96.9	220	90.5	183	76.6
<i>Prunus</i> sp.	2	0.8			1	0.5					2	0.8
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	4	1.7	13	5.7			6	2.7	23	9.5	44	18.4
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	3	1.3	3	1.4							2	0.8
Rosaceae/Maloideae	3	1.3					1	0.4			3	1.3
Total determinables	237		208		196		223		243		239	
Indeterminable	7		28		54		27		7		11	
Total fragmentos	244		236		250		250		250		250	
Total taxa	6		3		3		3		2		7	

Tabla 24. Resultados del análisis antracológico del abrigo de El Esplugón expresados en frecuencias absolutas y relativas.

6.6.7. Alteraciones registradas.

En el registro antracológico de El Esplugón hemos documentado la incidencia de principalmente 3 tipos de alteraciones de la anatomía de la madera: grietas radiales, madera de reacción y vitrificación (Figura 169). La más importante numéricamente es la madera de reacción que afecta a entre el 25 y el 70% de los fragmentos estudiados en cada nivel arqueológico. La presencia de grietas radiales, que han afectado principalmente al plano transversal de algunas coníferas, dando lugar a la formación de grandes agujeros fusiformes que han alterado significativamente la anatomía de la madera, afecta a entre el 10 y el 20 % de los fragmentos estudiados.

Por último, la vitrificación afecta de forma generalizada a la gran mayoría de fragmentos analizados. En este registro la hemos documentado exclusivamente asociada a la madera de pino. Esta alteración ha afectado fuertemente o totalmente a entre el 3 y el 22% de los fragmentos estudiados, teniendo una influencia desigual en los diferentes niveles arqueológicos. La incidencia de este fenómeno en el carbón arqueológico ha condicionado fuertemente los elevados porcentajes de indeterminación que presentan algunos de los niveles estudiados. Es especialmente llamativo el caso del *nivel 4*, en el que los fragmentos afectados por esta alteración alcanzan el 22% del total de la muestra, si bien los *niveles 5* y *3 inferior*, también se ven especialmente afectados por este fenómeno.

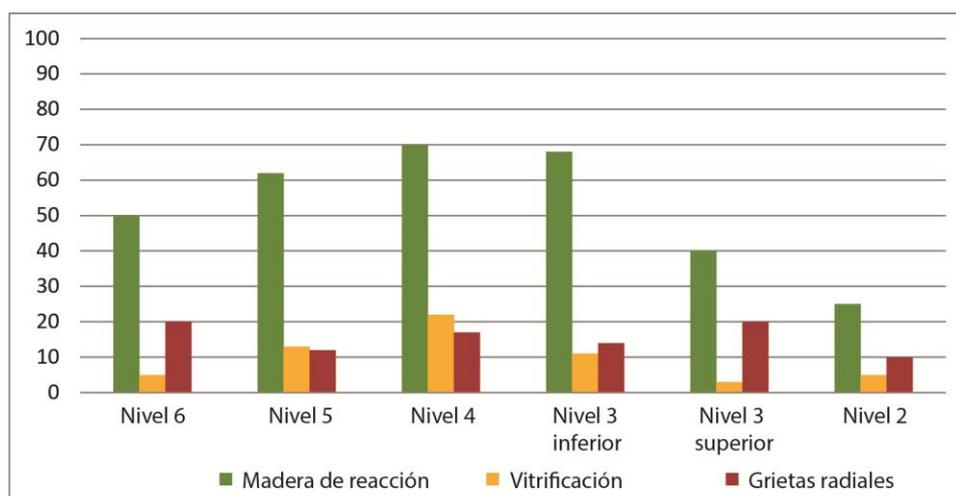


Figura 169. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas.

6.6.8. Interpretación de los resultados.

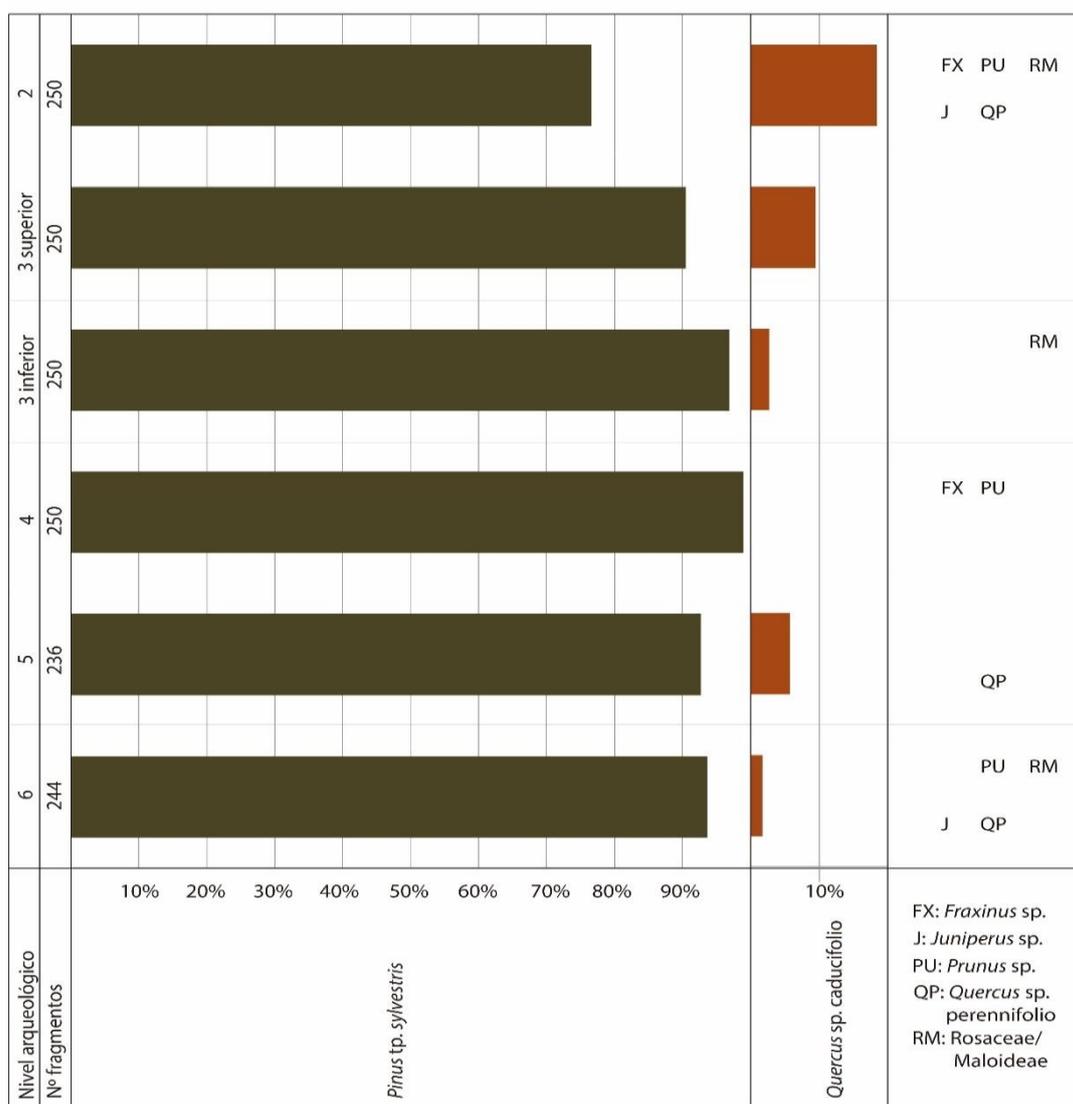


Figura 170. Diagrama antracológico de El Esplugón (Billobas-Sabiñánigo, Huesca).

La secuencia antracológica de El Esplugón nos permite conocer la evolución de la explotación humana del entrono forestal en el valle del Guarga entre el X y el VII milenio cal BP.

La secuencia antracológica de El Esplugón arranca en el X milenio cal BP (9400±60 cal BP) (*nivel 6*) con una presencia muy importante del pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*). Este aparece acompañado de taxones mesotermófilos, como el roble (*Quercus* sp. caducifolio) y la encina (*Quercus* sp. perennifolio), y taxones arbustivos propios de las orlas forestales (*Juniperus* sp., *Prunus* sp., Rosaceae/Maloideae). La recolección de la leña se llevaría a cabo en un paisaje abierto dominado por la presencia de pino, que se recolectaría probablemente en forma de ramas, tal como sugiere la abundante presencia de madera de reacción, aunque la amplia gama de recursos ofrecidos por el medio serían también ampliamente explotados tal como revela la presencia de un buen número de taxones en este registro.

Durante la ocupación del *nivel 5* (8889±93-8667±56 cal BP), desaparece el consumo de las especies arbustivas, lo que podría estar indicando una reducción de la disponibilidad de estas a causa de la existencia de un paisaje menos abierto que en la etapa precedente o una selección humana del combustible, que se centra en la explotación de especies arbóreas.

Durante el inicio de la ocupación mesolítica de tipo geométrico (*nivel 4*) (8424±26 cal BP) los pinos de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) alcanzan el 99% de los restos sedimentados produciéndose una desaparición de las quercíneas en el registro. Aparecen, sin embargo acompañando a la madera de pino, algunos fragmentos de prunoideas (*Prunus* sp.), arbustos espinosos propios de las orlas forestales y muy resistentes a los cambios en el régimen hídrico, y de vegetación riparia, representada exclusivamente por el fresno (*Fraxinus* sp.). Este hiato en la flora sedimentada podría tener su origen en una retirada de las especies higrófilas del entorno del yacimiento debido a fluctuaciones climáticas relacionadas con el evento climático del 8.4 (Bond et al., 1997, 2001; Frigola et al., 2007; Fletcher et al., 2010) cuya influencia en el Pirineo central es además bien conocida (Pérez Sanz et al., 2013; González Sampérez et al., 2017). Esto podría relacionarse con la elevada proporción de clastos descrita en este nivel, que derivaría del aumento de los fenómenos de gelifracción propios de un episodio climático especialmente frío y seco (Utrilla et al., 2012; 2016).

En el *nivel 3 inferior* (7784±59 cal BP) reaparecen los elementos propios del robledal submediterráneo representados por el roble (*Quercus* sp. caducifolio) y las rosáceas (Rosaceae/Maloideae), que forman parte de su orla forestal. Una composición bastante similar presenta el *nivel 3 superior* (7605±29-7041±86 cal BP), donde pinos (*Pinus* tp. *sylvestris*) y robles son los únicos taxones consumidos. Los últimos habitantes mesolíticos del abrigo y los primeros neolíticos parecen desarrollar unos patrones de consumo idénticos en lo que al aprovisionamiento de combustible se refiere. Si bien es cierto, que aunque no observamos cambios en lo que a la composición taxonómica del registro estudiado se refiere si lo hacemos en cuanto a las alteraciones registradas, que nos están informando de las características de la leña consumida. Observamos una reducción de la incidencia de la madera de reacción y la vitrificación en el *nivel 3 superior*, 2 alteraciones que como hemos visto suelen aparecer asociadas, con respecto al *nivel 3 inferior*, lo que nos sugiere un cambio en las partes de los árboles consumidas. Mientras que los mesolíticos consumirían preferentemente ramas y/o otras partes del tronco con mayor tendencia a la vitrificación, esta tendencia no aparece tan marcada durante la ocupación neolítica.

Por último, en el *nivel 2* (6811±44 cal BP), que corona la secuencia, es en el que se documenta una mayor diversidad taxonómica. Reaparecen los taxones arbustivos y algunos elementos de carácter mediterráneo como la encina/coscoja (*Quercus* sp. *perennifolia*) revelando una nueva apertura del paisaje explotado. Esto se puede traducir en una explotación no especializada del combustible, que aprovecha la amplia gama de recursos vegetales a su alcance, en una mayor intensidad de la ocupación, con el desarrollo de actividades diversificadas que suponen un aumento de los tipos de combustibles utilizados que se integran en el registro. Aunque la madera de pino (*Pinus* tp. *sylvestris*) sigue dominado el roble (*Quercus* sp. caducifolio) gana protagonismo alcanzando ya el 18,5% de los restos sedimentados. La dinámica general de la vegetación holocena está marcada por la codominancia *Pinus/Quercus* (Costa et al., 1997) que finalmente dará paso a los bosques mixtos o mayoritariamente caducifolios con una especial presencia de las quercíneas. La gran expansión de este género en el Pirineo central se iniciará con el Holoceno Medio, en torno al 8200 cal BP, que supone un cambio en distribución anual de las precipitaciones y una mayor estacionalidad del clima, tal como reflejan algunas secuencias polínicas pirenaicas (Pérez Sanz et al., 2013; Pérez Sanz, 2014; González Sampériz et al., 2017). En la secuencia antracológica

del abrigo de El Esplugón esta tendencia de la vegetación se refleja en el consumo humano del combustible, con un aumento sostenido del consumo de madera de roble en detrimento del pino desde el inicio del VIII milenio cal BP, coincidiendo con el inicio de la ocupación neolítica del abrigo.

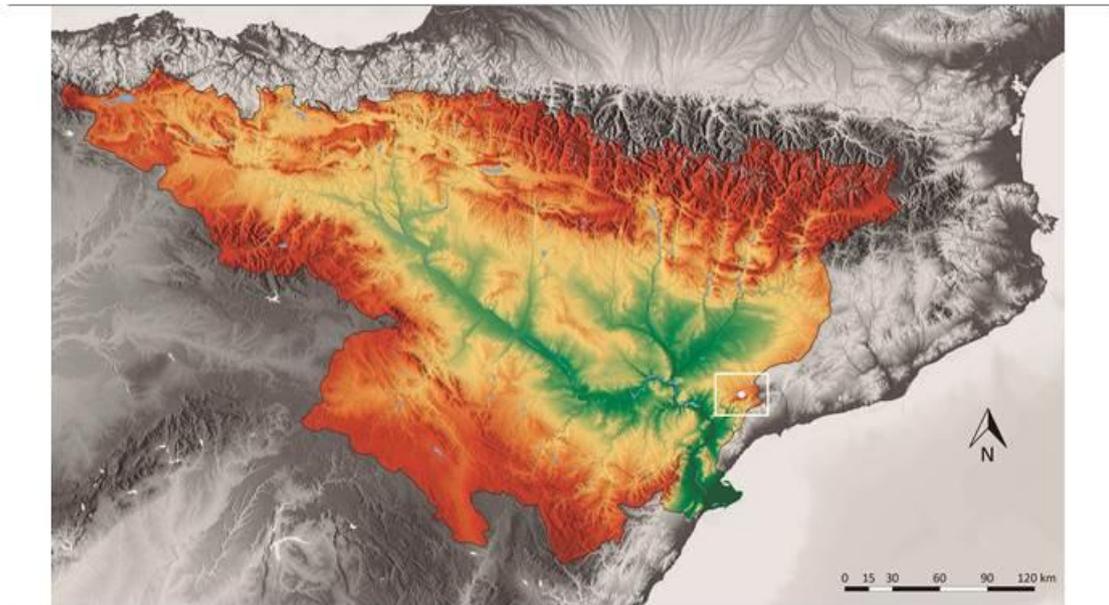
Queda claro entonces que la madera de pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) sería la más consumida a lo largo de toda la secuencia alcanzando porcentajes entre el 75 y el 90% en los diferentes momentos de ocupación. Como ya hemos comentado las distintas especies que se engloban bajo este taxón plantean problemas para su diferenciación en base a la anomía de la madera, de forma que bajo este taxón englobamos a las 3 especies de pinos criófilos que crecen en la Península Ibérica: el pino laricio o salgareño (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), el pino albar o silvestre (*Pinus sylvestris*) y el pino negro (*Pinus uncinata*), quedando descartadas, eso sí, las especies de pinos de tendencia más termófila. En la actualidad, el pino negro (*Pinus uncinata*) pertenece a la alta montaña eurosiberiana en la Península Ibérica, creciendo en los Pirineos por encima de 1700 msnm. Por esto y por la anchura de los anillos de crecimiento de las muestras analizadas, que nos están revelando unas condiciones de crecimiento favorables para estos individuos, descartaremos la presencia de esta especie en el registro antracológico de El Esplugón. De esta forma, las posibilidades quedan reducidas, de esta forma, a los pinos laricio (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) y albar (*Pinus sylvestris*) que aunque no son exigentes con la temperatura y el sustrato, si lo son con el régimen hídrico, necesitando al menos 600-1000 mm anuales de precipitación. En la actualidad, el pino albar (*Pinus sylvestris*) es la especie forestal más representada en la vertiente meridional de los Pirineos centrales entre 1000 y 1700 msnm, siendo este su núcleo más importante de distribución en la Península Ibérica (Costa et al., 1997) favorecido por el carácter continental de este sector central pirenaico. El pino laricio (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), de carácter más xérico y verdaderamente submediterráneo, en la actualidad crece entre 500 y 1400 msnm, mezclándose a veces con el anterior, pero con una representación mucho menor. Entra en competencia directa con el quejigo (*Quercus faginea*) y el roble pubescente (*Quercus humilis*), englobados para nosotros bajo el taxón (*Quercus* sp. caducifolio), que soportan muy bien los climas de transición y constituyen en la actualidad, acompañados de boj (*Buxus sempervirens*), el principal elemento de la vegetación natural del piso bioclimático submediterráneo, donde se ubica El Esplugón (Villar et al., 2001).

Atendiendo exclusivamente al factor especie, en el abrigo del Esplugón, la especie vegetal más frecuentemente utilizada como combustible a lo largo de toda la secuencia del Esplugón es el pino tipo albar (*Pinus* tipo *sylvestris*), cuya madera se caracteriza por un alto contenido en resinas o aceites esenciales que favorecen la producción de llamas vivas y calientes por lo que son maderas muy convenientes para iluminación, la cocción directa o el secado (Théry-Parisot, 2001). El consumo de madera del roble (*Quercus* sp. caducifolio), que en cambio es muy densa, mantiene durante más tiempo la combustión aunque no produce apenas llama (Chabal et al., 1999), se va incrementando progresivamente como podemos ver en el diagrama antracológico, probablemente ligada a su creciente disponibilidad en el medio ligada a factores climáticos. No obstante, una gestión de la madera diferenciada por especie sólo sería posible si el resto de características que definen las propiedades combustibles de la madera fueran iguales (Chabal et al., 1999). El estudio de las alteraciones de la estructura anatómica nos permite hacer algunas inferencias en lo que respecta a las estrategias de recolección y gestión del combustible leñoso y al estado de la madera en el momento de la combustión. En el caso de El Esplugón, es especialmente significativa la incidencia de la presencia de madera de reacción en los carbones de *Pinus* tp. *sylvestris*. Esta alteración asociada al crecimiento de la planta, se relaciona con una pérdida de verticalidad de la *tige* durante su desarrollo. Esto nos lleva a pensar que en su mayoría, los fragmentos de pino analizados procederían de ramas de mayor o menor calibre y no del abatimiento de los troncos de estos árboles. La presencia de grietas radiales parece ser un fenómeno poco generalizado, que no afecta a un porcentaje muy elevado de fragmentos. Los estudios experimentales llevados a cabo recientemente no nos permiten (Théry-Parisot y Henry, 2011; Caruso y Thèry-Parisot, 2011) poner en relación directa esté fenómeno con el consumo de madera verde.

En conclusión, podemos decir que el registro antracológico del abrigo de El Esplugón se caracteriza por la homogeneidad del conjunto y la continuidad en el paisaje. La madera de pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) es la más consumida a lo largo de toda la secuencia. Sin embargo, se puede observar una cierta tendencia de incremento del consumo de los elementos que componen el robledal caducifolio de carácter submediterráneo. A pesar de la cantidad de fragmentos estudiados, se trata de un registro muy pobre taxonómicamente, donde otros taxones, como la encina/coscoja (*Quercus* sp. *perennifolio*), el enebro/sabina (*Juniperus* sp.), las rosáceas

(Rosaceae/Maloideae), las prunoideas (*Punus* sp.) o el fresno (*Fraxinus* sp.) tienen una presencia testimonial. Las estrategias de gestión del combustible de los habitantes de El Esplugón tendrían un carácter oportunista. La recolección de combustible se llevaría a cabo en un entorno forestal bien desarrollado donde seguramente la poda natural del bosque produciría una cantidad suficiente de madera muerta para cubrir las necesidades de estos grupos humanos. Esto no impide, sin embargo, que podamos encontrar sobrerrepresentadas determinadas especies que son más proclives a la producción de madera muerta, como es el caso de los pinares, tal como se ha señalado en otros yacimientos del noreste peninsular (Allué, 2002). Aunque, las huellas de las prácticas paleoeconómicas son muy difíciles de detectar en el registro antracológico, en El Esplugón no detectamos cambios bruscos a lo largo de la secuencia antracológica que nos indiquen una ruptura en las pautas de gestión de los recursos leñosos en el yacimiento asociado a la implantación de los modos de vida neolíticos, al margen de que planteamos una diversificación en las partes de las plantas consumidas durante la ocupación neolítica.

6.7. COVES DEL FEM (ULLDEMOLINS, TARRAGONA).



MDT05/MDT05-LIDAR. Paso de malla de 5 m.
IGN MTN 50.

De la hojas 417 y 445: «L'Espluga de Francolí» y «La Selva del Camp»

Cotas máximas de las hojas: 1198.51 y 1198.57 mts.

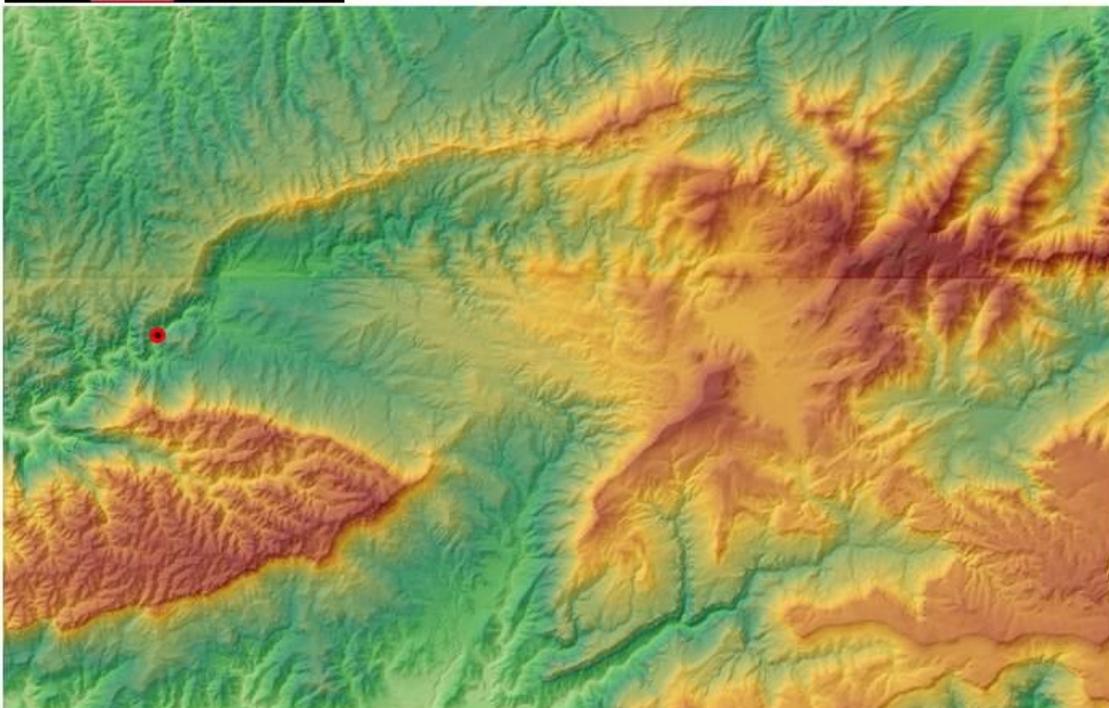
Cotas mínimas de las hojas: 281.57 y 86.72 mts.

Coves del Fem 31T 319475.86 E

4576506.10 N

Alt. 585 mts.

0 3200 6400 metros



6.7.1. Localización y contexto biogeográfico.

El topónimo Coves del Fem hace referencia a un único gran abrigo localizado en la Sierra del Montsant, que forma parte de la Serralada Prelitoral. El yacimiento se ubica 10 m sobre el nivel actual del río Montsant a su paso por el municipio de Ulldemolins (Priorat, Tarragona), al comienzo del encajonamiento del río en los conglomerados, muy cercano a la plana fértil, hoy transformada en campos. Se trata de una cavidad muy grande, de cerca de 300 m², de orientación noroeste; la única cercana a la plana y junto al río que tiene cierta profundidad y conserva sedimento. La boca de la cavidad está protegida por unos grandes bloques de varios metros cúbicos, caídos de la gran visera que protegen el sedimento arqueológico de las crecidas del río. En la actualidad el acceso a la cavidad es bastante complejo (Terradas et al., informe inédito).



Figura 171. Vista de Coves del Fem desde la orilla opuesta del río Montsant.

Su situación altitudinal a 530 msnm lo sitúa dentro del piso de vegetación Mesomediterráneo. En la actualidad se encuentra bajo un clima mediterráneo continental. El paisaje vegetal actual del Montsant se compone de una vegetación mediterránea pero con una cierta influencia submediterránea y eurosiberiana. La

vegetación potencial se reparte entre los dominios de encinas (*Quercetum ilicis galloprovinciale*) y los carrascales (*Quercetum rotundifoliae*), que predominan en gran parte del territorio, y los robledos de *Violo-Quercetum fagineae*, que crece en las zonas más húmedas y en los niveles superiores del macizo. Pero lo cierto es que los robledos son escasos en el Montsant y se forman pequeñas agrupaciones en medio de los pinares, formando bosques mixtos. Además del roble carrasqueño (*Quercus faginea*) y del roble con agallas (*Quercus pubescens* y *Quercus x cerrioides*), hay ejemplares de pino rojo (*Pinus sylvestris*) y pino negral (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*). En esos bosques hay árboles caducifolios como el acirón (*Acer opalus*), el arce de Montpellier (*Acer monspessulanum*) o el avellano (*Corylus avellana*), que se distribuyen por fresquedales y bosques de umbrías y barrancos.

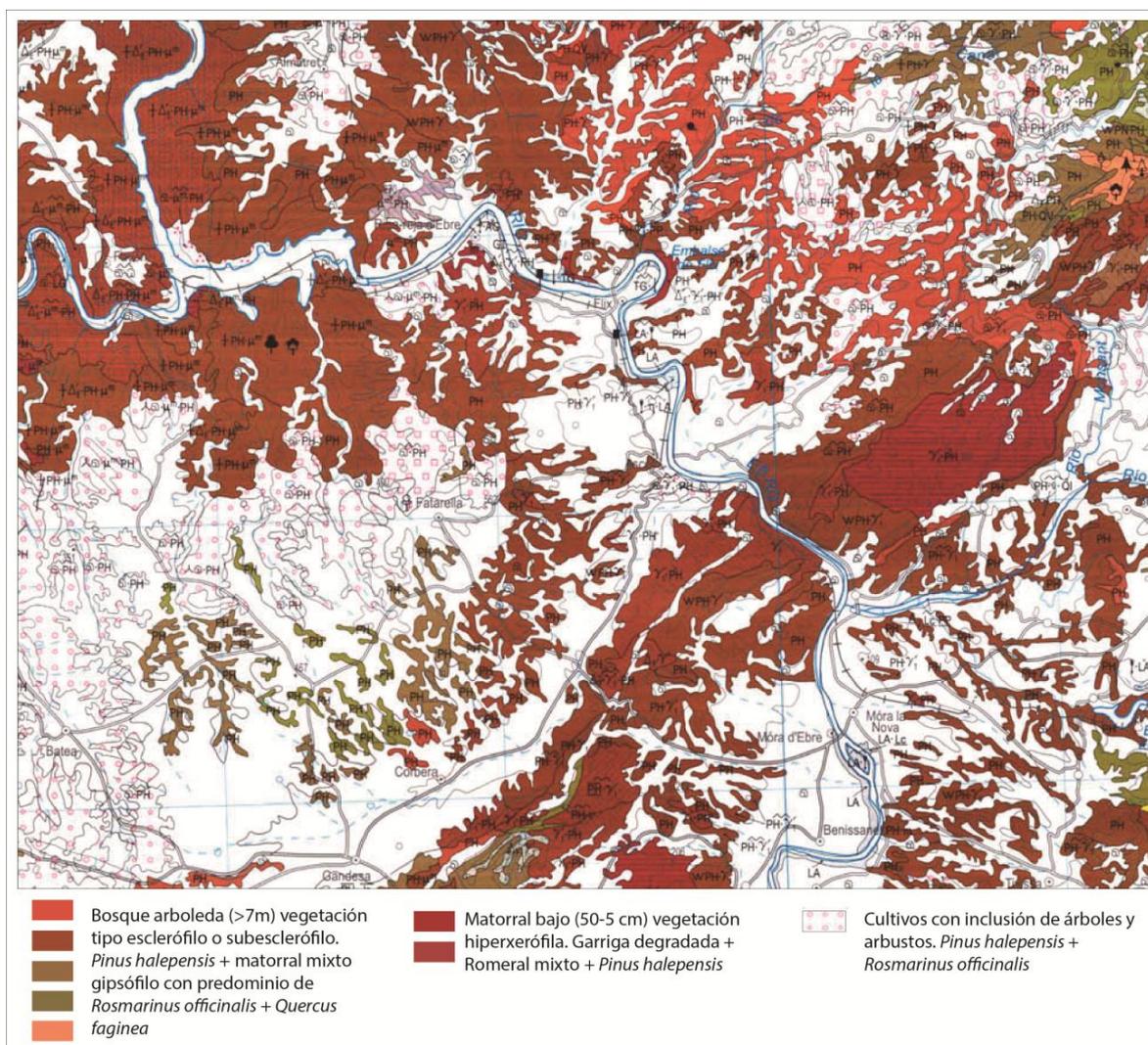


Figura 172. Vegetación actual del entorno de Coves del Fem (Ulldemolins, Tarragona) según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-5 Tortosa.

En el paisaje actual, las comunidades climáticas suelen sustituirse por pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*) en las zonas bajas y de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) y pino laricio (*Pinus nigra*) en las áreas más elevadas. En el paisaje actual, encontramos pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*) en las partes bajas o brozas recubiertas de romero (*Rosmarinus officinalis*) y brezo (*Erica multiflora*, *Erica arborea*) acompañadas por otras especies de matorrales. Los coscojales (*Quercus coccifera*) acompañados del lentisco (*Pistacia lentiscus*) forman matorrales densos y compactos en los parajes secos al margen de los encinares (*Quercus ilex*). Al pie de la montaña presentan algunas confluencias con elementos propios del clima continental estépico. Los barrancos húmedos y las riberas destacan por sustentar algunas comunidades extramediterráneas con especies como el roble con agallas, además de montes bajos de tejo (*Taxus baccata*) e incipientes bosques de ribera. La alameda es el bosque de ribera más común con árboles como el álamo (*Populus alba*), el chopo (*Populus nigra*) y el fresno (*Fraxinus angustifolia*) en los lugares menos inundables y el saucedal (*Salix alba*, *S. atrocinerea*, *S. elaeagnos*, *S. purpurea*, *S. fragilis*) en los inundables. En los espacios más abrigados son frecuentes el boj (*Buxus sempervirens*), la sabina albar (*Juniperus phoenicea*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*) y la gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*).

6.7.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.

El yacimiento fue descubierto en 1997 por M. Boada que visita la cueva y recoge gran cantidad de materiales arqueológicos en superficie. Entre 2000 y 2012 los miembros del “Equip La Draga”, compuesto por investigadores de la UAB e IMF-CSIC liderados por A. Palomo, R. Piqué, X. Terradas, I. Bogdanovic y R. Rosillo, visitan la cueva y peritan la importancia del yacimiento, comprobando la aparición de cerámica cardial en superficie. La intervención arqueológica comienza en 2013 con una pequeña campaña de excavación en el marco de un proyecto relacionado con la Prehistoria Reciente en Cataluña liderado por N. Rafel, de la Universidad de Lleida. Una segunda campaña fue llevada a cabo en 2015 por el mismo equipo de excavación integrando el yacimiento dentro del Proyecto de investigación La Draga, dedicado al conocimiento de la neolitización en el noreste peninsular, financiado por la Generalitat de Cataluña (Bogdanovic et al., informe inédito).

Se ha utilizado la excavación manual siguiendo la pendiente de los niveles naturales y aislando las unidades estratigráficas identificadas adecuando la metodología al tipo de niveles y restos localizados. La localización espacial de los *items* arqueológicos localizados se registra en el campo de forma sistemática con la ayuda de una estación total, que permite su georreferenciación, posicionada sobre el punto fijo de la cuadrícula instalada y se vuelca en una base de datos relacional.

Hasta el momento, se han realizado 3 sondeos estratigráficos. En la zona central del abrigo se localizan 2 de ellos, adosados a un gran agujero de varios metros cuadrados producto de la acción de clandestinos que dejaba a la vista varios niveles arqueológicos. La existencia de este enorme agujero realizado por clandestinos ha provocado que exista una gran cantidad de material recuperado en el revuelto.

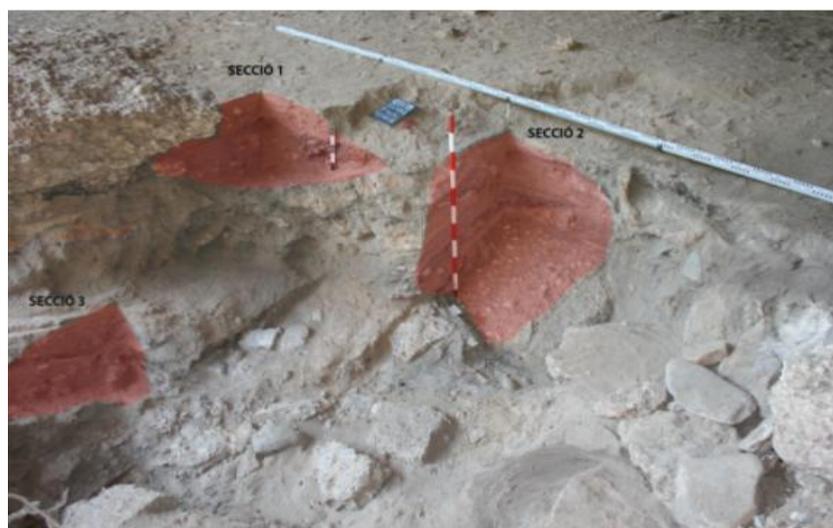


Figura 173. Sondeos realizados en la zona central de la cavidad.

El tercero, se ubica a varios metros de los 2 anteriores, al fondo de la cavidad, donde se ha documentado la presencia de niveles arqueológicos bien conservados a una cota superior de los detectados en la zona central, sin continuidad horizontal, lo que sugiere que una parte de la estratigrafía del yacimiento ha sido lavada y sólo conservada en algunas zonas. Se puede decir pues que los trabajos arqueológicos han afectado principalmente a 2 sectores del abrigo sin que haya sido todavía posible su excavación en extensión. Estas breves intervenciones han permitido peritar la entidad y la importancia del yacimiento, conocer su estratigrafía, establecer la cronología y hacer una primera aproximación a las ocupaciones registradas (Palomo et al., e.p. b).

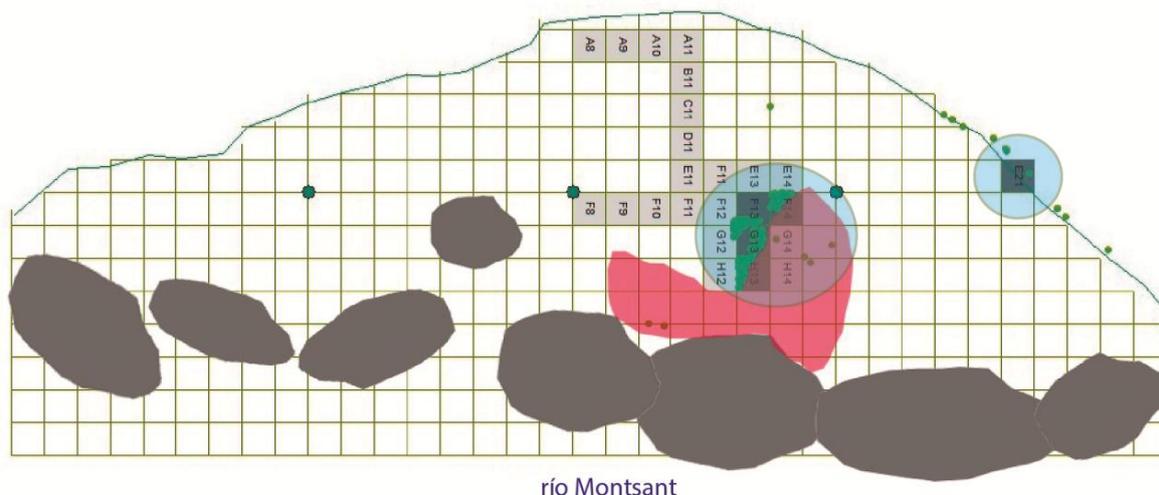


Figura 174. Planta de Coves del Fem en la que se refleja la cuadrícula. La mancha roja representa el agujero realizado por clandestinos. En azul las zonas donde se realizan los sondeos.

6.7.3. Estratigrafía, cronología y materiales.

En general, el abrigo presenta una sedimentación suave producida por las avenidas del río que aportan arenas que van configurando niveles de espesor milimétrico. De esta forma se trata de un continuo estratigráfico sin hiatos ni momentos erosivos. El único momento erosivo se ha registrado en la base de la secuencia con un nivel de gravas. Las únicas alteraciones en la sedimentación las producen las estructuras antrópicas y las caídas de bloques de la visera que se concentran en las capas más antiguas.

La estratigrafía que se describe a continuación se documenta en la zona central de la cavidad (G12, G13, H13, F14) y al fondo (E21), donde se localizan una serie de niveles adosados a la pared bien conservados y una cubeta (*Estructura 1* o *E1*) (Terradas et al., informe inédito; Bogdanovic et al., informe inédito; Palomo et al., e.p. a, b y c):

Sondeo 1 – Secciones 1 y 2 (Cuadros G12, G13 y F14).

- *U.E. 1.* Se trata de un nivel superficial, arenoso, con algunos fragmentos de visera y cantos rodados, probablemente resultante de avenidas relativamente recientes del río Montsant. Aparecen restos vegetales carbonizados de aspecto reciente y excrementos de ganado. Es prácticamente estéril arqueológicamente.
- *U.E. 2.* Este nivel aparece bajo una capa de arena endurecida que marca una discordancia erosiva. El sedimento es pulverulento y oscuro y contiene abundantes

bloques de conglomerado y algunos cantos rodados. Aparecen abundantes restos de sílex, cerámica y fauna, un punzón de hueso, un fragmento de molino y una plaqueta de esquisto. Aparece una zona con algunas arenas termoalteradas y una importante cantidad de carbones que hace pensar que se trate del vaciado de un hogar. Se data en el 6580 ± 46 cal BP sobre una semilla de cereal y se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo epicardial.

- *U.E. 3.* Compuesta de una sucesión de arcillas y arenas, de coloración clara, aparecen abundantes carbones y una bellota carbonizada. Datado en el 6669 ± 34 cal BP sobre una semilla de cereal se adscribe al Neolítico antiguo epicardial.

- *U.E. 4.* Nivel de fracción arenosa de color gris oscuro marrónáceo y que presenta una sucesión de pequeños niveles que le dan un aspecto heterogéneo. Aparecen restos líticos sin retoque y fragmentos tierra compactada. Aparece una plaqueta de esquisto. Se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo cardial.

- *U.E. 5.* Se compone de diversos niveles muy finos que presentan una acusada pendiente norte. Aparece un fragmento de molino. Se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo cardial.

- *U.E. 6.* Nivel fino de color oscuro, con presencia de carbones y de fragmentos de bloques líticos que no ocupaba toda la extensión de la superficie excavada y corresponde a la *U.E. 103* de la Sección 3.

- *U.E. 7.* Nivel compuesto de arcillas y arenas que corresponde a la *U.E. 104* de la Sección 3.

- *U.E. 8.* Delgado nivel carbonoso de poco más de 10 mm de espesor que no ocupa toda la extensión de la superficie excavada.

- *U.E. 9.* Nivel poco espeso de arcillas y arenas.

- *U.E. 10.* Delgado nivel carbonoso de poco más de 10 mm de espesor que no ocupa toda la extensión de la superficie excavada. Se obtiene una datación sobre carbón en el 7983 ± 19 cal BP.

- *U.E. 11.* Nivel arenoso arqueológicamente estéril.

- *U.E. 12.* Placa de conglomerado que constituye la base natural del yacimiento.

Sondeo 2 – Sección 3 (Cuadros H13 y G13)

- *U.E. 102.* Sedimento esponjoso, heterogéneo, blanquecino con presencia de pequeños conglomerados disgregados, cantos de pequeñas dimensiones y algunos carbones de dimensiones considerables. Se compone de diversos niveles intercalados de poca potencia y presentes en determinados puntos de la superficie. Entregó material cerámico, uno de los fragmentos con decoración cardial, y material lítico. Se data sobre carbón en el 7526 ± 32 cal BP y se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo cardial.

- *U.E. 103.* Nivel oscuro de escasa potencia que contiene bloques líticos y carbones y que no ocupa toda la extensión de la superficie excavada que aumenta hacia el sur. Entregó diversos fragmentos de sílex, entre ellos un microlíto geométrico con retoque en doble bisel, y fauna. Se data en el 7473 ± 24 cal BP sobre una semilla de cereal y se adscribe al Neolítico antiguo cardial.

- *U.E. 104.* Nivel compuesto de arcillas, limos y arenas, sedimento muy heterogéneo de una textura esponjosa y color blanquecino, contiene conglomerados de pequeñas dimensiones y presenta una pendiente pronunciada hacia el sur. Entregó una cuenta de collar discoidal, un gran núcleo de sílex y varios geométricos en forma de triángulos con retoque en doble bisel y un posible trapecio y cerámica con decoración impresa cardial y una cuenta de piedra. Datado en el 7281 ± 28 cal BP sobre hueso de ovis se adscribe al Neolítico antiguo cardial.

- *U.E. 105.* Nivel de arenas estéril arqueológicamente.

- *U.E. 106.* Es un nivel de limos rojizos muy compactos entre los que parecen abundantes carbones. Disponemos de una datación radiocarbónica sobre hueso que lo fecha en 7563 ± 30 cal BP. Se adscribe a una ocupación mesolítica reciente.

- *U.E. 107.* Nivel de arenas carbonosas que en la base aparecen enrojecidas como consecuencia de la alteración del fuego. Esta unidad presenta una pendiente notable hacia el nordeste, donde se acumula un espesor mayor de sedimento, con una sucesión muy bien ordenada (de techo a base) de arenas carbonosas, sedimento blanquecino como consecuencia de la alteración de carbonatos y guijarros de caliza, y arenas enrojecidas y endurecidas como resultado de la alteración térmica. Se adscribe a una ocupación mesolítica reciente.

- *U.E. 108.* Forma parte de la misma unidad que la *U.E. 106*, aunque con una matriz sedimentaria distinta, constituida por arenas finas carbonosas, con algún guijarro aislado. En su base se registra una capa de caída de bloques de conglomerado. Se adscribe a una ocupación mesolítica reciente.

- *U.E. 109.* Esta unidad presenta una sucesión de sedimentos idéntica a la documentada en la *U.E. 107*: carbonatos alterados, sedimentos carbonosos y una base de arenas enrojecidas y endurecidas por el fuego. Aparece un cono de pino (piña) carbonizado que se data mediante radiocarbono en el 7736 ± 36 cal BP. Se adscribe a una ocupación mesolítica reciente. Bajo este nivel aparece un nivel de gravas estériles arqueológicamente.

Sondeo 3 – Sección 4 (Cuadro E21)

- *U.E. 2101.* En contacto con el techo de la cavidad se compone de sedimento arenoso de fracción muy fina. No se han recuperado materiales arqueológicos.

- *U.E. 2102.* Compuesto por un sedimento arenoso de fracción muy fina oscuro con presencia de abundantes carbones. Se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo epicardial.

- *U.E. 2103.* Compuesto por un sedimento cenizo blanquecino, el material arqueológico recuperado se concentra en un sector del cuadro delimitado por una pequeña depresión o cubeta denominada *Estructura 1 (E1)*. En ésta aparecen restos faunísticos en conexión anatómica, abundantes restos líticos, un percutor con trazas de ocre y restos cerámicos entre las que cabe destacar una pequeña vas con un pequeño apéndice. Se dispone de una datación radiocarbónica sobre hueso que lo ubica cronológicamente en el 6811 ± 44 cal BP y se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo epicardial.

- *U.E. 2104.* Compuesto por un sedimento limoso compacto marrón donde parece una importante cantidad de restos arqueológicos, entre los que destaca una acumulación de núcleos laminares y preformas. Se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo epicardial.

- *U.E. 2105.* Nivel de arenas, prácticamente estéril con una marcada pendiente hacia el noreste. Se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo epicardial.

- *U.E. 2106.* Compuesto por un sedimento limo-arenoso con pendiente noreste. Se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo epicardial.

- U.E. 2107. Al igual que el anterior se compone de un sedimento limo-arenoso con pendiente noreste. Se adscribe a una ocupación del Neolítico antiguo epicardial.

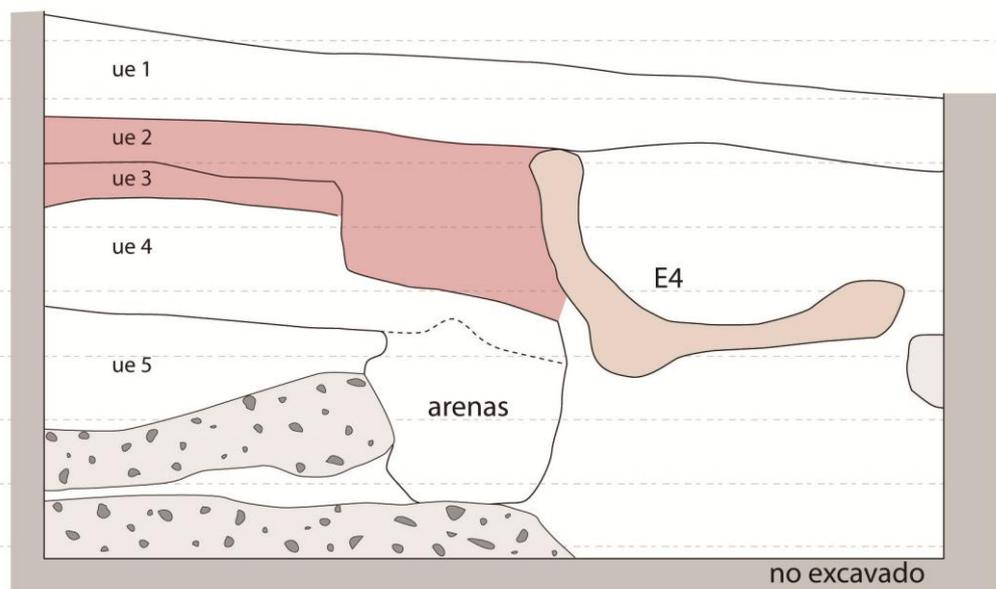


Figura 175. Estratigrafía correspondiente al Sondeo 1 en la zona central de la cavidad (Palomo et al., e.p. b).

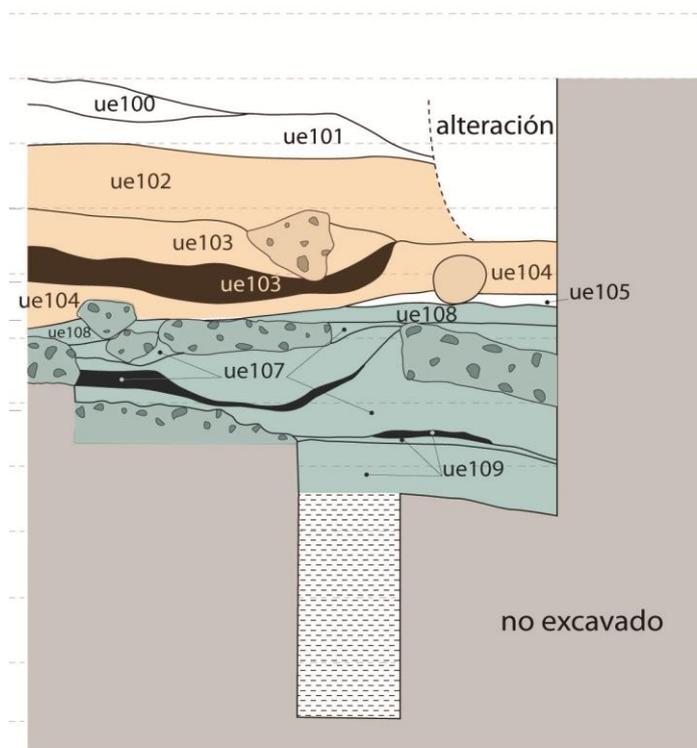


Figura 176. Estratigrafía correspondiente al Sondeo 2 en la zona central de la cavidad (Palomo et al., e.p. b).

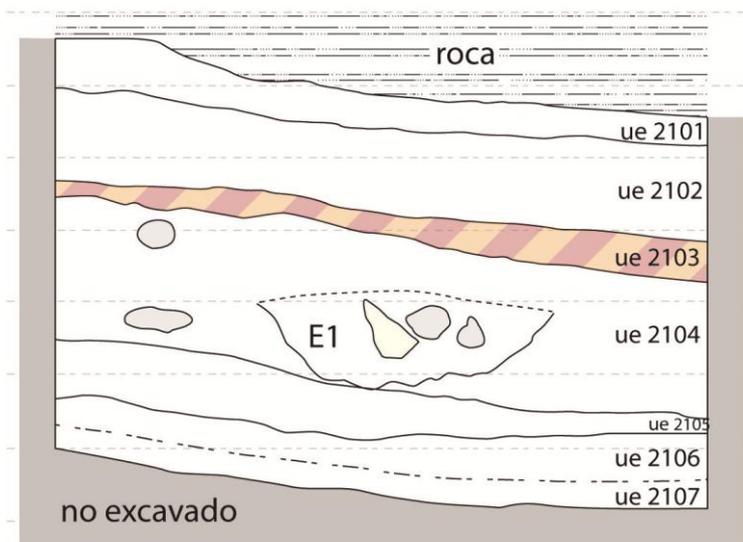


Figura 177a. Estratigrafía correspondiente al Sondeo 3 al fondo de la cavidad (E21) (Palomo et al., e.p. b).

En resumen, en las Coves del Fem se han documentado 3 momentos de ocupación:

- Momento de ocupación del Mesolítico reciente.

Se trata de los niveles más pobres en materiales arqueológicos. La industria lítica recuperada es escasa, y hasta el momento no han aparecido restos líticos retocados, por lo tanto, no se ha constatado por el momento la presencia de microlitos geométricos. Los únicos núcleos documentados presentan unas características sensiblemente diferentes a los de las fases neolíticas. Éstos son cortos y con extracciones unipolares muy irregulares realizadas por percusión directa dura inorgánica (Palomo et al., e.p. a y b). Con una economía cazadora-recolectora, la preservación de elementos faunísticos y vegetales es buena, se documenta fauna salvaje y una piña carbonizada, así como diferentes eventos de combustión. Corresponde a las unidades estratigráficas 106, 107, 108 y 109 del sector central de la cavidad. Se data entre 7983 ± 19 y 7563 ± 30 cal BP.

- Momento de ocupación del Neolítico antiguo cardial.

La industria lítica se caracteriza por la producción laminar, siempre unipolar. La técnica de talla utilizada parece indicar una percusión indirecta con una relación angular entre la plataforma de percusión y la superficie de talla de $70/75^\circ$. En algunos casos se ha determinado la existencia de un tratamiento térmico del sílex previo a la talla. Aparecen piezas retocadas entre las destaca la presencia de microlitos geométricos en forma de triángulos o segmentos con retoque principalmente en doble bisel. Aparecen abundantes

fragmentos de cerámica, buena parte de de ellos decorados con impresiones cardiales. Aparece también un importante conjunto de molinos sobre soportes graníticos (Palomo et al., e.p. b). Los restos arqueozoológicos y carpológicos documentados pertenecen a taxones tanto salvajes como domésticos. Corresponde a las unidades estratigráficas 4, 5, 6, 102, 103 y 104 del sector central de la cavidad. Se data entre 7526 ± 32 y 7281 ± 28 cal BP.

- Momento de ocupación del Neolítico antiguo epicardial.

La industria lítica documentada apenas presenta diferencias con la descrita en la fase precedente. Aparecen núcleos en diversos estadios del proceso de talla y material lítico tratado térmicamente, además de losas de esquistos con pigmentos de ocre. Aparecen fragmentos cerámicos procedentes de vasos de diversa morfología. Se documentan algunos vasos de gran capacidad, seguramente destinados a almacenamiento. Entre los vasos pequeños, destaca un pequeño cuenco globular con un apéndice cónico como elemento de prensión y un pequeño vaso hemisférico. Los vasos medios tienen formas globulares con o sin cuello, al igual que los de gran tamaño, pero estos con una mayor profundidad, con una ligera tendencia cilíndrica. Están decorados con aplicaciones de cordones, a menudo formando motivos ortogonales, diferentes tipos de impresiones sobre la pared y el borde, e incisiones y acanalados. Son abundantes las impresiones hechas con diferentes objetos, incisiones y acanalados que generalmente forman bandas horizontales (Palomo et al., e.p. b). Esta fase de la ocupación ofrece el registro faunístico y arqueobotánico más completo con animales y plantas tanto salvajes como domésticos. Corresponde a las unidades estratigráficas 2 y 3 del sector central y 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 del fondo de la cavidad. Se data entre 6811 ± 44 y 6580 ± 46 cal BP.

Yacimiento	U.E.	EC	Data	σ	Ref. laborat.	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
Coves del Fem	10	MG	7157	29	SUERC-50642	8040-7920	C	AMS	Palomo et al. ep. a
Coves del Fem	109	MG	6900	30	Beta-42867	7810-7650	Brc	AMS	Palomo et al. ep. a
Coves del Fem	106	MG	6700	30	Beta-42866	7640-7480	H	AMS	Palomo et al. ep. a
Coves del Fem	102	NAC	6630	30	Beta-42868	7600-7440	C	AMS	Palomo et al. ep. b
Coves del Fem	103	NAC	6570	30	Beta-42865	7530-7410	Sem	AMS	Palomo et al. ep. b
Coves del Fem	104	NAC	6342	32	SUERC-53025	7360-7200	H	AMS	Palomo et al. ep. b
Coves del Fem	2103	NAE	5970	30	Beta-42864	6910-6710	H	AMS	Palomo et al. ep. b
Coves del Fem	3	NAE	5840	27	SUERC-50641	6740-6580	Sem	AMS	Palomo et al. ep. b
Coves del Fem	2	NAE	5772	27	SUERC-50640	6670-6470	Sem	AMS	Palomo et al. ep. b

Tabla 25. Dataciones radiocarbónicas a partir de Palomo et al., e.p. a y b. H: Hueso, C: Carbón, Brc: Bráctea de piña, Sem: Semilla. MG: Mesolítico geométrico, NAC: Neolítico antiguo cardial NAE: Neolítico antiguo epicardial. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013).

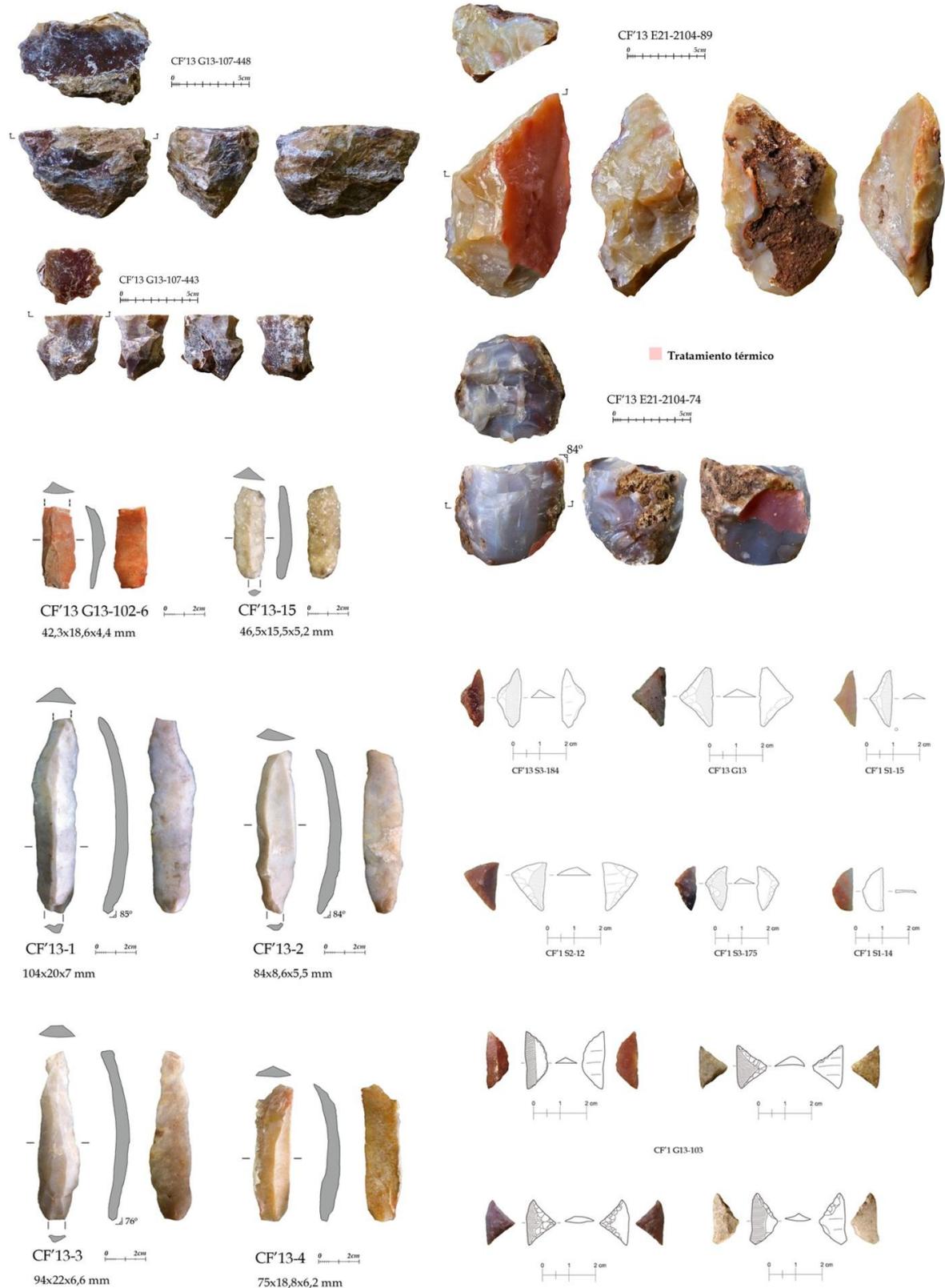


Figura 177b. Material lítico más representativo de Coves del Fem (Palomo et al., e.p. b).

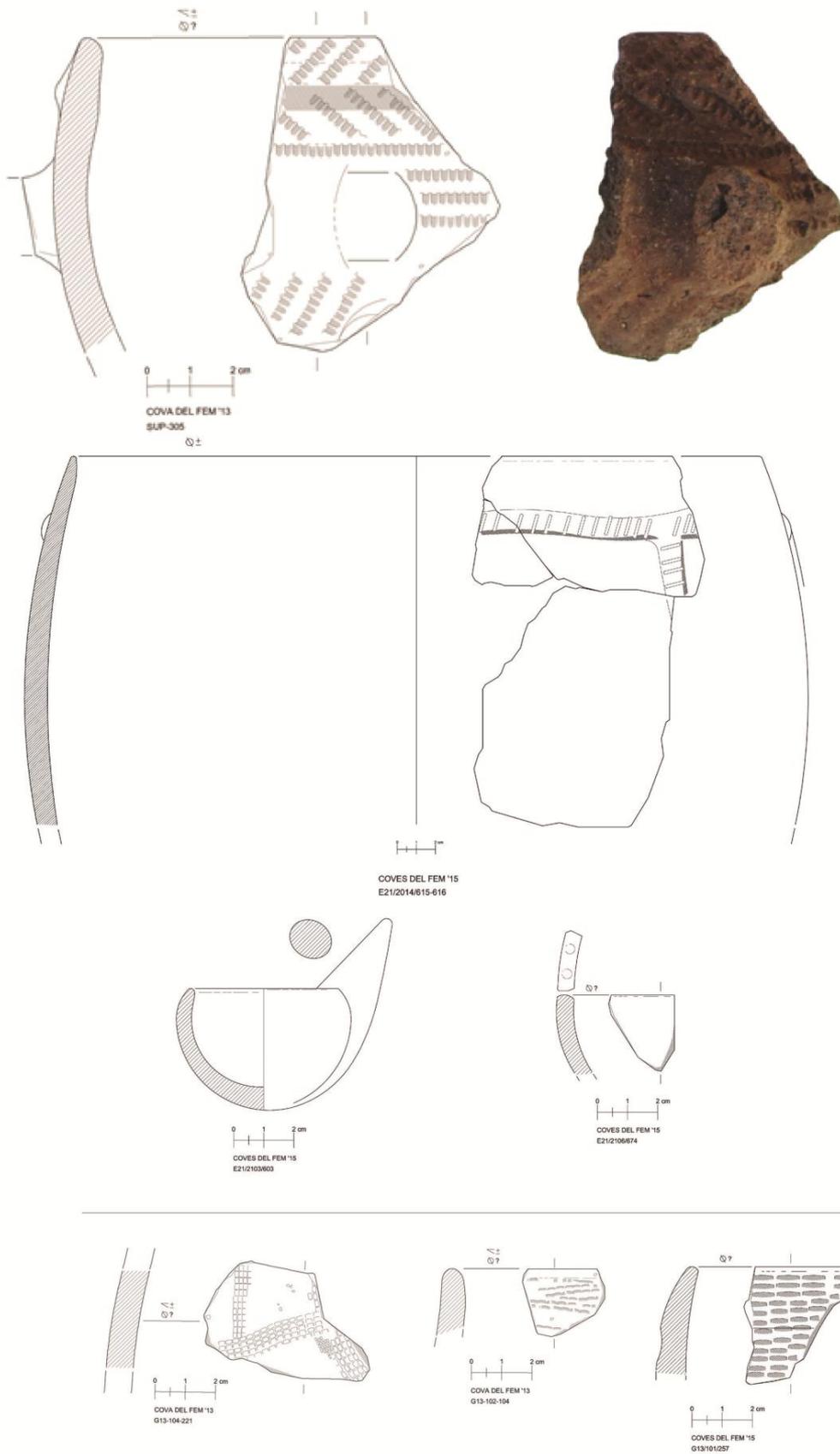


Figura 178a. Material cerámico más representativo de Coves del Fem (Palomo et al., e.p. b).

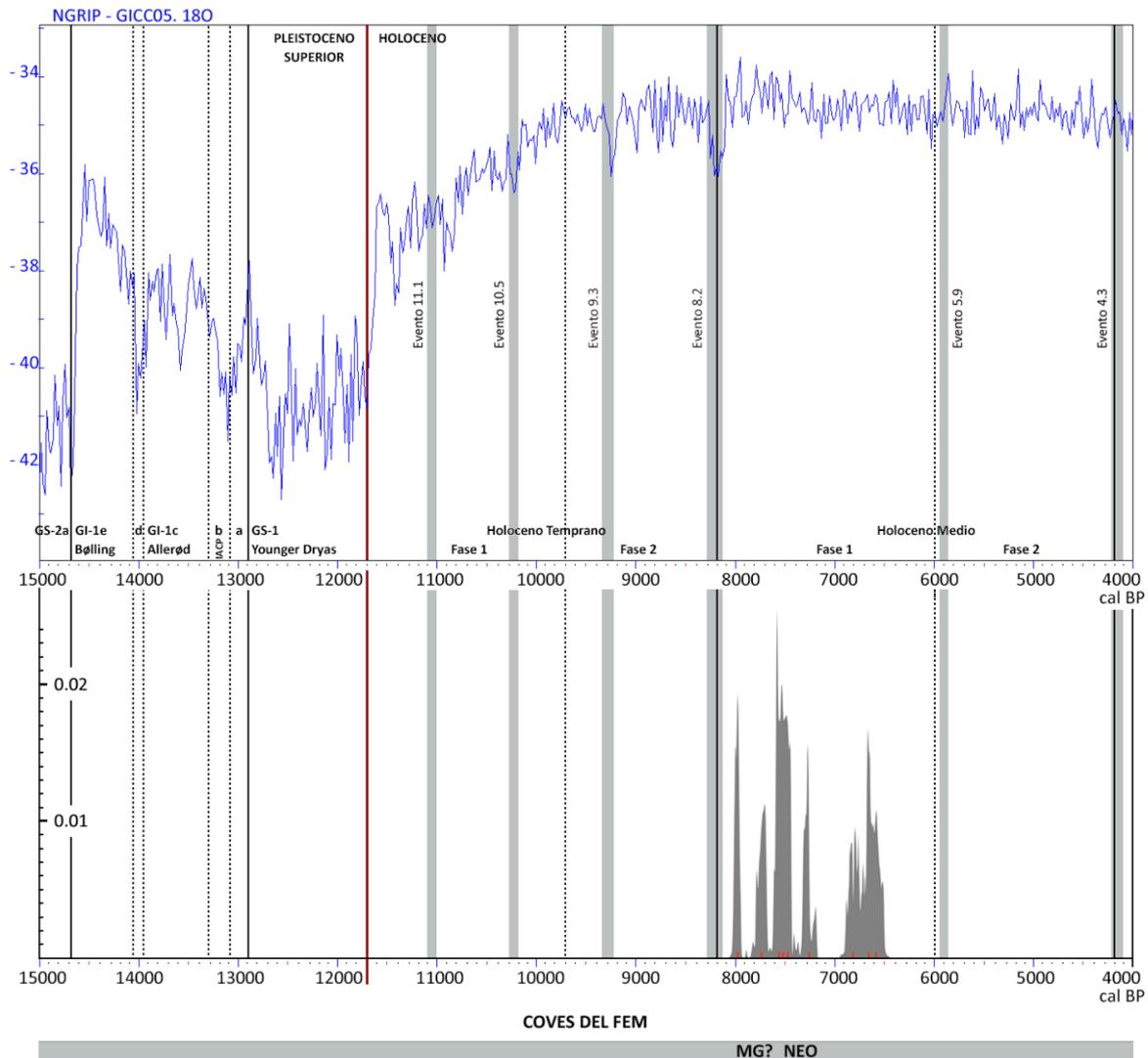


Figura 178b. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de Coves del Fem realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997).

6.7.4. Otros estudios bioarqueológicos.

Estudio arqueozoológico.

El estudio arqueozoológico se encuentra en curso por parte de M. Saña (UAB). Los resultados preliminares indican el consumo de animales domesticados en los niveles neolíticos más antiguos, representados por *Capra hircus* y restos indeterminados de ovicaprinos. Sin embargo, destaca la importancia de las especies salvajes en toda la secuencia, representadas por el ciervo (*Cervus elaphus*) y la cabra montés (*Capra pyrenaica*) y presas pequeñas como la tortuga (*Testudo* sp.) y el conejo (*Oryctolagus*

cuniculus), que presenta trazas de termolateración y fracturas que demuestran su origen antrópico. También se ha documentado la presencia de suidos (*Sus* sp). Cabe destacar la presencia de trazas Tecnológicas en los restos de Cervus. Durante la fase neolítica epicardial destacan los restos de ciervo y sus astas procesadas para la fabricación de útiles (Palomo et al., e.p. b y c)

Estudio carpológico.

El estudio carpológico se encuentra en curso por parte de M. Berihuete (Universidad de Hohenheim, Alemania). Hasta el momento en los niveles mesolíticos aparece la mencionada piña de pino y algunas brácteas (*Pinus* sp.), así como una espina de rosácea (Rosaceae). En los niveles neolíticos se han recuperado bellotas (*Quercus* sp.), brácteas de piña (*Pinus* sp.) y uva silvestre (*Vitis vinifera* var. *sylvestris*). La agricultura está documentada por la presencia de avena (*Hordeum vulgare*) durante las ocupación neolítica epicardial (U.E. 2 y 3) (Palomo et al., e.p. a y b).

Estudio palinológico.

El estudio palinológico realizado por J. Revelles (UAB) ha aportado resultados bastante divergentes en los dos perfiles estudiados. Sólo la secuencia recogida en el fondo de la cavidad (E21), correspondiente con la ocupación neolítica epicardial, presenta una preservación del material polínico suficiente para poder reconstruir el paisaje vegetal del entorno de este yacimiento (Revelles, informe inédito). Este análisis ha revelado la existencia de un paisaje denso de bosque poco alterado por la acción humana (valores d'AP superiores al 80%). La composición de la vegetación durante el Neolítico Antiguo sería bastante similar al actual, que se desarrolla sometida a un clima mediterráneo continental, con un papel destacado del pinar (*Pinus* sp.), aunque con un mayor protagonismo del bosque mixto caducifolio, el robledal (*Quercus* cad.) con presencia de tilo (*Tilia* sp.) y avellano (*Corylus avellana*), respecto al encinar/coscojar (*Quercus ilex-coccifera*) que se desarrollaría en las solanas y zonas bajas. La integración del análisis de polen y palinomorfos no polínicos (NPP) confirma el papel destacado del agua en la formación del depósito sedimentario, mediante avenidas de sedimentos inorgánicos de origen fluvial, así como la proliferación de helechos en los espacios degradados en el entorno del yacimiento. Se documenta también la presencia destacada en el yacimiento

de algunas esporas de hongo que actúan como agentes descomponedores de madera (*Gelasinospora*, *Coniochaeta* cf. *ligniaria*) (Palomo et al., e.p. c).

6.7.5. Método de recuperación y unidades de análisis.

Durante la excavación de Coves del Fem se han aplicado estrategias de muestreo y procesado del sedimento sistemáticas y exhaustivas encaminadas a la recuperación de macrorrestos vegetales. La flotación manual del sedimento se ha podido realizar en el propio yacimiento gracias a la cercanía del río Montsant, que se encuentra a escasos metros de la cavidad. Las muestras de sedimento procesadas se han movido entre los 10 y 50 litros por nivel dependiendo de la entidad de los distintos niveles y la superficie excavada. Las muestras se han clasificado según las luces de malla de los tamices utilizados de 1, 2 y 4 mm. Las muestras de 1 mm se han destinado exclusivamente a la recuperación de carporrestos mientras que el estudio antracológico se ha realizado sobre las muestras de 2 y 4 mm. La rigurosa aplicación de esta metodología unida a la buena y abundante conservación de este tipo de restos en el depósito sedimentario de Coves del Fem ha permitido que a pesar de que la superficie excavada no es muy grande, contemos con una enorme cantidad restos arqueobotánicos.

Las muestras estudiadas proceden de los 3 sondeos arqueológicos realizados en el yacimiento hasta la fecha. De esta forma, es asumible decir que las muestras antracológicas proceden de 3 muestreos en columna en diferentes zonas del yacimiento. Hemos seleccionado una muestra de 200 fragmentos por unidad estratigráfica en aquellos casos que la cantidad del material así lo ha permitido, mientras que en aquellas unidades estratigráficas en las que la muestra es inferior a 200 fragmentos se ha analizado la totalidad del material recuperado. En total, se han analizado 2639 fragmentos de carbón procedentes de 17 unidades estratigráficas y 1 estructura.

En general, podemos decir que la diversidad taxonómica documentada es elevada. En las muestras de carbón disperso en las que hemos estudiado 100 fragmentos la diversidad taxonómica es baja (Figura 179). Documentamos 3 taxones para las muestras mesolíticas (*U.E. 109* y *108*) y entre 6 y 8 para las neolíticas (*U.E. 2102*, *2103*, *2105* y *2107*). En cambio, la muestra procedente de la *Estructura 1*, sorprendentemente, es una de las que muestra una mayor diversidad taxonómica con sólo 67 fragmentos analizados. En aquellas muestras en las que hemos alcanzado los 200 fragmentos analizados la diversidad fluctúa entre los 6 y los 13 fragmentos documentados (Figura

179). En este caso vemos como aumentar los tamaños muestrales puede influir en algunos casos en la diversidad taxonómica documentada. La escasa diversidad taxonómica de algunas muestras frente a la riqueza que presentan otras unidades estratigráficas, estará probablemente relacionada con el escaso número de fragmentos analizado. Esta menor diversidad puede estar también condicionada por la pequeña superficie excavada hasta la fecha en estas unidades estratigráficas. Esta diversidad podría aumentar amplia la superficie muestreada tal y como se ve que ocurre en otros yacimientos con una un muestreo que abarca una mayor diversidad espacial. No obstante, parece claro que la diversidad taxonómica documentada es, por lo general, mayor en los niveles neolíticos (*U.E. 2, 3, 4, 5, 102, 103, 104, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106 y 2107*) que en los mesolíticos (*U.E. 109, 108, 107 y 106*).

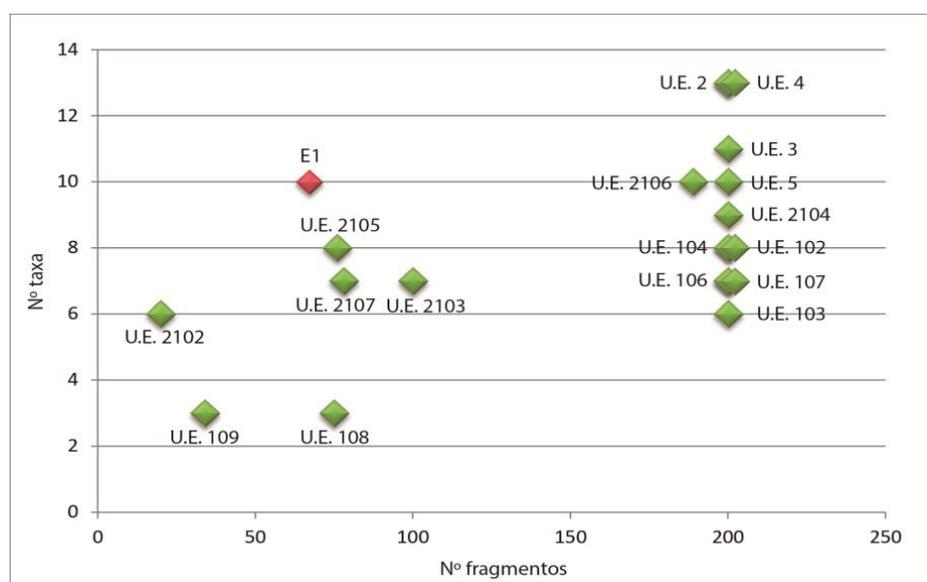


Figura 179. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. En verde las muestras de carbón disperso y en rojo las procedentes de estructuras (E1).

Si atendemos a las curva de porcentajes de los taxones predominantes comprobamos que en aquellas unidades estratigráficas en las que hay un taxón claramente dominante, que se destaca claramente de los demás, como ocurre en las *U.E. 102, 103, 104, 106, 107 y 5*, en todos los casos *Pinus tp. sylvestris*, las curvas se estabilizan rápidamente, en torno a los 100 fragmentos (Figura 180). Cuando el protagonismo está compartido por varios taxones con porcentajes similares de aparición en la muestra, como las *U.E. 2, 3, 4 y 2104*, la estabilización de la curva taxonómica, se produce generalmente a partir de los 150 fragmentos analizados (Figura 181).

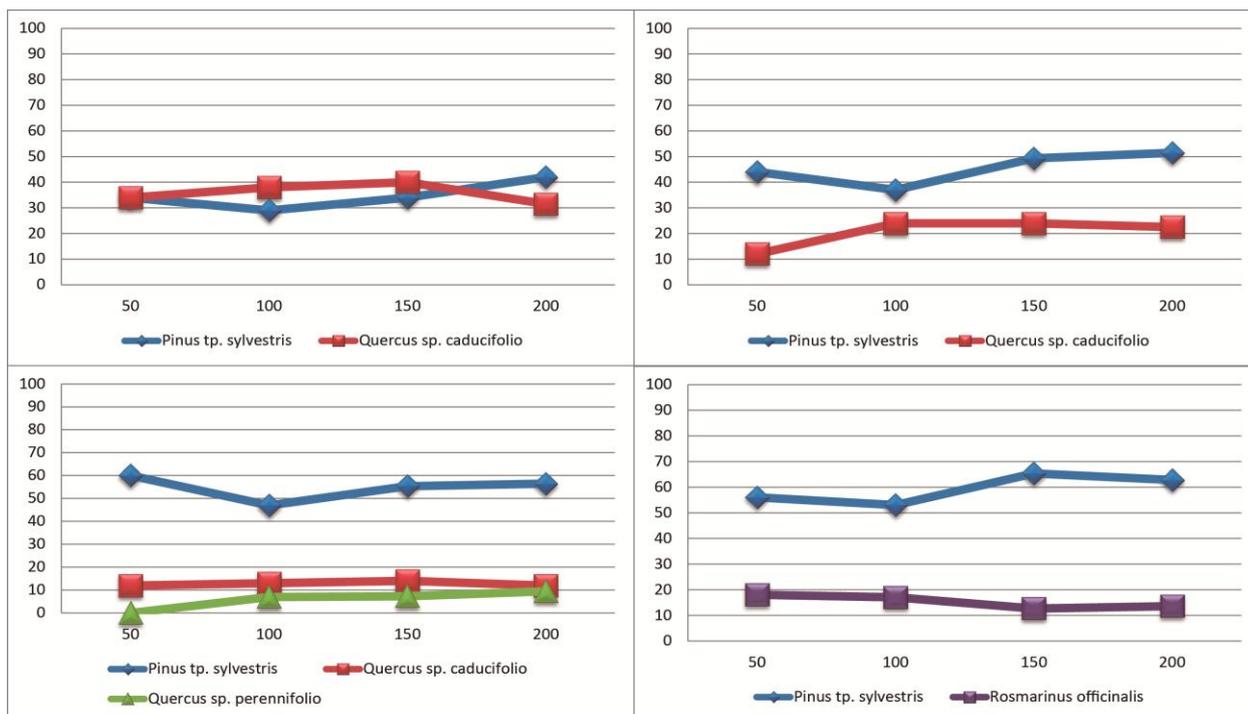


Figura 180. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes en las muestras antracológicas de Covas del Fem U.E. 2 (arriba izquierda), U.E. 3 (arriba derecha), U.E. 4 (abajo izquierda) y U.E. 5 (abajo derecha).

Si atendemos a las curvas taxonómicas, para la secuencia de las U.E. 102 a 109, las curvas taxonómicas presentan un comportamiento típico, donde el crecimiento de la curva es muy marcado en los primeros 100 fragmentos, con la aparición de entre 4 y 8 taxones (Figura 182). En las U.E. 102 y 103 no aparece ningún nuevo taxón a partir de los 100 fragmentos analizados. En la U.E. 104 aparece 1 sólo taxón más en el fragmento 103. En la U.E. 106 aparecen 2 nuevos taxones en los fragmentos 135 y 141. En la U.E. 107 aparece un solo taxón más en el fragmento 135. Todas estas curvas presentan intervalos de estabilización suficientemente amplios. No ocurre así con las curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de las U.E. 108 y 109 para las que sólo se han analizado 75 y 34 fragmentos respectivamente. En el intervalo representado las curvas presentan un crecimiento muy marcado y no llegan a estabilizarse. En ambas se documenta solamente la presencia de 3 taxones pero todo nos hace pensar que este número podría aumentar con el estudio de una muestra mayor.

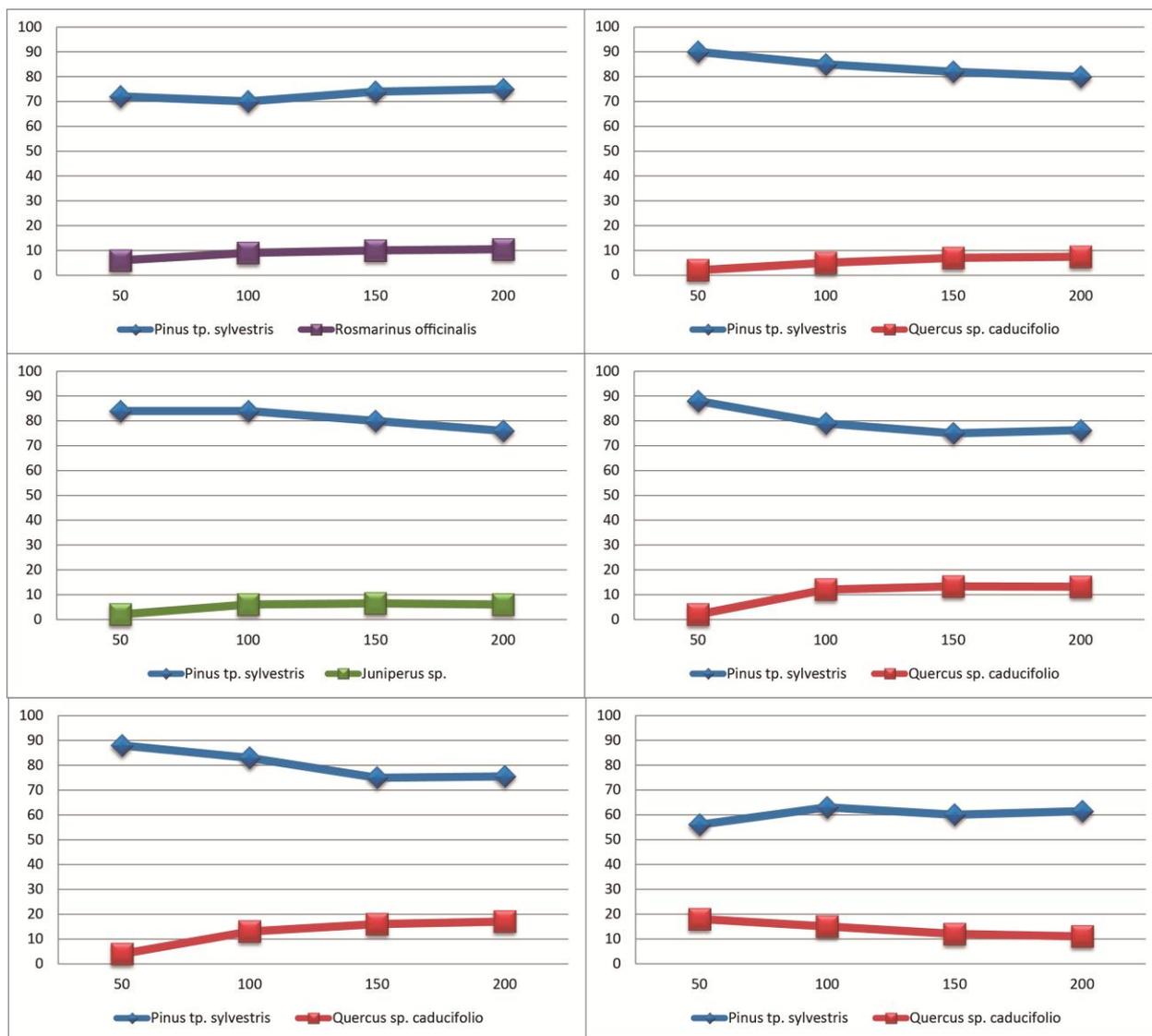


Figura 181. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes en las muestras antracológicas de Covas del Fem U.E. 102 (arriba izquierda), U.E. 103 (arriba derecha), U.E. 104 (centro izquierda), U.E. 106 (centro derecha), U.E. 107 (abajo izquierda) y U.E. 2104 (abajo derecha).

Para la secuencia de las U.E. 2 a 5, las curvas taxonómicas presentan un crecimiento muy rápido durante los primeros 100 fragmentos analizados, con la aparición de entre 9 y 11 taxones, que suponen además entre el 73 y el 100% de los taxones documentados (Figura 183). En la U.E. 2, tras un intervalo de estabilización iniciado a partir del fragmento 70, el undécimo taxón aparece en el fragmento 152 y el duodécimo en el 164, momento a partir del cual se abre un nuevo intervalo de estabilización. En la U.E. 3 la estabilización comienza en el fragmento 89 con la aparición del noveno taxón, momento a partir del cual sólo se documenta la aparición de 2 nuevos taxones, en el fragmento 165 y en el 200. En la U.E. 4 el intervalo de estabilización comienza con la aparición del undécimo taxón en el fragmento 89. A partir de ese momento aparecen 4 taxones

más entre el fragmento 160 y el 198. En la U.E. 5 el décimo y último taxón aparece en el fragmento 93, abriéndose un amplio intervalo de estabilización para esta muestra.

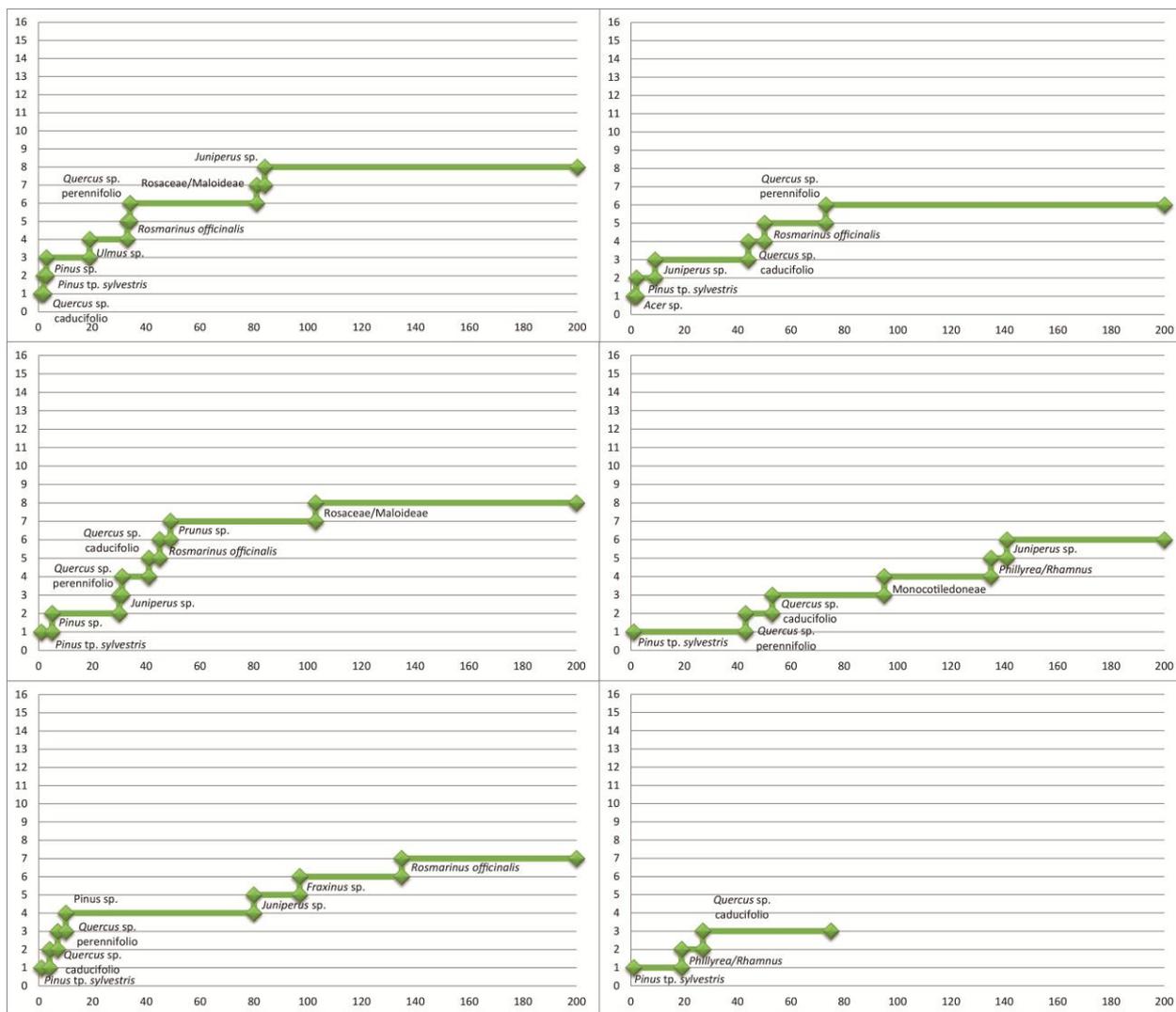


Figura 182. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Covas del Fem U.E. 102 (arriba izquierda), U.E. 103 (arriba derecha), U.E. 104 (centro izquierda), U.E. 106 (centro derecha), U.E. 107 (abajo izquierda) y U.E. 108 (abajo derecha).

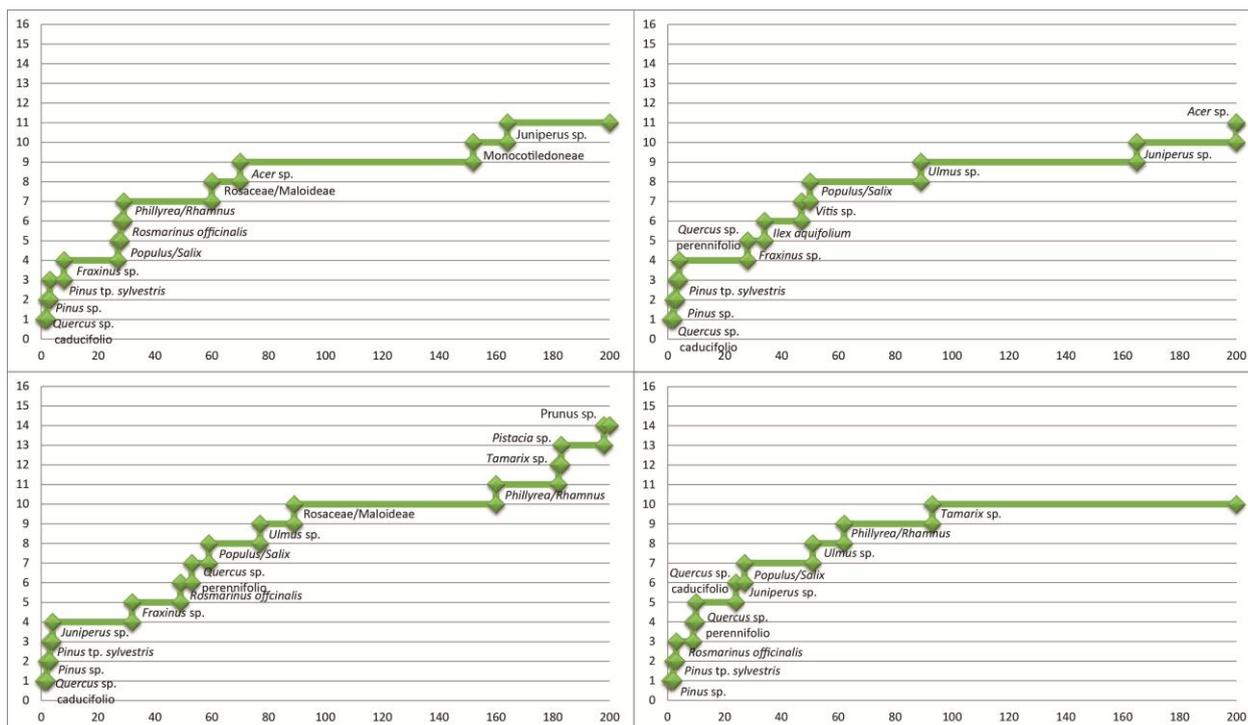


Figura 183. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Covas del Fem U.E. 2 (arriba izquierda), U.E. 3 (arriba derecha), U.E. 5 (abajo izquierda) y U.E. 6 (abajo derecha).

Para la secuencia de las U.E. 2102 a 2107, todas las curvas taxonómicas presentan de nuevo un crecimiento muy rápido durante los 100 primeros fragmentos, siguiendo el comportamiento típico de las curvas de esfuerzo-rendimiento para muestras antracológicas (Figura 184). Sólo las U.E. 2104 y 2106, de las que hemos podido estudiar un número mayor de fragmentos, 200 y 189 respectivamente, presentan un intervalo de estabilización suficientemente amplio. En la U.E. 2104 el noveno y último taxón aparece con el fragmento 115. En la U.E. 2106 los últimos taxones documentados aparecen en los fragmentos 97 y 98, momento a partir del cual se produce la estabilización de la curva. Las muestras procedentes de las U.E. 2102, 2103, 2105 y 2107, de las que sólo hemos podido estudiar entre 20 y 100 fragmentos, generan curvas taxonómicas que no llegan a estabilizarse, con la aparición de entre 6 y 8 taxones. Algo similar ocurre con la muestra estudiada para la Estructura 1 (Figura 185).

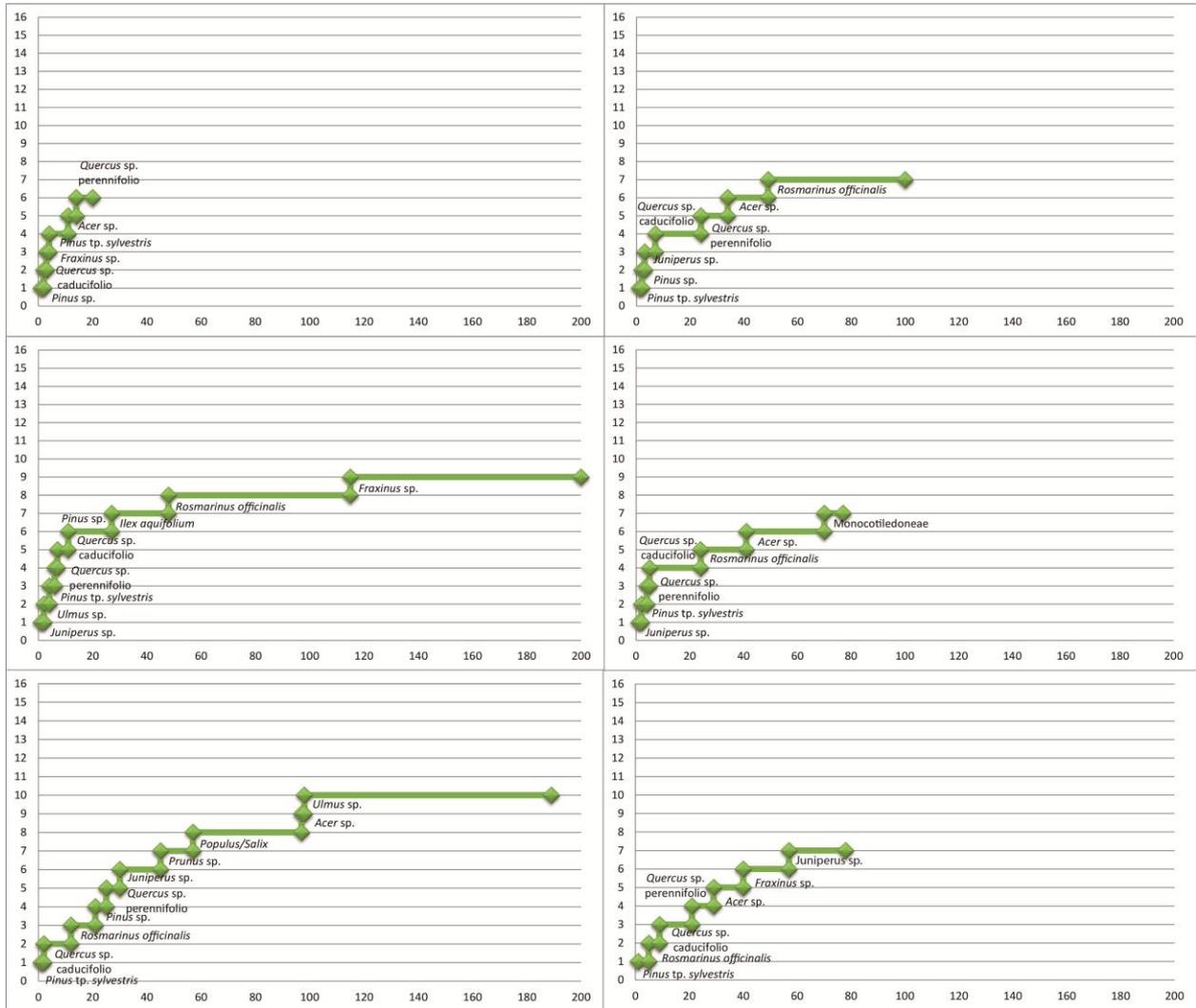


Figura 184. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Covas del Fem U.E. 2102 (arriba izquierda), U.E. 2103 (arriba derecha), U.E. 2104 (centro izquierda), U.E. 2105 (centro derecha), U.E. 2106 (abajo izquierda) y U.E. 2107 (abajo derecha).

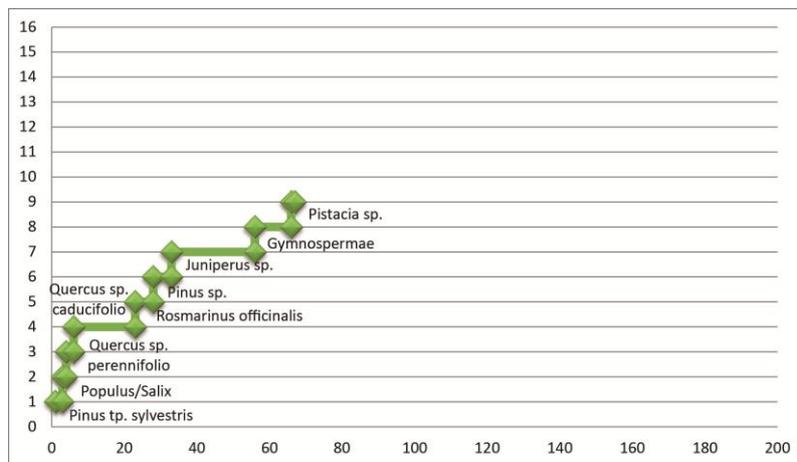


Figura 185. Curva taxonómica de las muestras antracológicas de la Estructura 1 (E1) de Covas del Fem.

6.7.6. Resultados del análisis antracológico.

En total en Coves del Fem se han determinado 18 taxones: arce (*Acer* sp.), fresno (*Fraxinus* sp.), acebo (*Ilex aquifolium*), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), monocotiledónea (Monocotiledoneae), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino (*Pinus* sp.), pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), lentisco/terebinto (*Pistacia* sp.), álamo/sauce (*Populus/Salix*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), rosácea (Rosaceae/Maloideae), romero (*Rosmarinus officinalis*), taray (*Tamarix* sp.), olmo (*Ulmus* sp.) y vid (*Vitis* sp.). *Pinus* tp. *sylvestris* y *Quercus* sp. caducifolio son los únicos taxones que aparecen documentados en todas las muestras analizadas procedentes de cada una de las Unidades Estratigráficas definidas en el yacimiento. Otros taxones como *Juniperus* sp., *Pinus* sp., *Quercus* sp. perennifolio y *Rosmarinus officinalis* están también presentes en la mayoría de las muestras, mientras que otros taxones como *Ilex aquifolium*, Monocotiledoneae o *Tamarix* sp. tienen una presencia muy esporádica, apareciendo en un número reducido de muestras.

Sondeo 1

- U.E. 102. Se han determinado 9 taxones: enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), rosácea (Rosaceae/Maloideae), romero (*Rosmarinus officinalis*) y olmo (*Ulmus* sp.).
- U.E. 103. Se han determinado 6 taxones: arce (*Acer* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) y romero (*Rosmarinus officinalis*).
- U.E. 104. Se han determinado 8 taxones: enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), rosácea (Rosaceae/Maloideae) y romero (*Rosmarinus officinalis*).
- U.E. 106. Se han determinado 7 taxones: enebro/sabina (*Juniperus* sp.), monocotiledónea (Monocotiledoneae), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) y romero (*Rosmarinus officinalis*).

- U.E. 107. Se han determinado 7 taxones: fresno (*Fraxinus* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) y romero (*Rosmarinus officinalis*).
- U.E. 108. Se han determinado 3 taxones: labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) y roble (*Quercus* sp. caducifolio).
- U.E. 109. Se han determinado 3 taxones: pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), prunoidea (*Prunus* sp.) y roble (*Quercus* sp. caducifolio).

El taxón mejor representado es el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) que representa entre el 75 y el 92% de los fragmentos estudiados. Otros taxones bien representados son el roble (*Quercus* sp. caducifolio) (17-4%), el romero (*Rosmarinus officinalis*) (11-1,5%) y la encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) (6-2,5%). El resto de taxones documentados tienen una presencia testimonial que en total no alcanza el 10% de los restos (Tabla 26).

Yacimiento	Coves del Fem													
	Mesolítico reciente								Neolítico antiguo cardial					
Etapa cultural														
Unidad estratigráfica	109		108		107		106		104		103		102	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Acer</i> sp.											2	1.0		
<i>Fraxinus</i> sp.					2	1.0								
<i>Juniperus</i> sp.					2	1.0	2	1.0	12	6.0	6	3.0	2	1.0
Monocotiledoneae							1	0.5						
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>			3	4.0			3	1.5						
<i>Pinus</i> sp.					4	2.0			5	2.5			6	3.0
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	25	86.2	69	92.0	151	75.5	152	76.8	152	76.0	160	80.4	151	76.6
<i>Prunus</i> sp.	1	3.4							8	4.0				
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	3	10.3	3	4.0	34	17.0	26	13.2	7	3.5	15	7.5	9	4.6
<i>Quercus</i> sp. perennifolio					5	2.5	12	6.0	4	2.0	9	4.5	3	1.5
Rosaceae/Maloideae									1	0.5			1	0.5
<i>Rosmarinus officinalis</i>					2	1.0	2	1.0	11	5.5	7	3.5	21	10.7
<i>Ulmus</i> sp.													3	1.5
Total determinable	29		75		200		198		200		199		196	
Indeterminable	5						2				1		4	
Total fragmentos	34		75		200		200		200		200		200	
Total taxa	3		3		7		7		8		6		8	

Tabla 26. Resumen de los resultados del análisis antracológico de Coves del Fem expresados en frecuencias absolutas y relativas. U.E. 102 a 109.

Sondeo 2.

- U.E. 2. Se han determinado 13 taxones: arce (*Acer* sp.), fresno (*Fraxinus* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), monocotiledónea (Monocotiledoneae), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), álamo/sauce (*Populus/Salix*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), rosácea (Rosaceae/Maloideae) y romero (*Rosmarinus officinalis*).

- U.E. 3. Se han determinado 11 taxones: arce (*Acer* sp.), fresno (*Fraxinus* sp.), acebo (*Ilex aquifolium*), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), álamo/sauce (*Populus/Salix*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), olmo (*Ulmus* sp.) y vid (*Vitis vinifera*).

- U.E. 4. Se han determinado 14 taxones: fresno (*Fraxinus* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), lentisco/terebinto (*Pistacia* sp.), álamo/sauce (*Populus/Salix*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), rosácea (Rosaceae/Maloideae), romero (*Rosmarinus officinalis*), taray (*Tamarix* sp.) y olmo (*Ulmus* sp.).

- U.E. 5. Se han determinado 10 taxones: enebro/sabina (*Juniperus* sp.), labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), álamo/sauce (*Populus/Salix*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), romero (*Rosmarinus officinalis*), taray (*Tamarix* sp.) y olmo (*Ulmus* sp.).

El taxón mejor representado es el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) que alcanza porcentajes entre el 42 y el 63% de los fragmentos estudiados. Otros taxones bien representados son el roble (*Quercus* sp. caducifolio) (31,5-7%), el romero (*Rosmarinus officinalis*) (13,5-1,5%) y la encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) (9,5-1,5%). Destacan numéricamente las especies de ribera como el fresno (*Fraxinus* sp.), el álamo/sauce (*Populus/Salix*) y el olmo (*Ulmus* sp.) que en total alcanzan cerca del 10% del total de la muestra en algunos niveles. El resto de taxones documentados tienen una presencia testimonial (Tabla 27).

Yacimiento	Coves del Fem							
	Neolítico antiguo cardial				Neolítico antiguo epicardial			
Unidad estratigráfica	5		4		3		2	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Acer</i> sp.					1	0.5	2	1.0
<i>Fraxinus</i> sp.			2	1.0	9	4.5	1	0.5
<i>Ilex aquifolium</i>					1	0.5		
<i>Juniperus</i> sp.	4	2.0	9	4.5	4	2.0	1	0.5
Monocotiledoneae							1	0.5
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	1	0.5	2	1.0			3	1.5
<i>Pinus</i> sp.	8	4.0	16	8.0	24	12.0	31	15.5
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	125	62.8	113	56.5	103	51.5	84	42.0
<i>Pistacia</i> sp.			1	0.5				
<i>Populus/Salix</i>	4	2.0	3	1.5	5	2.5	5	2.5
<i>Prunus</i> sp.			1	0.5				
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	14	7.0	24	12.0	45	22.5	63	31.5
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	13	6.5	19	9.5	3	1.5	3	1.5
Rosaceae/Maloideae			1	0.5			1	0.5
<i>Rosmarinus officinalis</i>	27	13.6	5	2.5			3	1.5
<i>Tamarix</i> sp.	1	0.5	1	0.5				
<i>Ulmus</i> sp.	2	1.0	2	1.0	4	2.0		
<i>Vitis vinifera</i>					1	0.5		
Total determinable	199		199		200		200	
Indeterminable	1		1					
Total fragmentos	200		200		200		200	
Total taxa	10		13		11		13	

Tabla 27. Resultados del análisis antracológico de Coves del Fem expresados en frecuencias absolutas y relativas. U.E. 2 a 5.

Sondeo 3.

- U.E. 2102. Se han determinado 6 taxones: arce (*Acer* sp.), fresno (*Fraxinus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio) y encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio).
- U.E. 2103. Se han determinado 7 taxones: arce (*Acer* sp.), fresno (*Fraxinus* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio) y encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio).
- U.E. 2104. Se han determinado 9 taxones: fresno (*Fraxinus* sp.), acebo (*Ilex aquifolium*), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), romero (*Rosmarinus officinalis*) y olmo (*Ulmus* sp.).
- U.E. 2105. Se han determinado 8 taxones: arce (*Acer* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), monocotiledónea (Monocotiledoneae), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp.

sylvestris), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) y romero (*Rosmarinus officinalis*).

- U.E. 2106. Se han determinado 10 taxones: arce (*Acer* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), álamo/sauce (*Populus/Salix*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), romero (*Rosmarinus officinalis*) y olmo (*Ulmus* sp.).

- U.E. 2107. Se han determinado 8 taxones: arce (*Acer* sp.), fresno (*Fraxinus* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) y romero (*Rosmarinus officinalis*).

El taxón mejor representado es de nuevo el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) (77-35%) seguido del roble *Quercus* sp. caducifolio (17,5-4%), el romero (*Rosmarinus officinalis*) (20-1%), el enebro/sabina (*Juniperus* sp.) (16-3%) y la encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) (6-1%).

Finalmente, en la *Estructura 1* se ha determinado 9 taxones: conífera indeterminada (Gymnospermae), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), lentisco/terebinto (*Pistacia* sp.), pino (*Pinus* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), álamo/sauce (*Populus/Salix*), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), y romero (*Rosmarinus officinalis*). De nuevo el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), seguido del roble (*Quercus* sp. caducifolio), son los taxones mejor representados en la muestra (Tabla 28).

Yacimiento	Coves del Fem													
Etapa cultural	Neolítico antiguo epicardial													
Unidad estratigráfica	2107		2106		2105		2104		2103		2102		E1	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Acer</i> sp.	2	2.8	2	1.1	3	4.2			1	1.0	1	5.9		
<i>Fraxinus</i> sp.	1	1.4					6	3.0			2	11.8		
Gymnospermae													2	3.3
<i>Ilex aquifolium</i>							1	0.5						
<i>Juniperus</i> sp.	2	2.8	12	6.6	7	9.8	15	7.6	16	16.3			4	6.6
Monocotiledoneae					1	1.4								
<i>Pinus</i> sp.					3	4.2			11	11.2	4	23.5	4	6.6
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	54	77.1	89	48.9	36	50.7	122	61.6	54	55.1	6	35.3	38	62.3
<i>Pistacia</i> sp.													1	1.6
<i>Populus/Salix</i>													4	6.6
<i>Prunus</i> sp.			2	1.1	16	22.5								
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	6	8.6	21	12.6	3	4.2	21	10.6	14	14.3	3	17.6	6	9.8
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	1	1.4	9	4.9	2	2.8	6	3.0	1	1.0	1	5.9	1	1.6
<i>Rosmarinus officinalis</i>	4	5.7	37	20.3			4	2.0	1	1.0			1	1.6
<i>Ulmus</i> sp.			2	1.1			3	1.5						
Total determinable	70		182		71		198		98		17		61	
Indeterminable	8		7		6		2		2		3		6	
Total fragmentos	78		189		76		200		100		20		67	
Total taxa	7		10		8		9		7		6		10	

Tabla 28. Resumen de los resultados del análisis antracológico de Coves del Fem expresados en frecuencias absolutas y relativas. U.E. 2102 a 2107.

6.7.7. Alteraciones registradas.

Las alteraciones de la anatomía de la madera registradas en este conjunto antracológico son importantes, tanto por la variedad de alteraciones observadas como por el número de fragmentos afectados. Se ha registrado madera de reacción, vitrificación, alteraciones producidas por xilófagos y grietas radiales. En el gráfico hemos representado exclusivamente las unidades estratigráficas en las que hemos estudiado más de 100 fragmentos (Figura 186).

De nuevo la madera de reacción es la alteración más importante numéricamente. Al parecer, su incidencia es mayor en los niveles más antiguos, U.E. 109 a 102, aunque también la hemos documentado abundantemente en la U.E. 4. No podemos desligar esta circunstancia del hecho de que se trate de una alteración exclusiva de la madera de las coníferas cuyo peso específico es superior precisamente en estos niveles, ya que los porcentajes de alteración, como en el resto de los casos, se han calculado respecto del

total, ignorando esta particularidad, con el objetivo de que el tratamiento de los datos sea lo más homogéneo posible.

La vitrificación, aparece también como un fenómeno bastante generalizado en este depósito, ya que, con porcentajes más o menos significativos, aparece en todas las unidades estratigráficas estudiadas, afectando en diferente medida a los distintos fragmentos. En el depósito de Coves del Fem, la vitrificación afecta indistintamente a gran parte de las especies identificadas, sin embargo, como hemos visto en otros casos, su incidencia es especialmente significativa en los niveles más antiguos (*U.E. 109 a 102*), ligada a la incidencia de la madera de reacción en las coníferas, especialmente *Pinus* sp. *sylvestris*, donde se alcanzan índices de alteración cercanos al 20%.

Las grietas radiales documentadas en este conjunto han supuesto una alteración significativa de la anatomía de la madera en buena parte de los fragmentos estudiados. Su incidencia en las diferentes unidades estratigráficas estudiadas parece bastante homogénea, si bien parece especialmente significativa en las *U.E. 2106 y 2014* donde más del 10% de los fragmentos estudiados aparecen afectados por esta alteración, sin que al margen de esto observemos ninguna pauta o tendencia observable a lo largo de la secuencia.

Particularmente interesante resulta el caso de las alteraciones producidas por agentes biológicos, esto es, insectos xilófagos y hongos. Este tipo de alteración apenas ha sido documentada en el resto de yacimientos estudiados en este trabajo, sin embargo, aparece bien representada en el registro antracológico de Coves del Fem. Los fragmentos de madera afectados parecen concentrarse en la secuencia estratigráfica excavada en E21 (sondeo 3) al fondo de la cavidad, que contiene los momentos de ocupación más recientes. Por lo general, esta alteración, que aparece de forma intermitente a lo largo de los diferentes niveles que componen la secuencia, afecta a menos del 4% de los fragmentos estudiados, mientras que en las *U.E. 2103 a 2106* alcanzan valores de hasta el 20%.



Figura 186. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas.

6.7.8. Interpretación de los resultados.

Se trata de un conjunto antracológico muy rico, tanto por el número de fragmentos recuperados como por la variedad de taxones determinados. La presencia de pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) y de roble (*Quercus* sp. *caducifolio*) es una constante a lo largo de toda la secuencia, siendo sin duda las especies más recurrentemente explotadas por los habitantes de Coves del Fem. Su presencia es también relevante en la única estructura estudiada (*E1*) (Figura 187).

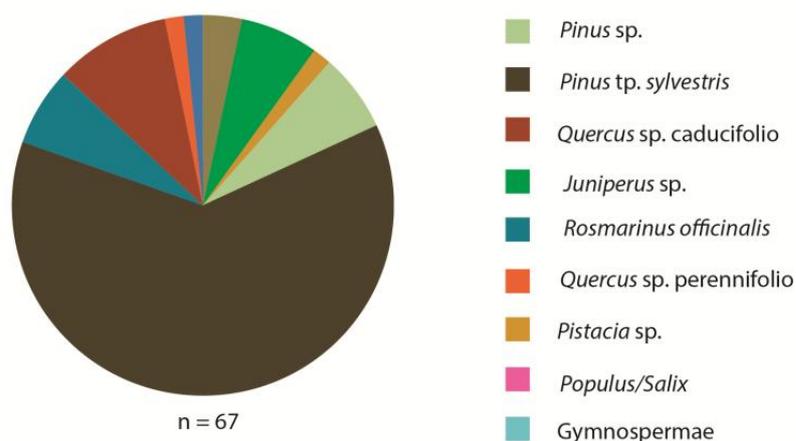


Figura 187. Frecuencias de aparición de los taxones determinados en la *Estructura 1* de Coves del Fem.

Durante la ocupación mesolítica, que se corresponde con la primera mitad del VIII milenio cal BP (7983 ± 19 y 7563 ± 30 cal BP) domina claramente el consumo del pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) en porcentajes en torno al 75% de los fragmentos estudiados, mientras que el roble (*Quercus* sp. *caducifolio*) apenas representa el 15%. La encina/coscoja (*Quercus* sp. *perennifolio*), que está presente entre las especies consumidas aunque con porcentajes discretos, entre el 2,5 y el 6%, aparece acompañada de algunos taxones de carácter mediterráneo como labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), romero (*Rosmarinus officinalis*) o enebro/sabina (*Juniperus* sp.) entre las coníferas. A pesar de la proximidad del río Montsant, que discurre a la entrada del yacimiento en la actualidad, no documentamos consumo de taxones de ribera durante la ocupación mesolítica de Coves del Fem.

Durante la primera fase de la ocupación neolítica, que se corresponde culturalmente con un Neolítico antiguo cardial y se desarrolla durante la segunda mitad del VIII milenio cal BP (7526 ± 32 y 7281 ± 28 cal BP), el pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) continúa siendo el taxón más consumido, con porcentajes similares, alcanzando en algunos casos

el 80%. Continúa también el consumo del roble (*Quercus* sp. caducifolio), aunque este pierde peso específico con respecto al total de la muestra, ya que no supera en ningún caso el 7,5% de los restos. Aparecen especies caducifolias propias de las orlas forestales como las prunoideas (*Prunus* sp.) y las rosáceas (Rosaceae/Maloideae) que probablemente presentarán un carácter arbustivo y espinoso. Esta pérdida de importancia del robledal caducifolio se ve compensada por la explotación del componente arbustivo de carácter mediterráneo en este momento de ocupación. El consumo de elementos procedentes de encinar/coscojar (*Quercus* sp. perennifolio) y sabinar/enebral (*Juniperus* sp.), que pueden formar masas mixtas, alcanzan ahora valores similares al robledal, suponiendo hasta el 8% de los restos estudiados en algunos casos. Sin duda, un elemento especialmente característico del paisaje de las Coves del Fem durante este momento de ocupación es la explotación del matorral mediterráneo de carácter gipsófilo, encarnado por el romeral (*Rosmarinus officinalis*). Durante esta fase neolítica hace también su aparición en el registro antracológico la vegetación de ribera, con la presencia de arce (*Acer* sp.) y olmo (*Ulmus* sp.), aunque con porcentajes muy discretos, en torno al 1%. Si atendemos a los taxones explotados en esta fase en relación con las precedente y siguiente, observamos un retroceso de los taxones caducifolios entre la leña consumida, lo que podría estar en relación con una disminución de estos taxones en el entorno del asentamiento en relación con el conocido evento climático 7.4, documentado en diversos depósitos lacustres ibéricos, que supone un aumento del frío y la aridez (Pérez Sanz et al., 2013; Vegas Vilarrubia et al., 2013) y una reducción del desarrollo forestal en el Mediterráneo (Fletcher et al., 2010; 2013).

Durante una segunda fase de ocupación neolítica, que se corresponde culturalmente con un Neolítico Antiguo Epicardial, desarrollada durante la primera mitad del VII milenio cal BP (6811±44 y 6580±46 cal BP), observamos el cambio más importante en la vegetación consumida. Durante esta fase, aunque el pinar de pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) continúa siendo el elemento dominante en el registro, su consumo decrece progresivamente, hasta alcanzar apenas el 42% de los restos estudiados en el nivel más reciente. Paralelamente, el consumo del roble (*Quercus* sp. caducifolio) aumenta también de forma progresiva hasta alcanzar el 31,5%. Hay también un aumento en la variedad de especies consumidas en este momento. La vegetación de ribera se diversifica, a los arces (*Acer* sp.) y olmos (*Ulmus* sp.) se unen acebo (*Ilex aquifolium*), fresno (*Fraxinus* sp.), chopo/sauce (*Populus/Salix*) y vid (*Vitis* sp.) de forma que la

vegetación riparia alcanza en algunos niveles más del 10% del total de los fragmentos estudiados. Destaca la presencia de dos fragmentos de taray (*Tamarix* sp.) un elemento ripario halófilo típicamente mediterráneo que actualmente crece en zonas estacionalmente encharcadas. En lo que respecta al componente más mediterráneo de la vegetación, el consumo de romero (*Rosmarinus officinalis*) alcanza los valores máximos al principio de la ocupación epicardial, con un 13,6% en la U.E. 5 y un 20,3% en la U.E. 2106, momento en el que también es importante el consumo de la encina/coscoja (*Quercus* sp. *perennifolia*). El consumo del enebro/sabina (*Juniperus* sp.) gana importancia en un segundo momento, especialmente en las muestras procedentes del fondo de la cavidad (E21). Este cambio de tendencia en el consumo puede significar que estas formaciones forestales se acercan al asentamiento, provocando un cambio en el paisaje forestal, indicando una mejoría climática marcada por un aumento de la termicidad y la tendencia al establecimiento de unas condiciones climáticas de tipo mediterráneo, así como unas condiciones de mayor humedad asociadas a la cercanía del río Montsant.

Para terminar, el estudio de las alteraciones de la anatomía de la madera nos permite hacer inferencias relativas al estado en el que fue consumida la madera. Durante la ocupación mesolítica, es especialmente importante la incidencia de la madera de reacción y la vitrificación. Como hemos comentado ya sobradamente en otros yacimientos, la aparición de estas alteraciones podría estar relacionada con el consumo de ramas arrancadas de los árboles, especialmente de los pinos (*Pinus* sp.) que serían tan abundantes en el medio (Revelles, informe inédito). Podemos relacionar este hecho con un consumo oportunista e inmediato de los recursos más accesibles en el entorno inmediato del asentamiento. Más llamativo es el aumento de en el consumo de madera alterada por agentes biológicos durante las últimas fases de la ocupación neolítica, especialmente en las muestras procedentes del fondo de la cavidad (E 21), lo que nos está sugiriendo el consumo de madera degradada como combustible. Esto, unido a la ya comentada presencia en el yacimiento de esporas de hongo que actúan como agentes descomponedores de madera (Revelles, informe inédito) proponemos la existencia de un consumo aplazado de la leña almacenada en el yacimiento durante la ocupación epicardial.

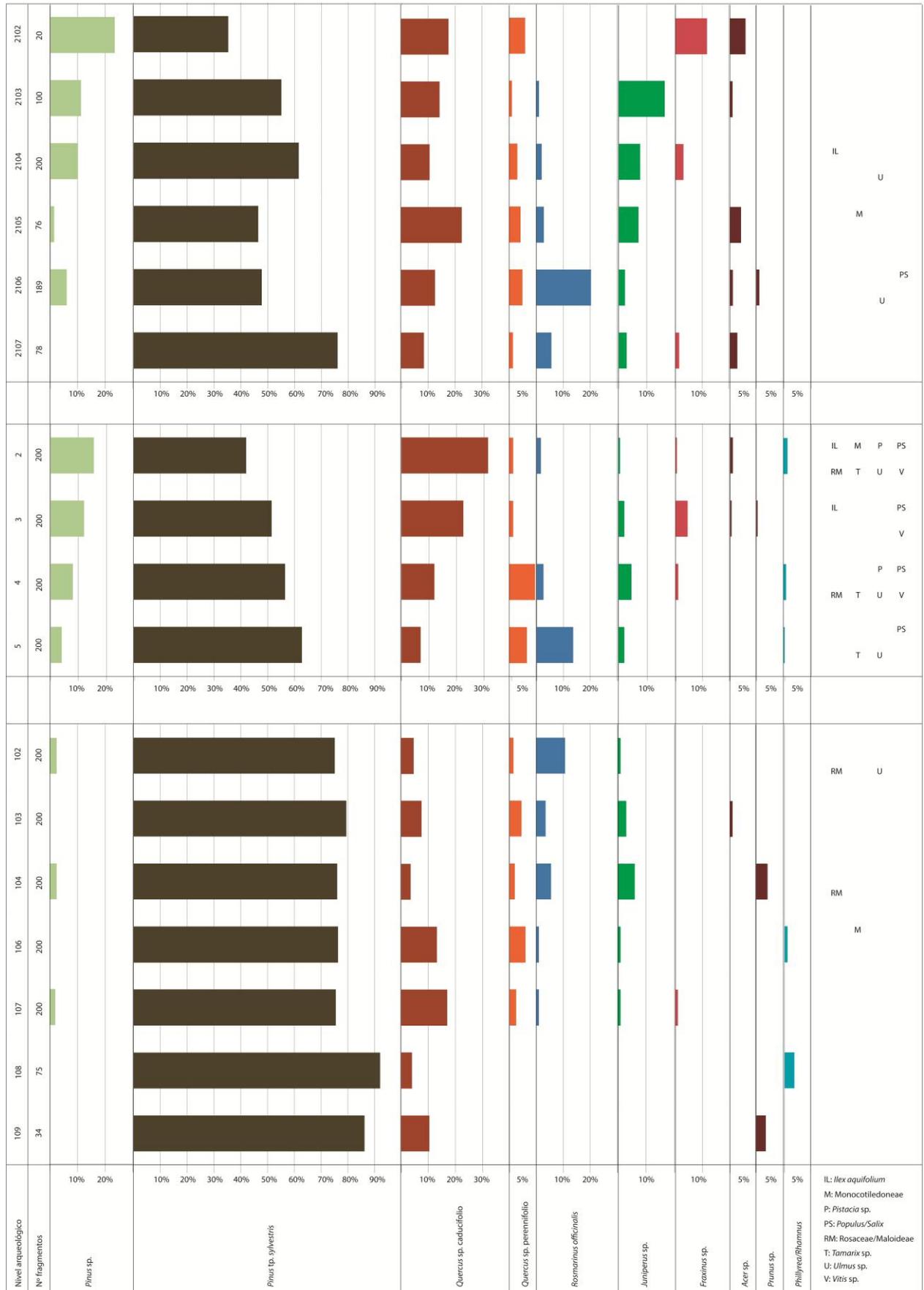
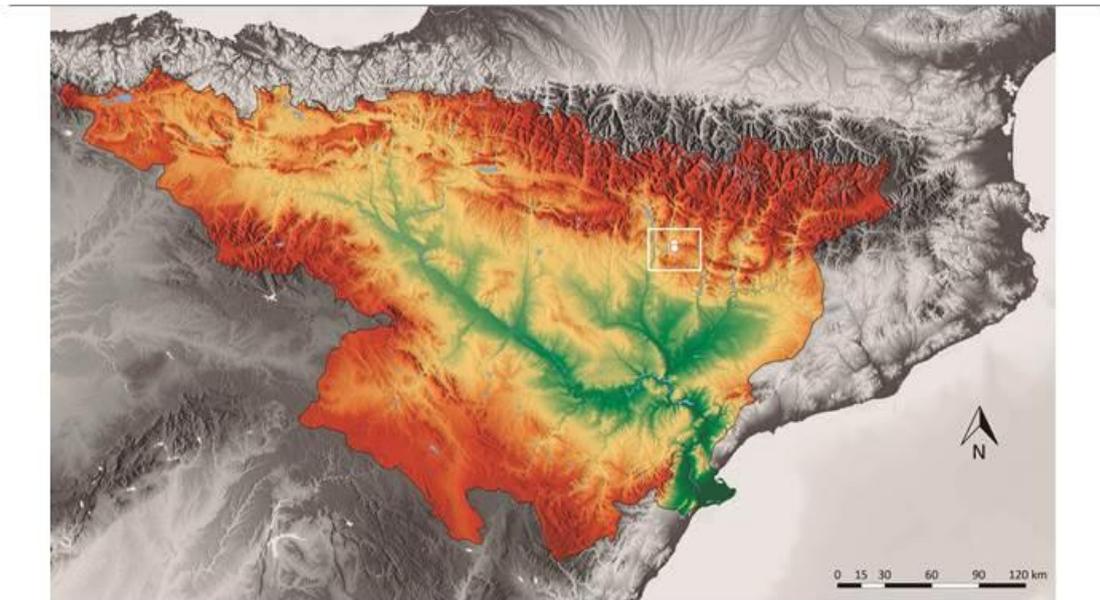


Figura 188. Diagrama antracológico de Coves del Fem (Ulldemolins, Tarragona).

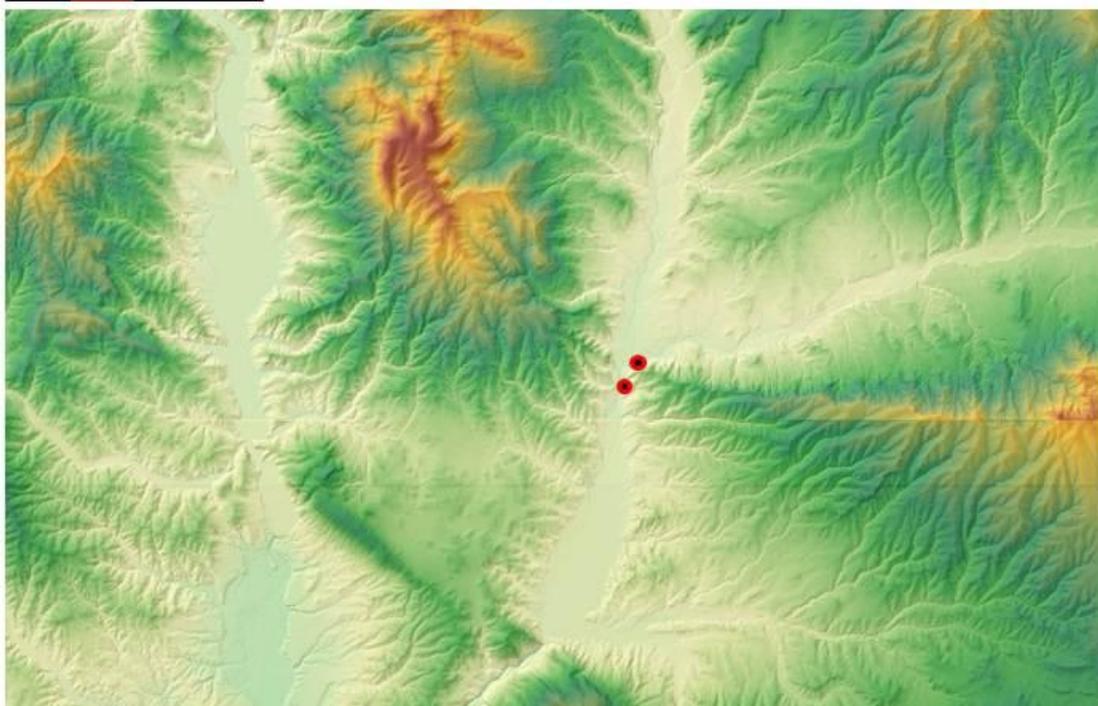
6.8. LA PEÑA DE LAS FORCAS (GRAUS, HUESCA).



MDT05/MDT05-LIDAR.
 Paso de malla de 5 m.
 IGN MTN 50.
 De la hojas 250 y 288: «Graus» y «Fonz»
 Cota máxima de las hojas: 1447.75 y 1154.04 mts.
 Cota mínima de las hojas: 439.24 y 279.36 mts.

Forcas II	31T 280343.25 E
	4673715.91 N
	Alt. 472 mts.
Forcas I	31T 280137.58 E
	4673268.05 N
	Alt. 487 mts.

0 3100 6200 metros



6.8.1. Localización y contexto biogeográfico.

Los abrigos de Forcas I y Forcas II, separados por escasos metros de distancia, se encuentran en el paraje conocido como Peña de las Forcas (635 msnm), que se eleva a expensas de conglomerados miocenos del Aquitaniense y representa el extremo más occidental de la sierra del Castillo de Laguarres (Mazo y Utrilla, 2014). La peña se localiza en la margen izquierda del río Ésera, que corta ésta unidad estructural prepirenaica, en la confluencia de este río con su tributario Isábena a su paso por la localidad altoaragonesa de Graus (Huesca), donde se desarrolla una importante llanura aluvial (Peña Monné y Sopena, 2014). Los yacimientos están situados en la base del escarpe conglomerático, aprovechando los abrigos estrechos y de escasa penetración generados por la de zapado del río, quedando unos 300 m por debajo de los relieves circundantes a una altitud de 470 manm. En opinión de los investigadores, no se trata de sitios con una clara sensibilidad arqueológica, especialmente en el caso de Forcas II, orientado al norte y víctima de sucesivas inundaciones del río. Sin embargo, geográficamente el enclave ofrece una posición ventajosa al situarse en un estrechamiento del cauce del Ésera que se convierte en un paso obligado entra montaña y el valle de Barasona (hoy cubierto por las aguas del embalse), donde además el Isábena funciona como vía transversal. Esta ubicación facilita el acceso a recursos de biotopos diversos y se convierte en un punto de control de cualquier desplazamiento (Utrilla y Mazo, 2014a; Mazo y Utrilla, 2014).

Desde el punto de vista biogeográfico, la Peña de las Forcas, se encuentran dentro de la Región Mediterránea, Provincia Aragonesa, sector Montano aragonés (Rivas Martínez, 1982, 1987). Su altitud a 480 msnm, lo ubica en el piso Mesomediterráneo, en la zona de transición entre la montaña y el valle. En la actualidad el clima es mediterráneo de montaña media, con una temperatura media anual de 15,4°C, con una oscilación media en torno a los 19°, aunque con amplitudes extremas mucho mayores como consecuencia del rigor de las temperaturas, tanto invernales como estivales. Las precipitaciones alcanzan los 576 mm, siendo los máximos de lluvia en los meses de otoño y primavera. La vegetación actual en el entorno del yacimiento está dominada por formaciones de quejigo (*Quercus faginea* Lam. subsp. *faginea*) acompañado de abundantes elementos mediterráneos entre los que podemos destacar la carrasca (*Quercus ilex* L. subsp. *rotundifolia*), la coscoja (*Quercus coccifera* L.), el pino carrasco (*Pinus halepensis*

Mill.), algunas lamiáceas, como el romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y el tomillo (*Thymus* sp.), y cultivos de olivos (*Olea europea* L. var. *domestica*) entre otras especies y formaciones de bosque galería, muy alteradas por la acción antrópica, flanqueando las riveras de los ríos (González-Sampériz, 2014).

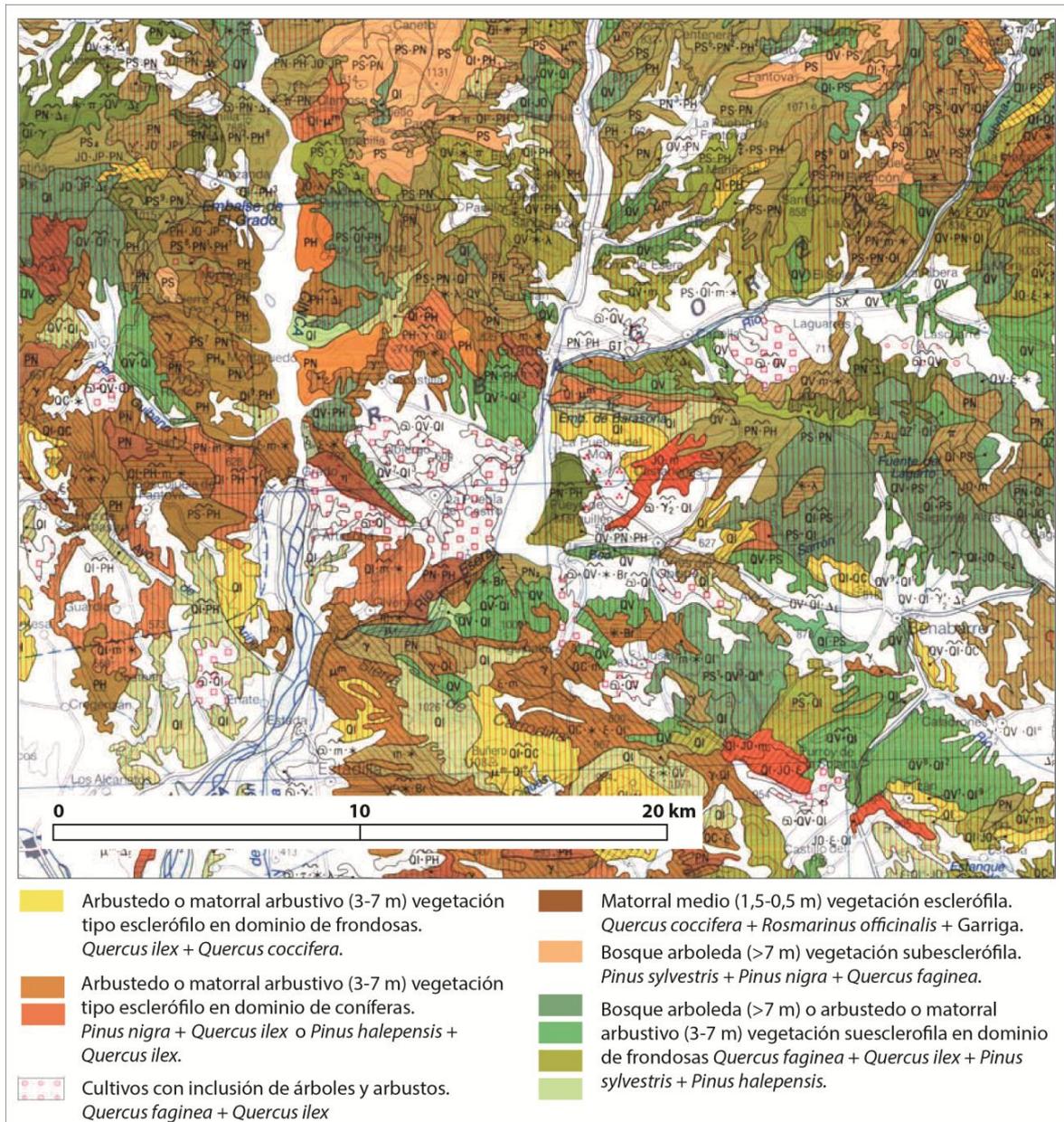


Figura 189. Vegetación actual del entorno de Forcas II (Graus, Huesca) según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-3 Huesca.



Figura 190. Viseras de los abrigos de Forcas I (arriba) y Forcas II (abajo).

6.8.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.

El yacimiento de Forcas I fue descubierto de forma casual en 1990 por J. Vaquer. Parte de la estratigrafía era visible tras haber sido destruido en su mayor parte por una explotación de gravas realizada en el lugar por el propietario del terreno, por lo que se consideró la necesidad de realizar una campaña de urgencia. El abrigo de Forcas I, a 1 km del casco urbano de Graus, se localiza en la margen izquierda del río Ésera, a unos 10 metros sobre su cauce actual. Durante los trabajos arqueológicos realizados, en 1991 fue descubierto por C. Mazo un abrigo vecino que se encuentra en el mismo farallón a unos 400 m. del anterior, ya a la altura del casco urbano de Graus pero en la orilla opuesta del río (la izquierda). Este abrigo, conocido como Forcas II, había sido cortado parcialmente por la pista forestal del camino a Portaspana que rodea el abrigo y colmatado en su parte central con material de derribo hasta dejar la superficie nivelada. Está formado por una gran visera, poco profunda (unos 4 m. conservados) pero de gran longitud (un mínimo de 32 m.), orientada al Norte y situada a unos cinco metros sobre el cauce del río Ésera, hoy oculto por el embalse de Barasona o de Joaquín Costa, cuya proximidad a los yacimientos en la actualidad genera un paisaje muy diferente al que dominaría el entorno de los yacimientos durante la ocupación prehistórica.

Los trabajos arqueológicos, llevados a cabo durante cinco campañas de excavación realizadas en los años 1990, 1991, 1992, 1996 y 1997 han sido codirigidos por P. Utrilla y C. Mazo, ambos pertenecientes a la Universidad de Zaragoza.

Las unidades espaciales básicas de referencia utilizadas fueron cuadros de un metro de lado, que se numeraron a partir de un punto cero utilizando números árabes y letras mayúsculas (p.e. 12 A, 12 B), y las de excavación fueron sectores con lados de 33 cm numerados de 1 a 9 que se excavaron en tallas y semitallas de 10 y 5 cm de espesor en aquellos niveles arqueológicamente fértiles. La recogida de muestras de carbón vegetal se realizó de forma manual y exclusivamente con el objetivo de la obtención de fechas radiocarbónicas. Esto ha comprometido la cantidad de material recuperado y su representatividad. La flotación de parte del sedimento de la excavación de Forcas II, ya que así lo permitieron las posibilidades de la excavación y la disponibilidad de agua, no se tradujo en la recuperación de restos carpológicos ni de una cantidad importante de carbón para su estudio antracológico (Utrilla y Mazo, 2014b).

6.8.3. Estratigrafía, cronología y materiales arqueológicos.

Los abrigos de Forcas I y Forcas II presentan sendos depósitos estratigráficos encabalgados que evidencian una prolongada ocupación en el lugar, casi continua, desde el Magdaleniense Inferior hasta el Neolítico reciente, con dos ocupaciones posteriores en el Calcolítico y en época romana altoimperial (Mazo y Utrilla, 2014).

El abrigo de Forcas I.

En los 23 m lineales excavados a lo largo de la visera del abrigo se localizaron 14 niveles de los que 8 resultaron arqueológicamente fértiles. A continuación describimos la secuencia arqueológica definida en las campañas de 1990 y 1992 (Mazo y Utrilla, 1994; Utrilla y Mazo, 2014):

- *Nivel 4.* Nivel ceniciento de gravillas y limos en el que se recuperaron algunos fragmentos de cerámica lisa espatulada y de molinos de mano.
- *Nivel 5.* Nivel de limos con grandes cantos rodados, arqueológicamente estéril.
- *Nivel 6.* Nivel de gravillas fluviales y cantos rodados, arqueológicamente estéril.
- *Nivel 7.* Nivel de limos amarillos y rojizos y lentejones negros. Aparece una industria lítica en la que destacan los raspadores unguiformes apuntados en la parte proximal y un triángulo escaleno. En lo que respecta a las estructuras, en el cuadro 8K se documentó un hogar con abundantes carbones. Con una datación disponible que lo sitúa en el 10628 ± 228 cal BP se adscribe al Aziliense o Epipaleolítico microlaminar.
- *Nivel 8.* Nivel de gravillas planas con algunos cantos rodados. Aparecen algunos carbones y elementos líticos poco representativos.
- *Nivel 9.* Nivel de limos amarillos con lentejones grises. Entrega restos de fauna y una industria lítica poco característica. Con una datación disponible que lo sitúa en el 11051 ± 149 cal BP se adscribe a un Epipaleolítico genérico o bien a un Aziliense o Epipaleolítico microlaminar.
- *Nivel 10.* Nivel de gravillas y cantos, tanto angulosos como redondeados. El estudio sedimentológico atribuye su formación a una crioturbación provocada por el Younger Dryas. En su interior se distingue un hogar en el que se suceden lentejones negros, rojos

y amarillos. Datado en el 12922 ± 101 cal BP se adscribe a un Magdaleniense Final o Aziliense.

- *Nivel 11.* Nivel compuesto por la sucesión de laminaciones que alternan arcillas rosadas y cenizas con aparición de hogares. Se dispone de dos dataciones que lo sitúan entre el 13990 ± 207 y el 14181 ± 232 cal BP corresponde a un Magdaleniense Superior/Final.

- *Nivel 12.* Nivel de limos amarillos que ofrece escasos restos de sílex.

- *Nivel 13.* Nivel de limos y gravillas de color ceniciento con lentejones rojos, grises y negros que formarían parte de hogares. Se dispone de una datación que lo fecha en el 14698 ± 320 cal BP. A pesar de que presenta una industria ósea escasa con ausencia de arpones se adscribe a un Magdaleniense Superior.

- *Nivel 14.* Nivel de limos grisáceo-amarillentos con piedras en su parte alta. Ha entregado abundantes restos de sílex, especialmente hojitas de dorso. Se data entre el 14955 ± 298 y el 15776 ± 678 cal BP. Se adscribe culturalmente al Magdaleniense Superior.

- *Nivel 15.* Nivel de conglomerados que entregó abundantes raspadores nucleiformes, *rabots*, un raspador/buril sobre lámina, abundantes laminitas de sílex negro y un cato rodado plano con restos de ocre rojo. Se data en el 17579 ± 252 cal BP y se adscribe a un Magdaleniense Inferior de tipo cantábrico clásico.

- *Nivel 16.* Nivel de limos, arenas y pequeños cantos arqueológicamente estéril, que ha entregado algunos materiales líticos en su tramo superior procedentes del *nivel 15*.

- *Nivel 17.* Nivel de arenas y cantos rodados, arqueológicamente estéril, que podría corresponder a una terraza del río Ésera.

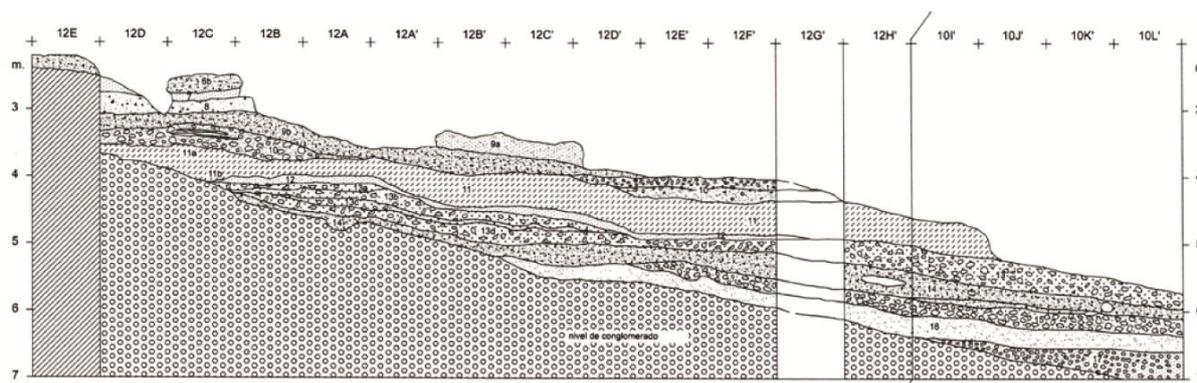


Figura 191a. Corte estratigráfico del abrigo de Forcas I.

El abrigo de Forcas II.

Sólo en la parte oeste del abrigo, donde la caída de grandes bloques de conglomerado de la visera ha permitido la conservación de los niveles arqueológicos, ha sido posible definir con detalle y datar toda la secuencia neolítica y mesolítica. En el resto del abrigo estos niveles han sido alterados por las sucesivas inundaciones del río Ésera y por intervenciones antrópicas posteriores. En la parte este del abrigo se documenta una ocupación calcolítica con presencia de cerámica campaniforme y enterramientos humanos en una grieta del conglomerado. En la parte central, los niveles arqueológicos aparecen totalmente removidos. Esta alteración de la estratigrafía se produciría tanto en época antigua como reciente, dejando únicamente intacto el nivel inferior de la secuencia. La estratigrafía que entrega el yacimiento es distinta en las diferentes zonas excavadas del abrigo (Mazo y Utrilla, 1994a, 1994b, 1999; Utrilla y Mazo, 1991, 1997, 2007, 2014).

Todas las muestras antracológicas tomadas en consideración en este trabajo proceden de la parte derecha del abrigo, por lo que es en cuya descripción estratigráfica nos centraremos a continuación (Utrilla y Mazo, 2014). Aunque la definición de los niveles estratigráficos en el abrigo de Forcas II ha sido variable a lo largo de las diferentes campañas de excavación, tras la campaña de excavación de 1996 se establecieron los niveles definitivos para los que se adopta la numeración estratigráfica con números romanos de abajo hacia arriba que es la que nosotros hemos seguido en este trabajo. En el caso de las muestras antracológicas procedentes de campañas anteriores a 1996 se ha buscado la equivalencia de la antigua nomenclatura de los niveles con la moderna para poder establecer una secuencia.

Áreas excavadas de Forcas II.

 cuadros excavados

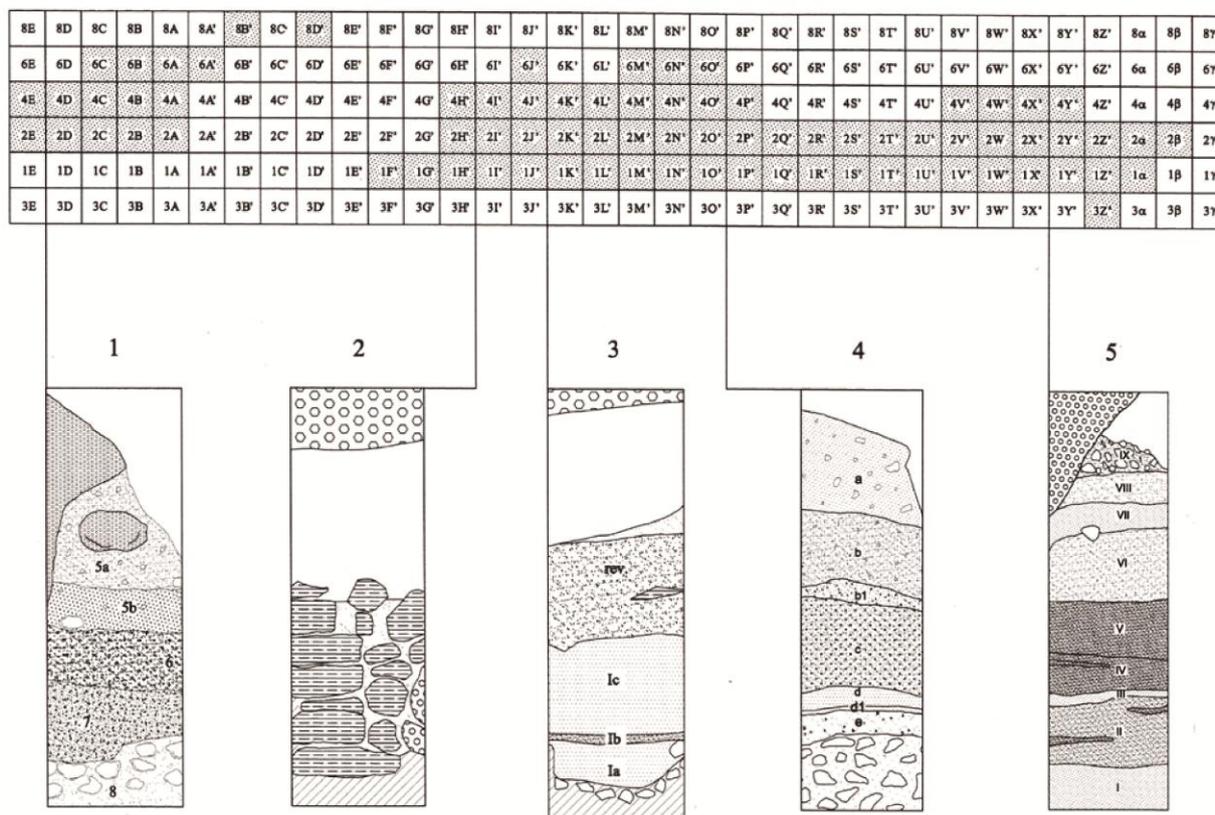


Figura 191b. Cuadrícula de excavación en el abrigo de Forcas II, en gris la superficie excavada. Se muestran los cortes estratigráficos en según las diferentes campañas y zonas del yacimiento. 1: niveles calcolíticos (parte este); 2: muro romano; 3: niveles en los cuadros centrales tras la campaña de 1991; 4: niveles en los cuadros centrales tras la campaña de 1992; 5: niveles definitivos observados tras la campaña de 1996 (Utrilla y Mazo, 2014)

- *Nivel VIII.* Es un nivel de color amarillento con abundante material detrítico de la ladera y restos de la actividad humana (carbones, materia orgánica). Sólo se detectó en los cuadros adosados a la roca del abrigo. Contiene los primeros indicios de una economía auténticamente neolítica, con alguna hoja de hoz con pátina de cereal y ovicápridos. Probablemente contenga restos de dos momentos de ocupación neolítica dada la disparidad de sus fechas (7564±166 cal BP sobre carbón y 6118±75 cal BP sobre hueso) y materiales (industria lítica con taladros de larga punta y cerámicas exclusivamente lisas).

- *Nivel VII.* Formado por un sedimento amarillo de origen fluvial a base de arenas finas con ausencia materiales gruesos se trata de un nivel arqueológicamente estéril.

- *Nivel VI.* Se trata de un nivel de color marrón con aportes detríticos naturales procedentes de la ladera y un elevado contenido de materia orgánica con una buena

presencia de cantos y gravas. Ha entregado una industria lítica a base de geométricos exclusivamente de doble bisel, cerámicas impresas e incisas y hachas pulimentadas por lo que se adscribe culturalmente a un Neolítico antiguo epicardial. La fauna continúa siendo exclusivamente salvaje. Se dató en 7762 ± 163 cal BP sobre carbón y en 7613 ± 31 cal BP sobre hueso.

- *Nivel V.* Se trata de un nivel oscuro, muy negro, con gravillas procedentes del conglomerado terciario y algún canto de bordes muy evolucionados. No presenta ninguna transición respecto al nivel subyacente (*nivel IV*) por su composición pero sí por su contenido arqueológico con la presencia de alguna cerámica cardial y de triángulos de doble bisel acompañando a los triángulos de retoque abrupto, por lo que se adscribe al Neolítico antiguo cardial. Entre las estructuras destacan algunas cubetas excavadas en el *nivel IV* y hogares con abundantes cantos rodados, alguna piedra de molino, un machacador de ocre. La fauna recuperada es exclusivamente salvaje. Las dataciones radiocarbónicas lo sitúan entre 7810 ± 116 y 7789 ± 90 cal BP sobre carbón y en 7619 ± 30 cal BP sobre hueso.

- *Nivel IV.* Es un nivel oscuro, marrón grisáceo, con gravas procede del conglomerado terciario. Se data en 7953 ± 313 cal BP sobre carbón y en 7853 ± 58 cal BP sobre hueso. Ha entregado una industria a base de triángulos de retoque abrupto, algunos con retoque inverso en la base, clasificable en un Mesolítico geométrico tardío con influencias ultrapirenaicas. Las estructuras documentadas en este nivel son numerosas, predominando los hogares en cubetas circulares y hoyos que perforan los niveles subyacentes (EC).

- *Nivel III.* Se trata de un nivel de arenas estéril de color amarillo que resultó arqueológicamente estéril. A veces perforado por cubetas procedentes del *nivel IV* que entran en contacto con el nivel II.

- *Nivel II.* Se formaría tras una fase de erosión sobre la superficie del nivel infrayacente y se caracteriza por su intenso color rojizo aunque con frecuencia presenta zonas más oscuras. Con toda seguridad estas constituirían estructuras o áreas de combustión no delimitadas (AC). La industria lítica recuperada se compone de 31 microlitos geométricos, la mayoría triángulos de retoque abrupto y microburiles. Ha ofrecido unas dataciones de 8077 ± 60 cal BP sobre carbón y de 7979 ± 25 cal BP sobre hueso.

- *Nivel I*. Formado por arenas finas de color amarillo, procedentes del desbordamiento del Ésera-Isábena, se subdivide en Ia, Ib y Ic, siendo el nivel Ib el único fértil, con una eventual ocupación humana que ha dejado un débil nivel de carbones formando hogares de gran tamaño. La industria lítica recuperada, adscribible al Mesolítico macrolítico de muescas y denticulados, es bastante escasa. Este nivel arqueológico se data por radiocarbono en 9646 ± 80 cal BP.

Yacimiento	Nivel	EC	Data	σ	Ref. laborat.	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
<i>Forcas I</i>	15	MAGIN	14440	70	GrA-25979	17810-17410	H	AMS	<i>Utrilla y Mazo, 2014</i>
<i>Forcas I</i>	14	MAGSU	13010	320	GrN-17788	16500-14500	HH	conv.	<i>Utrilla y Mazo, 2014</i>
<i>Forcas I</i>	13	MAGSU	12620	380	GrN-17787	16140-13620	HH	conv	<i>Utrilla y Mazo, 2014</i>
<i>Forcas I</i>	14	MAGSU	12600	60	GrA-33986	15220-14660	H	AMS	<i>Utrilla y Mazo, 2014</i>
Forcas I	13 d	MAGSU	12440	50	GrA-32957	14940-14180	H	AMS	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas I	13 d	MAGFI	12150	50	Beta-348457	14174-13850	H	AMS	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas I	13 a	MAGFI	12010	60	GrA-33987	14050-13690	H	AMS	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas I	10	MAGFI	11015	45	GrA-32955	13040-12720	H	AMS	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas I	9	EM/AZI	9715	75	GrN-17785	11340-10740	C	conv	Utrilla y Mazo, 2014
<i>Forcas I</i>	7	EM/AZI	9360	140	GrN-17784	11080-10160	C	conv	<i>Utrilla y Mazo, 2014</i>
Forcas II	Ib	MMD	8650	70	CAMS-5354	9830-9470	C	AMS	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas II	II	MG	7240	40	GrN-22686	8190-7950	C	conv	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas II	II	MG	7150	40	Beta-250944	8030-7910	H	conv	Utrilla y Mazo, 2014
<i>Forcas II</i>	IV	MG	7090	340	Beta-59995	8590-7310	C	conv	<i>Utrilla y Mazo, 2014</i>
Forcas II	IV	MG	7000	40	Beta-290932	7970-7730	H	conv	Utrilla y Mazo, 2014
<i>Forcas II</i>	V	MG/NA	6970	130	GrN-22687	8050-7570	C	conv	<i>Utrilla y Mazo, 2014</i>
Forcas II	V	MG/NA	6940	90	Beta-60773	7970-7610	C	conv	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas II	VI	NA?	6900	45	GrN-22688	7840-7640	C	conv	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas II	V	MG/NA?	6750	40	Beta-247404	7690-7530	H	conv	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas II	VI	NA?	6740	40	Beta-247405	7690-7530	H	conv	Utrilla y Mazo, 2014
<i>Forcas II</i>	VIII	NA	6680	190	GrN-22689	7900-7220	C	conv	<i>Utrilla y Mazo, 2014</i>
Forcas II	VIII	NF	5340	40	Beta-247406	6280-5960	C	conv	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas II	7 inf	Cal	4330	40	Beta-281899	5010-4810	Hh	AMS	Utrilla y Mazo, 2014
Forcas II	7 sup	Cal	3920	30	GrN-22690	4470-4230	C	conv	Utrilla y Mazo, 2014

Tabla 29. Dataciones radiocarbónicas a partir de Utrilla y Mazo, 2014. C: Carbón, H: Hueso, HH: agregado de huesos, HH: Hueso humano. En cursiva dataciones con una desviación superior a 100 o que presentan algún problema. Sombreado niveles que exceden el marco temporal de esta tesis doctoral. MAGIN: Magdaleniense Inferior. MAGSU: Magdaleniense Superior. EM/AZI: Epipaleolítico microlaminar/Aziliense, MMD: Mesolítico de muescas y denticulados, MG: Mesolítico geométrico, NA: Neolítico antiguo. NF: Neolítico final. Cal: Calcolítico. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey (2017); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013).

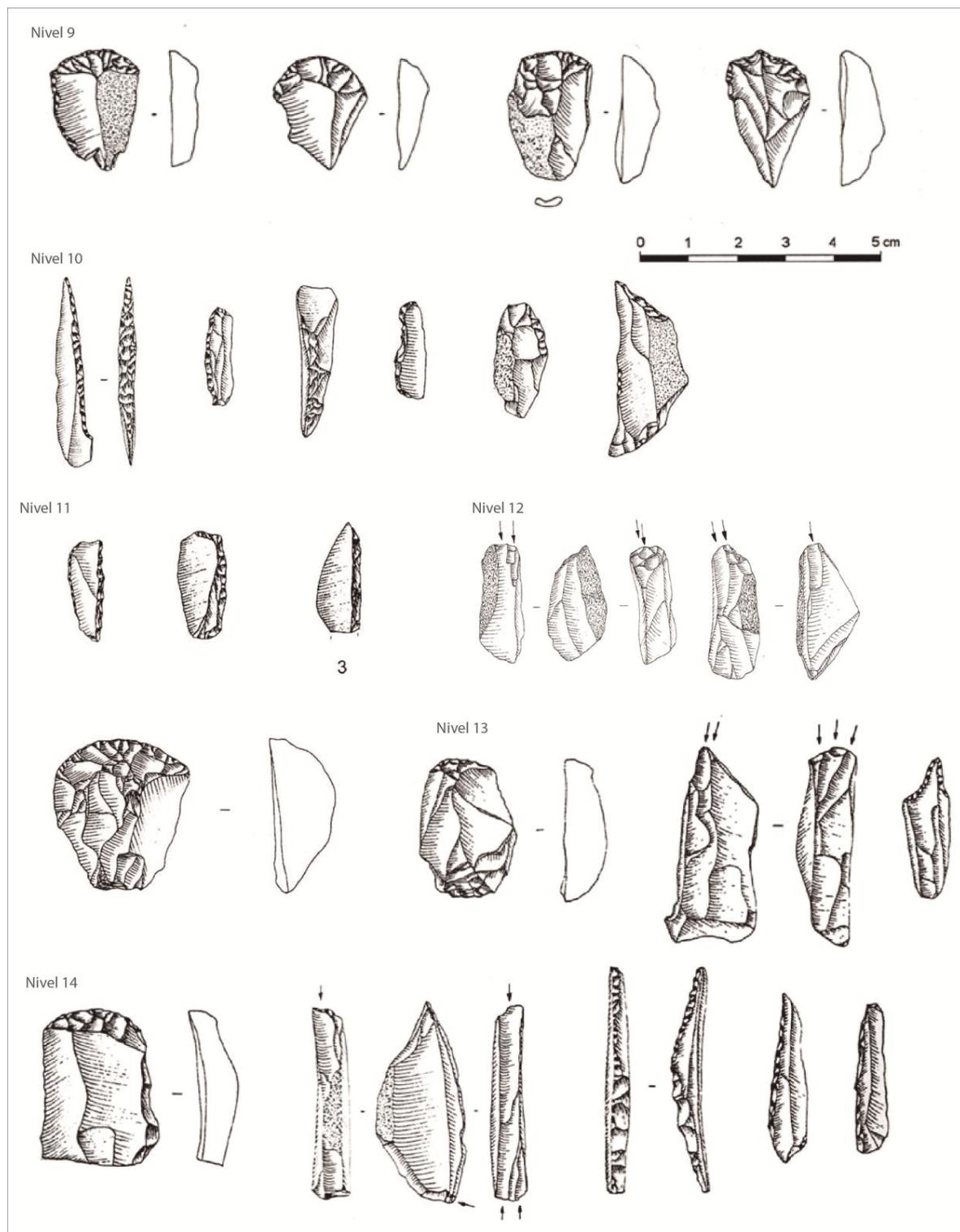


Figura 192. Material lítico más representativo de los distintos niveles arqueológicos de Forcas I (Utrilla y Mazo, 2014).

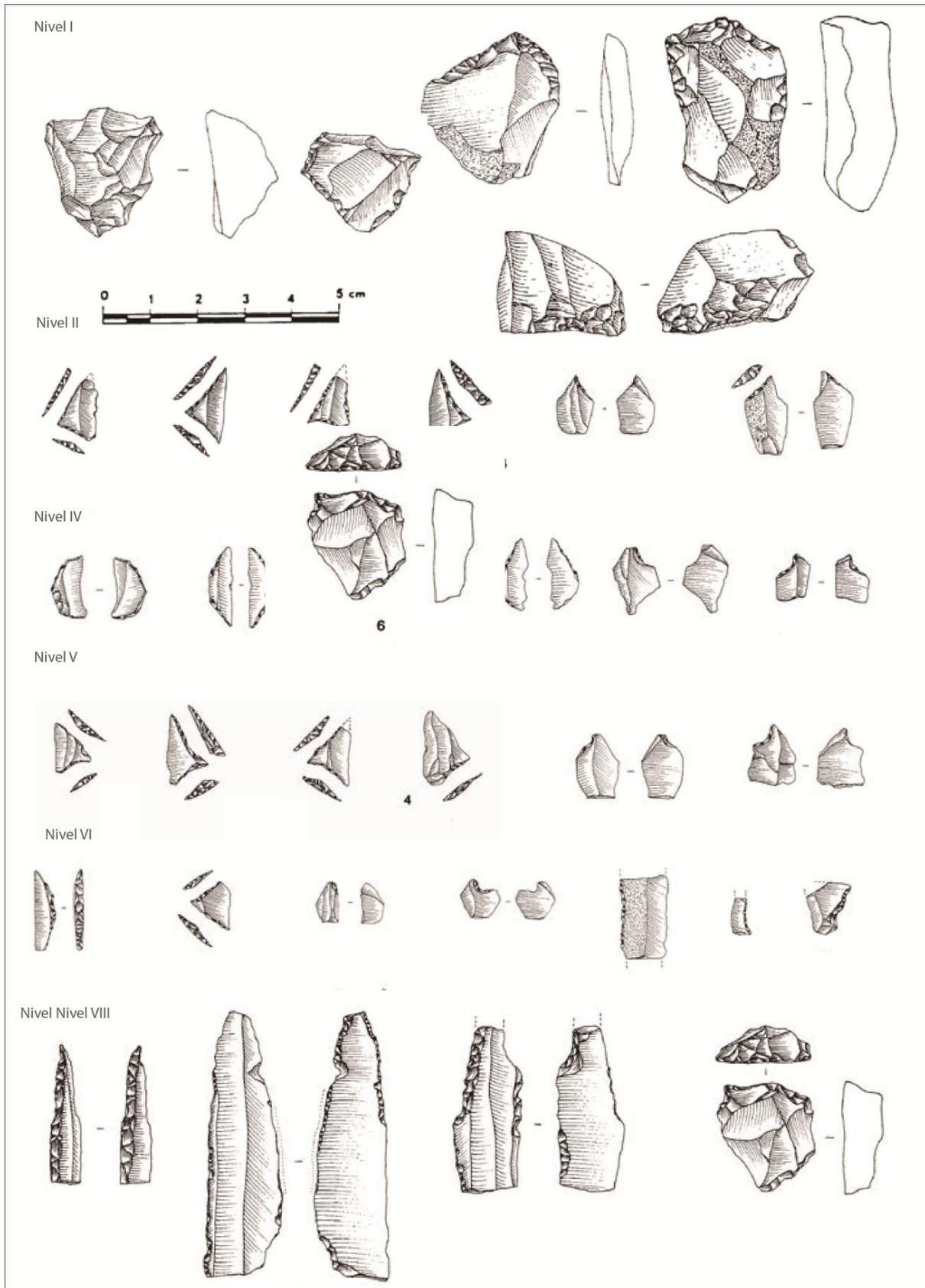


Figura 193a. Material lítico más representativo de los distintos niveles arqueológicos de Forcas II (Utrilla y Mazo, 2014).

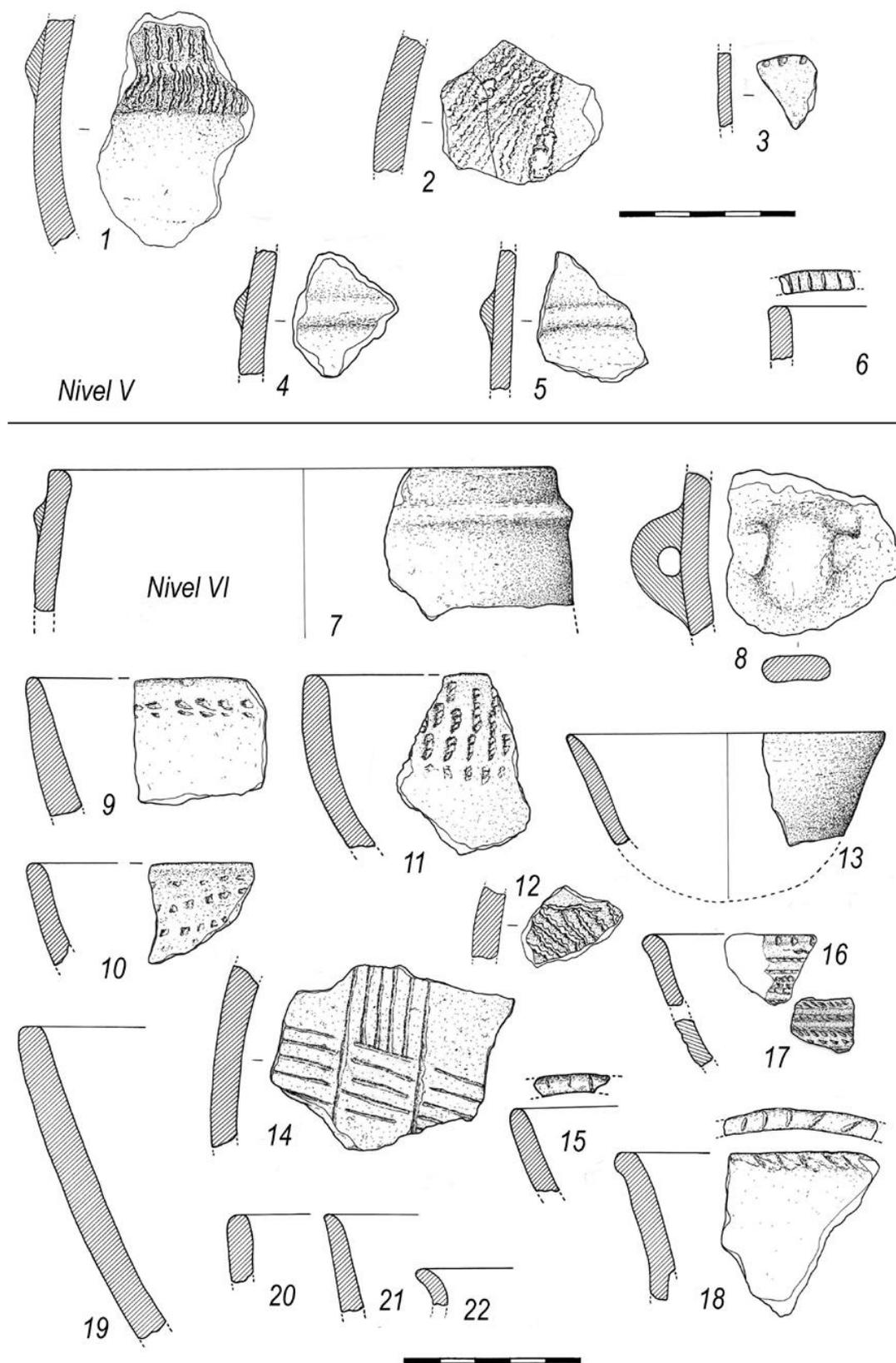


Figura 193b. Material cerámico más representativo de los niveles V y VI de Forcas II (Montes, 2014).

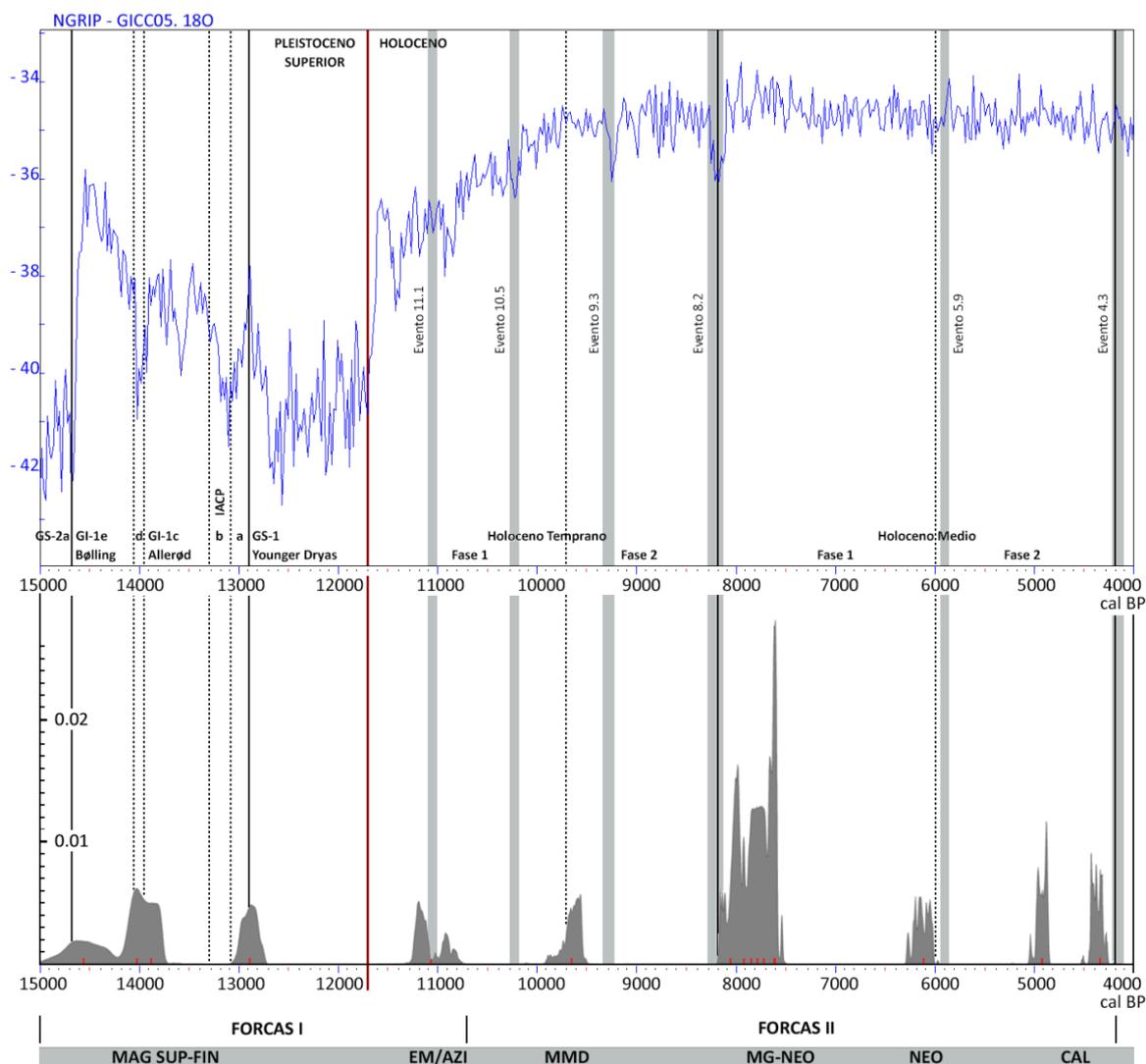


Figura 194. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de los abrigos de Forcas I y Forcas II realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey (2017); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013). Se excluye el nivel 10 medio de Ángel 1 cuya datación excede el marco temporal de esta tesis doctoral.

6.8.4. Otros estudios bioarqueológicos.

Estudio palinológico.

Durante la campaña de excavación de 1996 una columna compuesta de 14 muestras de polen fue tomada en Forcas II por P. González-Sampérez (IPE-CSIC). Todas ellas resultaron estériles. Las continuas inundaciones del abrigo durante las crecidas del río Ésera, y su explotación antrópica reciente como vertedero han contribuido a la escasa conservación de buenos perfiles estratigráficos y probablemente a la esterilidad polínica de los resultados de su análisis (González-Sampérez, 2014).

Estudio zooarqueológico.

El estudio arqueozoológico fue llevado a cabo por M.F. Blasco (Universidad de Zaragoza) y P. Castaños (Sociedad de Ciencias Aranzadi).

En Forcas I se han analizado 6063 restos, que se reparten de forma muy desigual en los distintos niveles excavados, de los que sólo el 15% se han podido determinar taxonómicamente. Los restos de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) son los más importantes a numéricamente a lo largo de toda la secuencia, sin embargo, los autores del estudio ponen en duda el carácter antrópico de estos debido a la ausencia de rasgos tafonómicos que evidencien su consumo humano. En lo que respecta a las especies consumidas, el conjunto está compuesto por distintos ungulados salvajes: caballo (*Equus caballus*), uro (*Bos primigenius*), cabra montés (*Capra pyrenaica*), sarrío (*Rupicapra rupicapra*), ciervo (*Cervus elaphus*), corzo (*Capreolus capreolus*) y jabalí (*Sus scrofa*), todos ellos representados por un escaso número de restos. Para los autores del estudio, la escasez de restos indica que se trataría de un lugar de paso, donde el asentamiento humano sería breve y muy esporádico (Blasco y Castaños, 2014a).

En Forcas II se han analizado 7037 restos, de los cuales solamente el 12,2% han podido ser determinados anatómicamente y taxonómicamente. La mayor parte del conjunto corresponde a ungulados salvajes, exactamente los mismos que se documentan en Forcas I, con especial presencia de (*Cervus elaphus*) y corzo (*Capreolus capreolus*). La caza de las mismas especies de herbívoros a lo largo de toda la secuencia es interpretada como la existencia de una continuidad en las prácticas de caza. Este grupo es el más numeroso con valores cercanos al 90% de los restos identificados, con especial presencia de ciervo. Por otro lado, aparece una reducida muestra de especies que podrían pertenecer a cabañas domésticas en los niveles neolíticos: bovino (*Bos taurus*), ovicaprino (*Ovis aries/Capra hircus*) y cerdo (*Sus domesticus*), que ofrece algunas dudas a los autores del estudio. Sin embargo, los autores del estudio no dan la domesticación animal por confirmada en este yacimiento, con excepción probablemente del nivel VIII, el más reciente de los niveles neolíticos. Estos plantean la función cinegética de asentamientos como Forcas II frente a la función agropecuaria de otras ocupaciones más estables y mejor situadas como la cueva de Chaves (Blasco y Castaños, 2014b).

6.8.5. Método de recuperación y unidades de análisis.

La recogida del carbón en el yacimiento de Forcas II atendió a un muestreo dirigido y no exhaustivo ya que el objetivo principal de la recogida de este tipo de muestras fue la obtención de dataciones radiocarbónicas y no la realización de un estudio antracológico. El estudio se ha llevado a partir de un escaso número de muestras con un contenido variable. De este modo, hemos dispuesto de una cantidad variable de carbón, aunque por lo general escasa, para los diferentes niveles de la secuencia. Como ya hemos comentado, los problemas estratigráficos documentados en algunas zonas del yacimiento, hacen que sólo se hayan tomado en consideración para su estudio las muestras procedentes de la parte este del abrigo, donde se hay una buena conservación de la estratigrafía.

En total, en el estudio antracológico hemos analizado un total de 28 fragmentos de carbón procedentes de un solo nivel arqueológico de Forcas I y 446 procedentes de 5 de los niveles arqueológicos de la secuencia estratigráfica de Forcas II y de 6 de sus estructuras o áreas de combustión. A pesar de la magnífica secuencia que representa el depósito del Forcas II ninguna de las muestras analizadas alcanza un número mínimo de 100 fragmentos. La variabilidad taxonómica de la muestra es, en general, baja. Si atendemos a la relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas, observamos que no existe una relación directa entre ambas (Figura 195).

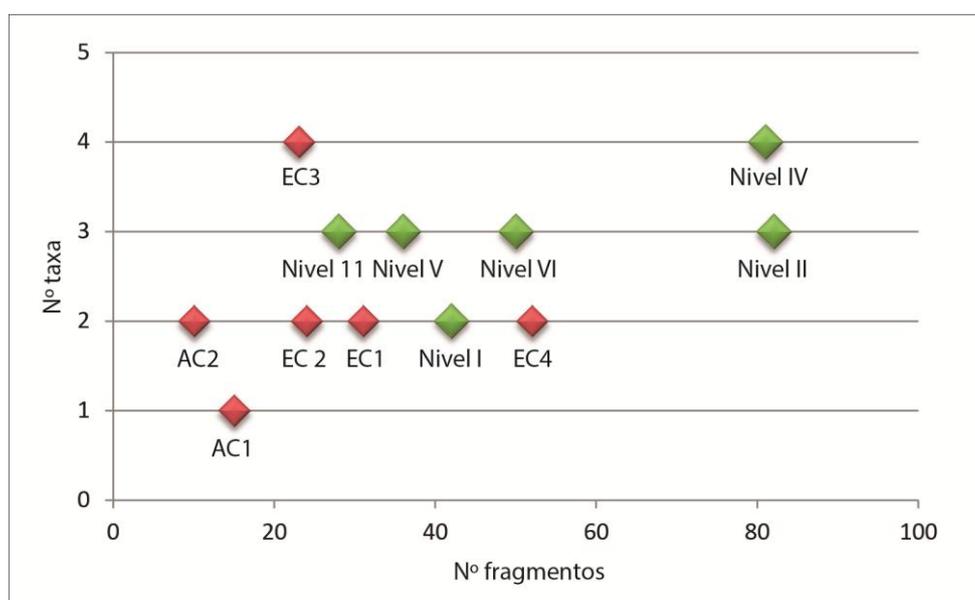


Figura 195. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas.

A pesar de la pobreza del registro hemos elaborado las curvas taxonómicas de los diferentes niveles estudiados para comprobar que en ninguno de los casos estas curvas han llegado a estabilizarse, como es de esperar en muestras tan pequeñas (Figura 196). Probablemente, aumentando el número de fragmentos analizados aumentaríamos el número de taxones documentados.

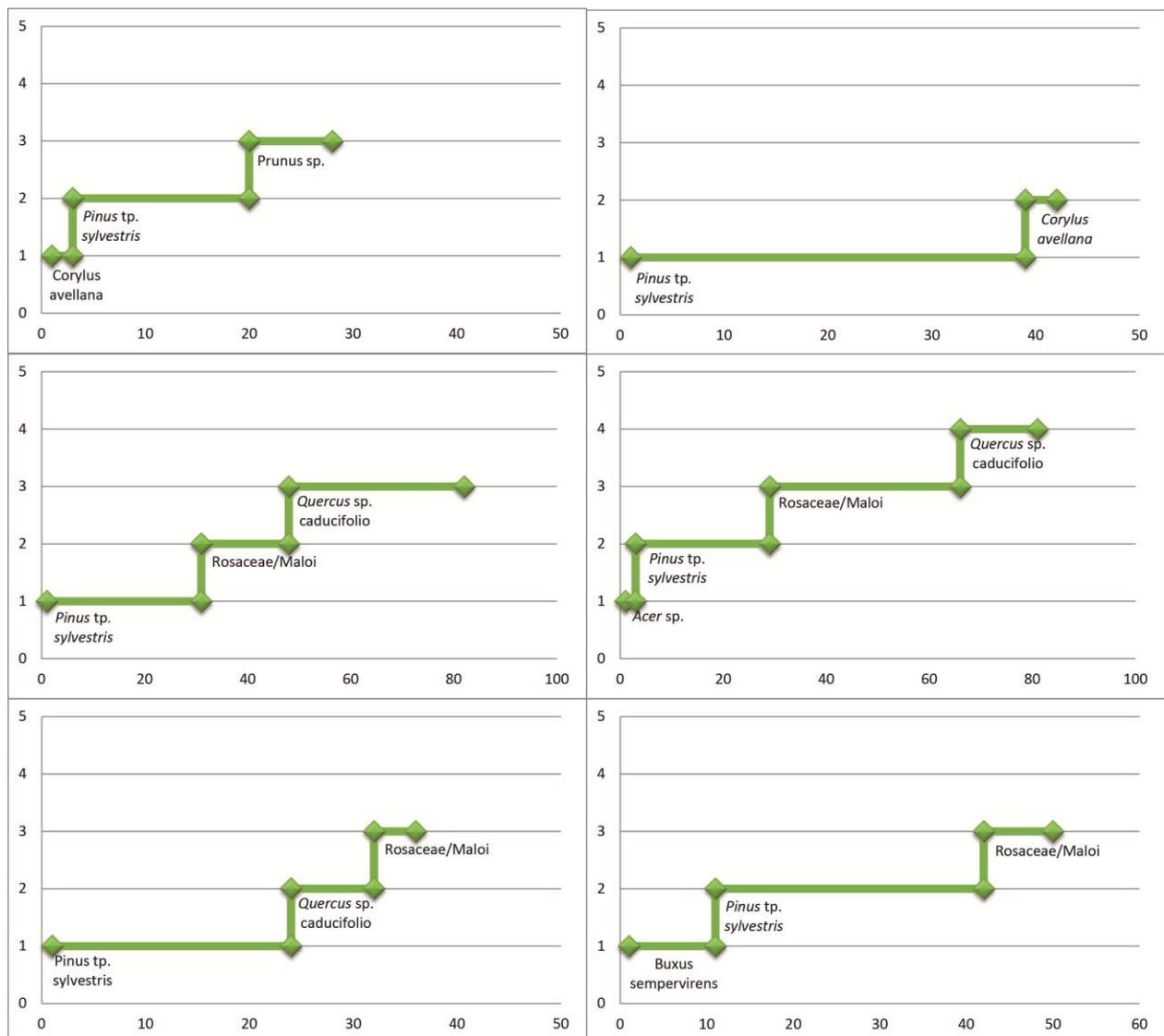


Figura 196. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Forcas I, nivel II (arriba izquierda), nivel I (arriba derecha), nivel II (centro izquierda), nivel IV (centro derecha), nivel V (abajo izquierda) y nivel VI (abajo derecha).

6.8.6 Resultados del análisis antracológico.

Forcas I.

En el *nivel II* hemos documentado la presencia de 3 taxones entre los 28 fragmentos estudiados: avellano (*Corylus avellana*), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) y prunoidea (*Prunus* sp.). El pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) es el taxón mejor representado (60,7%) seguido del avellano (*Corylus avellana*), que también tiene una presencia importante en el registro, mientras que el género *Prunus* sp. lo hemos identificado en un solo fragmento (Tabla 30).

Forcas II.

En el *nivel I* hemos documentado la presencia de 2 taxones: avellano (*Corylus avellana*) y pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*). El conjunto está claramente dominado por el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) que representa el 92,3% del total de los fragmentos estudiados (Tabla 30).

En el *nivel II* hemos documentado la presencia de 3 taxones: pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio) y rosácea (Rosaceae/Maloideae). El conjunto está de nuevo claramente dominado por el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) que representa el 97,5% del total de los fragmentos estudiados (Tabla 30).

En el *nivel IV* hemos documentado la presencia de 4 taxones: arce (*Acer* sp.), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio) y rosácea (Rosaceae/Maloideae). El conjunto está dominado por el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) que representa el 75,7% del total de los fragmentos estudiados mientras que el resto de taxones comparten un menor protagonismo (Tabla 30).

En el *nivel V* hemos documentado la presencia de 3 taxones: pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio) y rosácea (Rosaceae/Maloideae). El conjunto está dominado por el pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) que representa el 54,8% del total seguido de las rosáceas (Rosaceae/Maloideae) y los robles (*Quercus* sp. caducifolio) (Tabla 30).

En el nivel VI hemos documentado la presencia de 3 taxones: boj (*Buxus sempervirens*), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) y rosácea (Rosaceae/Maloideae). El conjunto está

dominado por el pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) que representa el 69,6%, seguido del boj (*Buxus sempervirens*) y por último de las rosáceas (Rosaceae/Maloideae) (Tabla 30).

Yacimiento	Forcas I		Forcas II									
	Magdaleniense Final		Mesolítico macrolítico		Mesolítico geométrico				Neolítico antiguo			
Nivel	11		I		II		IV		V		VI	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Acer</i> sp.							5	6.8				
<i>Buxus sempervirens</i>											11	23.9
<i>Corylus avellana</i>	10	35.7	3	7.7								
Gymnospermae												
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	17	60.7	36	92.3	78	97.5	56	75.7	17	54.8	32	69.6
<i>Prunus</i> sp.	1	3.6										
<i>Quercus</i> sp. caducifolio					1	1.2	7	9.5	8	25.8		
Rosaceae/Maloideae					1	1.2	6	8.1	6	19.4	3	6.5
Total determinable	28		39		80		74		31		46	
Indeterminable			3		2		7		5		4	
Total fragmentos	28		42		82		81		36		50	
Total taxa	3		2		3		4		3		3	

Tabla 30. Resultados del análisis antracológico de Forcas I y Forcas II expresados en frecuencias absolutas y relativas.

Carbón concentrado en estructuras.

Todas las concentraciones de carbón analizadas pertenecen al yacimiento de Forcas II, concretamente de los niveles II y IV que contienen ocupaciones mesolíticas geométricas, y en los que se han identificado diferentes tipologías de hogares. En el nivel II se documentan zonas oscuras con acumulaciones de carbones. Se trata de restos de combustión estructurados pero sin una delimitación estricta por lo que nos referiremos a estas concentraciones como áreas de combustión (AC). Hemos analizado las muestras correspondientes al contenido de 2 de éstas (Tabla 31). En ambos casos el taxón dominante es de nuevo el pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), que en la AC1 alcanza el 100% de los fragmentos determinados, mientras que en la AC2 aparece acompañado del taxón Gymnospermae, que utilizamos para referirnos a las coníferas que no podemos determinar con mayor precisión ya que no conservan los caracteres suficientes para su determinación específica. No obstante, pensamos que estas coníferas indeterminadas tienen una alta probabilidad de pertenecer también a la única conífera que hemos podido determinar con seguridad en el yacimiento, *Pinus tp. sylvestris*.

En el *nivel IV* predominan las estructuras de combustión (EC) en forma de hoyos o cubetas circulares más o menos profundas con o sin presencia de cantos en su interior. En este caso las muestras analizadas procedentes del interior de estas estructuras han alcanzado el número de 4. Todas ellas muestran una composición taxonómica similar a las AC del *nivel II*. La presencia de la especie predominante, de nuevo el pino tipo albar (*Pinus sp. sylvestris*), se acerca al 100% de los fragmentos analizados, si dejamos a un lado los distintos niveles de indeterminación. Solo en uno de los casos (*EC3*) se ha constatado la presencia de otras 2 especies, roble (*Quercus sp. caducifolio*) y rosácea (Rosaceae/Maloideae), que corresponden con las especies documentadas en el carbón disperso de este nivel.

Yacimiento	Forcas II											
Etapa cultural	Mesolítico geométrico											
Nivel/Estructura	AC1/II		AC2/II		EC1/IV		EC2/IV		EC3/IV		EC4/IV	
Taxa	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Acer sp.</i>							5	6.8				
<i>Buxus sempervirens</i>											11	23.9
<i>Corylus avellana</i>												
Gymnospermae			4	40	3	9.7	5	20.8	4	19.0	9	19.1
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	12	100	6	60	28	90.3	19	79.2	14	66.7	38	80.9
<i>Prunus sp.</i>												
<i>Quercus sp. caducifolio</i>									1	4.8		
Rosaceae/Maloideae									2	9.5		
Total determinable	12		10		31		24		21		47	
Indeterminable	3		-		-		-		2		5	
Total fragmentos	15		10		31		24		23		52	
Total taxa	1		2		2		2		4		2	

Tabla 31. Resultados del análisis antracológico de las estructuras del abrigo de Forcas II expresados en frecuencias absolutas y relativas.

En total en los yacimientos de Forcas I y Forcas II hemos documentado la presencia de 8 taxones. *Pinus tp. sylvestris* es el único taxón documentado en todas las muestras de este registro. Sólo *Quercus sp. caducifolio* y Rosaceae/Maloideae aparecen documentados entre el carbón concentrado en estructuras acompañando al pino. El resto de taxones tienen una presencia más esporádica, apareciendo exclusivamente en uno o pocos de los registros estudiados.

6.8.7. Alteraciones registradas.

En el conjunto de la Peña de las Forcas se han registrado nuevamente las alteraciones más comunes en los registros antracológicos estudiados: madera de reacción, vitrificación, grietas radiales y alteración por xilófagos. Entre estas la menos importante es la alteración por xilófagos, que hemos documentado solamente en los *niveles II y V* de Forcas II, afectando a menos de un 5% de los fragmentos estudiados. Las grietas radiales, por su parte, afectan a un 10% de los fragmentos estudiados Forcas I, mientras que mantienen una presencia constante aunque discreta a lo largo de la secuencia de Forcas II. De nuevo las alteraciones más importantes de la anatomía de la madera en este registro son la madera de reacción y la vitrificación. La madera de reacción aparece documentada en todos los niveles estudiados aunque es especialmente importante en los *niveles I, II y IV* de Forcas II, donde alcanza entre el 25 y el 45% de los restos estudiados. La vitrificación, por su parte, es importante en los *niveles II y VI* de Forcas II, con valores cercanos al 10%, y especialmente en el *nivel IV* donde la afectación alcanza al 17% de los fragmentos (Figura 197).

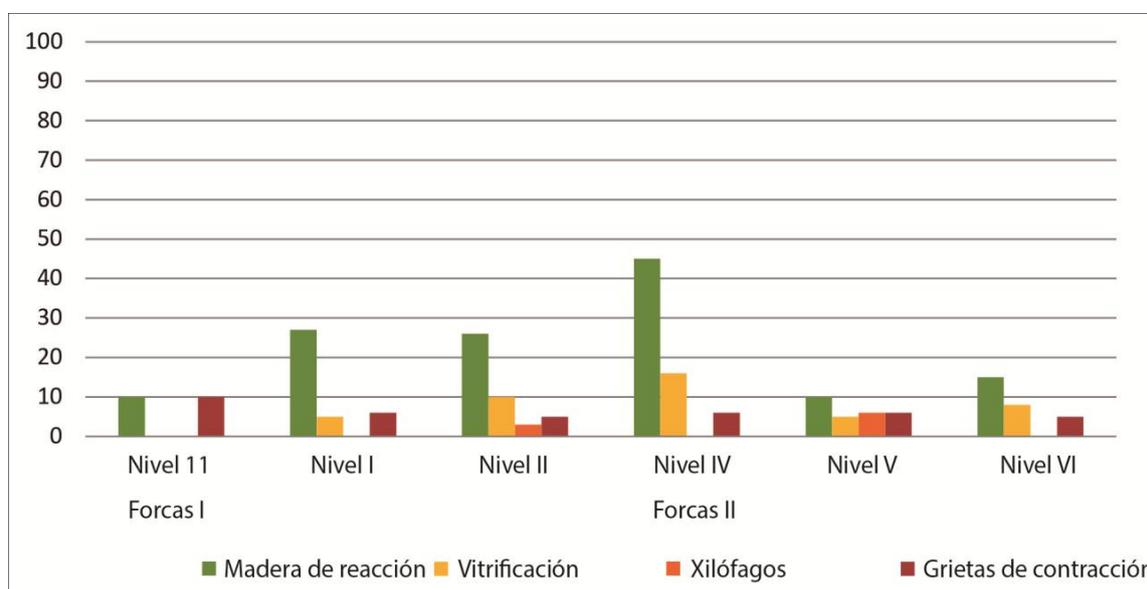


Figura 197. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas.

6.8.8. Interpretación de los resultados.

El escaso número de restos antracológicos recuperados y estudiados en este yacimiento condiciona seriamente nuestras posibilidades para su interpretación. No obstante, podemos enmarcar los datos que nos proporciona esta amplia secuencia arqueológica dentro de la problemática general de la explotación de los recursos leñosos por parte de los grupos humanos durante el Tardiglaciario y el Holoceno en el valle medio del Ebro.

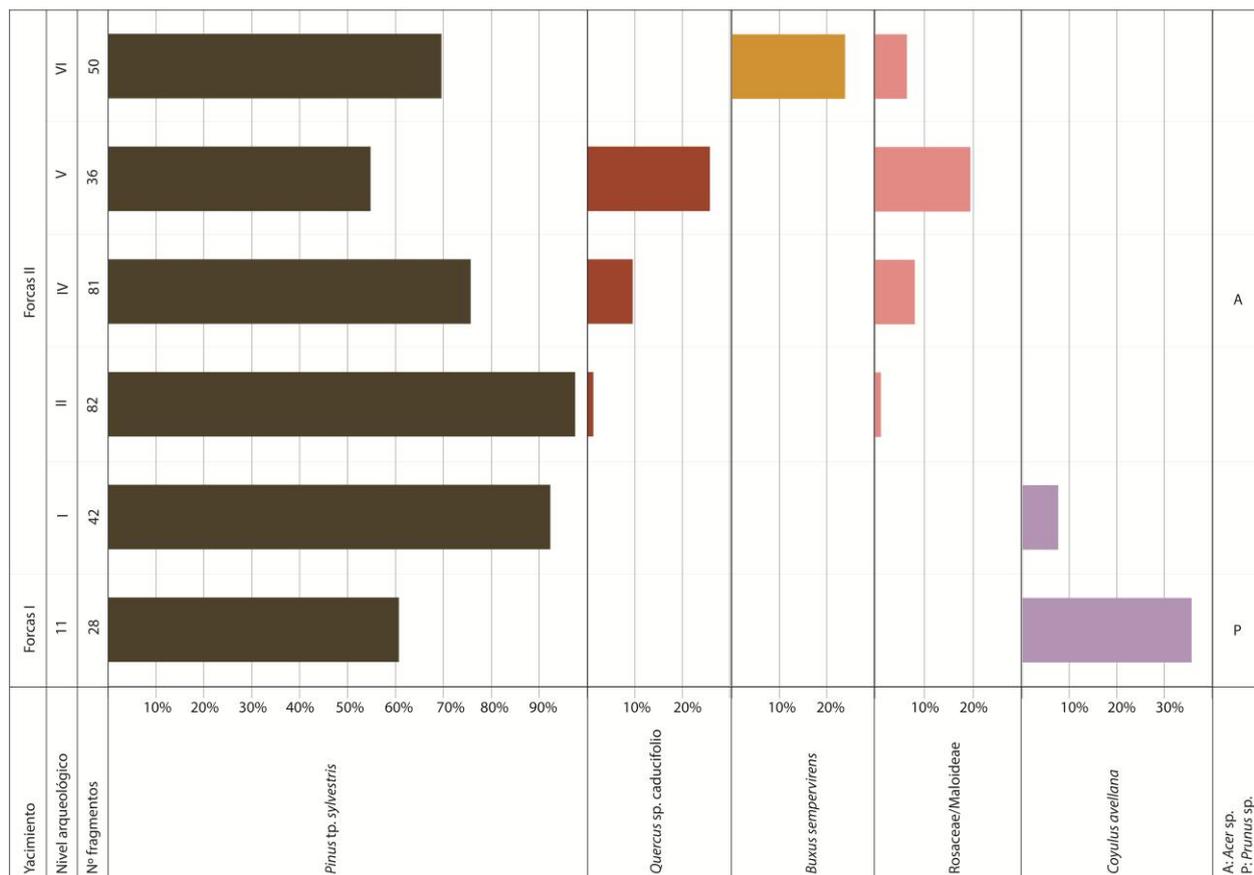


Figura 198. Diagrama antracológico integrado de los abrigos de Forcas I y Forcas II (Graus, Huesca).

La secuencia antracológica (Figura 198) arranca con la ocupación magdaleniense del nivel 11 de Forcas I. Esta ocupación tardiglaciario, datada entre el 14181±232 y el 13980±207 cal BP se desarrolla en plena fase atemperada de Alleröd (14500-12900 cal BP). En este nivel documentamos la explotación del pinar de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), que va a ser el elemento dominante a lo largo de toda la secuencia, acompañado de avellano (*Corylus avellana*). Este taxón, de carácter pionero y colonizador, que crece en sitios umbríos y frescos, produce frutos comestibles, las avellanas, además de varas largas y flexibles con un amplio potencial etnográfico

(Berihuete y Antolín, 2012). Como ya se ha planteado en este trabajo a raíz de su presencia en el registro de Legunova, el valle del Ebro pudo haber funcionado como refugio de vegetación mesófila y termófila durante el Tardiglacial donde aparecerían elementos como el avellano (*Corylus avellana*) (Willis et al., 2000; Valero Garcés et al., 2000; Stewart 2003; González-Sampériz et al., 2004). Completa el registro el género de las pruniodeas (*Prunus* sp.), que dan lugar a arbustos espinosos típicos de las orlas forestales que acompañan de forma habitual a los bosques tardiglaciares de coníferas dada su gran resistencia a los cambios bruscos en el régimen hídrico.

Tras un importante salto temporal, la secuencia antracológica de Forcas II nos permite aproximarnos a la dinámica de la explotación humana de la cubierta vegetal durante los distintos momentos de ocupación del abrigo entre el X y el VIII milenio cal BP. El registro antracológico de Forcas II arranca en el 9646±40 cal BP con la ocupación mesolítica macrolítica del *nivel I*. A pesar del salto temporal, el paisaje que apenas presenta cambios respecto a Forcas I. Nuevamente documentamos el consumo de pino tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) acompañado de avellano (*Corylus avellana*). Los pinos son especies frugales, poco exigentes con el sustrato edáfico y la humedad, lo que los convierte en grandes colonizadores de espacios vacíos por lo que no es extraño que dominen los paisajes tardiglaciares y postglaciares.

A partir del *nivel II* de Forcas II (8077±60-7979±25 cal BP) observamos el inicio del cambio de tendencia en la vegetación representada en el registro antracológico. A partir del 8200 cal BP, con el inicio del Holoceno Medio en la región, se observan importantes cambios en la composición de la vegetación en el Pirineo central. Un aumento de las temperaturas invernales, que da lugar a inviernos más templados, y el aumento de la precipitación, provocan un desarrollo de las quercíneas (*Quercus* sp.) que sustituyen a otros taxones mesófilos con un gran desarrollo en las etapas precedentes como *Betula* y *Corylus* (Morellón et al., 2009; Pérez-Sanz et al., 2013; González-Sampériz et al., 2016). El llamado Óptimo Climático constituye uno de los momentos de mayor humedad y temperaturas más suaves en la región y la información aportada por la palinología a escala regional revela que las formaciones arbóreas tendrían una extensión significativamente superior a la actual (González-Sampériz, 2002). Según revela el registro antracológico, en el entorno inmediato del abrigo de Forcas II el pinar continúa siendo el elemento dominante aunque la relativa humedad y temperaturas suaves de este periodo permiten la aparición del roble (*Quercus* sp. caducifolio). Lo acompañan

arces (*Acer* sp.) y rosáceas (Rosaceae/Maloideae) que generalmente crecen asociados a bosques mixtos caducifolios o pinares húmedos y frescos, especialmente asociados a bosques de ribera y orlas y claros de bosque.

A pesar de la cautela que debemos tener dada la escasa representatividad estadística de los datos de los que disponemos, es interesante señalar que la secuencia antracológica de Forcas II está revelando un progresivo aumento del robledal de tipo caducifolio o semicaducifolio, en detrimento del pinar, que llega a alcanzar una considerable importancia al inicio de la ocupación neolítica del abrigo en el *nivel V* (7810±116-7619 ± 30 cal BP). Los robles semicaducifolios prepirenaicos (*Q. pyrenaica*, *Q. pubescens*, *Q. faginea*), tienen un carácter submediterráneo. En la actualidad, son sustituidos por los pinos de tipo negral o albar (*P. nigra*, *P. sylvestris*) o por quercíneas de tipo esclerófilo como la encina (*Q. ilex*) allí donde la continentalidad o la sequía se acentúan, sobre las que sólo se imponen bajo condiciones de suficiente humedad.

El *nivel VI* (7613±31 cal BP), marca el final de la secuencia antracológica de Forcas II. En este momento de la ocupación asistimos a la aparición del boj (*Buxus sempervirens*), un arbusto de carácter submediterráneo que formaría parte del sotobosque de pinares y robledales. Su presencia en el Pirineo y Prepireneo se ha visto fuertemente favorecida por la acción antrópica, asociándose generalmente a fases de degradación de la vegetación natural tras labores de roturación ya sea mediante el fuego o la tala. En este nivel los pinos de tipo frío (*Pinus* sp. *sylvestris*) continúan siendo importantes y entre los caducifolios sólo se mantiene la presencia de las rosáceas (Rosaceae/Maloideae), mientras que el resto de taxones desaparecen. Es difícil valorar si estas ausencias se deben a que dejan de estar presentes en el entorno inmediato del yacimiento o dejan de ser explotadas por los habitantes del abrigo o, simplemente, que debido al escaso número de muestras analizadas el consumo de estas especies no haya quedado sedimentado. En cualquier caso, si observamos el diagrama parece claro que podría producirse una dislocación de la vegetación en este momento que rompería con las tendencias observadas en los anteriores momentos de ocupación. La aparición del boj (*Buxus sempervirens*) en este nivel, con un número importante de fragmentos en relación a la muestra estudiada, podría estar indicando una apertura del paisaje, relacionada con una tendencia del clima hacia una mayor mediterraneidad o podría tratarse de un temprano indicador de la influencia humana en el entorno vegetal del Forcas II.

En conclusión, podemos decir que la secuencia antracológica de Forcas II, está evidenciando un paso de los bosques de coníferas tardiglaciares con especial presencia de avellano a una codominancia del pinar/robleal de carácter submediterráneo en el que van ganando importancia los elementos arbustivos de carácter antrópico. Se trata de un paisaje bien distinto del actual, dominado por pinos termófilos mediterráneos y quercíneas esclerófilas y marcescentes sometidos a unas condiciones climáticas de tipo mesomediterráneo.

En lo que respecta al carbón concentrado, se han analizado muestras procedentes de 6 concentraciones mesolíticas (Alcolea, 2014). La ubicación de los restos en el yacimiento condiciona en gran medida la información que podemos extraer de ellos. Un hogar o estructura de combustión, tal y como aparece en un yacimiento, es el reflejo de la última utilización del mismo, esto es, una imagen del momento de abandono. De este modo, los restos contenidos en su interior estén probablemente reflejando una o pocas recogidas de leña, por lo que es habitual que estas concentraciones de carbón presenten una composición taxonómica monoespecífica o al menos la presencia de una especie claramente predominante (Badal et al., 2003). Los resultados del estudio de estas concentraciones sin duda nos proporcionarán una visión incompleta a nivel ecológico, al contrario de lo que ocurre con el carbón disperso, pero nos proporcionarán una valiosa información paleoeconómica (Chabal et al., 1999).

Como ya hemos comentado en el Mesolítico de Forcas II se han identificado diferentes tipologías de hogares. El análisis antracológico ha revelado que estas diferencias en la morfología de las áreas y estructuras de combustión no se asocian a una utilización diferenciada del combustible, ya que todas muestran una composición taxonómica similar (Figura 199). El pino tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) ha sido el único taxón determinado en 5 de las 6 concentraciones estudiadas si dejamos a un lado los niveles de indeterminación, sin duda condicionados por el estado alterado de una buena parte del material. Sólo una de las estructuras (EC3), procedente del nivel IV, ha entregado una cierta diversidad taxonómica, ya que en su interior hemos podido documentar con seguridad la presencia de al menos 2 taxones además del pino tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*). Estos dos taxones documentados en la EC3, *Quercus* sp. caducifolio y Rosaceae/Maloideae, aparecían también documentados en el carbón disperso en este nivel.

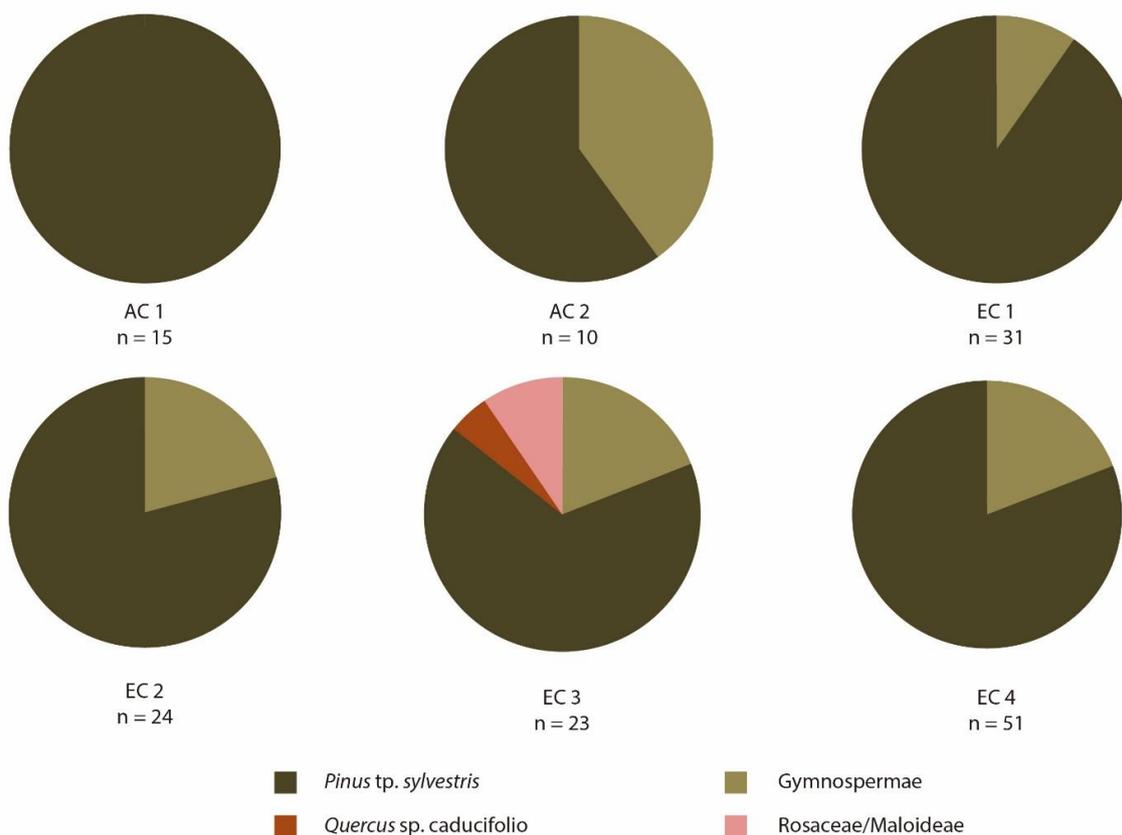
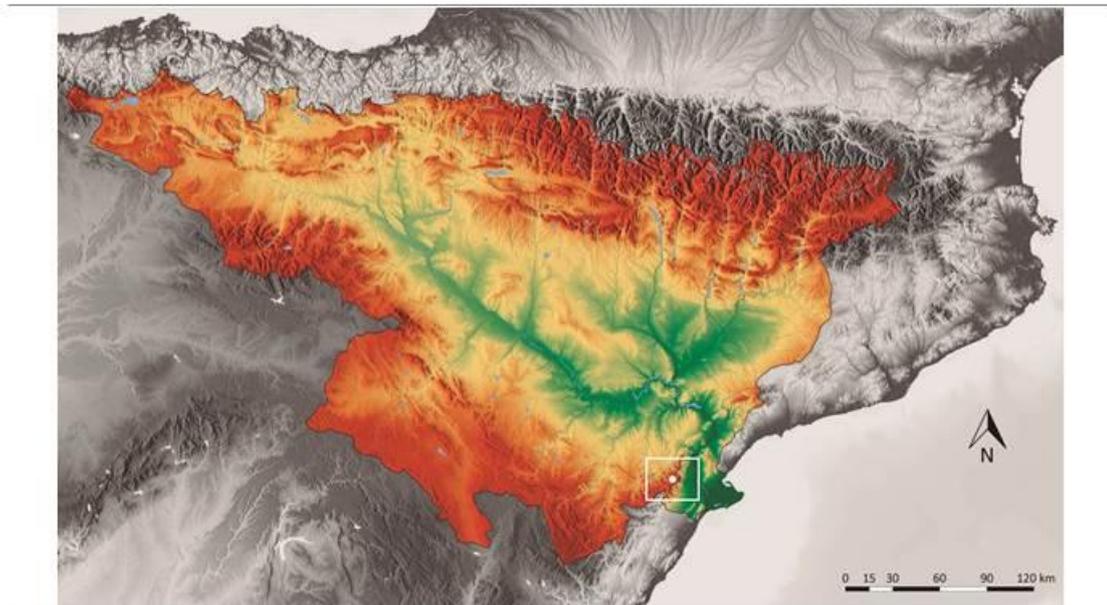


Figura 199. Los gráficos muestran las frecuencias de aparición de los taxones determinados en las distintas áreas (AC) y estructuras de combustión (EC) documentados en los niveles II y IV de Forcas II.

Como ha quedado patente, la madera de pino ha sido la más frecuentemente utilizada como combustible a lo largo de toda la secuencia de Forcas II. Esta especie sería abundante en el medio tal como reflejan los registros paleoambientales comentados. Los pinares tienen una enorme capacidad de producción de madera muerta y el alto contenido en resinas de las coníferas, que puede elevar en ocasiones su poder calorífico, las convierte en un combustible muy apreciado (Allué, 2002). En cualquier caso, las propiedades combustibles de la madera no vienen determinadas exclusivamente por el factor especie. Otros factores como el estado sano o alterado de la madera, su contenido en humedad y el calibre de los troncos o ramas influyen significativamente en la calidad de la leña (Thèry-Parisot, 2001). El estudio de las alteraciones de la estructura anatómica de la madera en los carbones analizados en las muestras procedentes tanto del carbón disperso como concentrado nos permite plantear algunas hipótesis relativas a la gestión del combustible leñoso por parte de los habitantes de los abrigo de Forcas I y II. La existencia de elevados porcentajes de madera de reacción en las paredes de los

elementos vasculares longitudinales se relaciona con la recolección y quema de ramas, de modo que el abatimiento de troncos no sería una práctica habitual en la recolección de leña. La presencia también abundante de grietas radiales de contracción y la ausencia de huellas de ataques fungicidas y de insectos xilófagos se asociaría a la utilización de leña con un cierto grado de humedad, que se ha recogido en un estado relativamente fresco y que no ha sido almacenada durante mucho tiempo. Esto también podría estar apoyado por los elevados índices de vitrificación, especialmente importante en los *niveles I, II y IV* que se corresponden con la ocupación mesolítica. Todo ello, unido a la tendencia observada en el aprovechamiento de la madera de roble y otros taxones caducifolios asociados paralelamente a la progresiva expansión de las quercíneas en el territorio, nos lleva a plantear la hipótesis de una gestión oportunista del combustible por parte de los habitantes del abrigo de Forcas II durante toda la secuencia de ocupación.

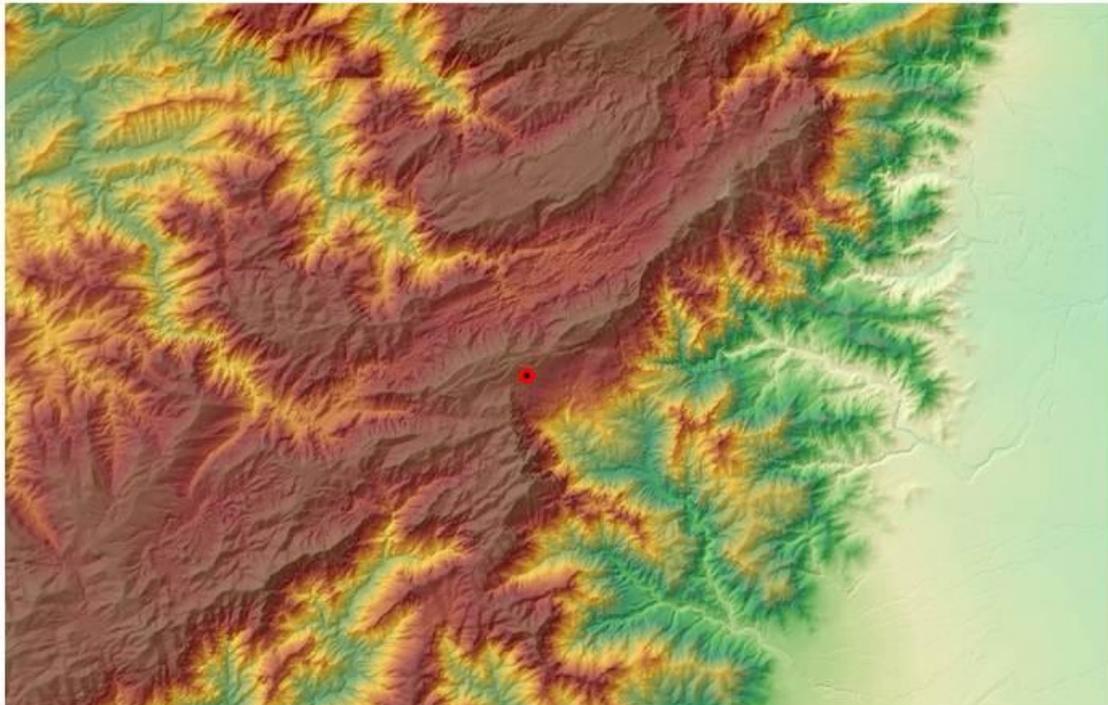
7.9. COVA DEL VIDRE (ROQUETES, TARRAGONA).



MDT05/MDT05-LIDAR.
Paso de malla de 5 m.
IGN MTN 50.
De la hoja 521: «Beceite»
Cota máxima de la hoja: 1437.96 mts.
Cota mínima de la hoja: 2.30 mts.

Cova del Vidre 31T 273433.61 E
4517052.17 N
Alt. 1120 mts.

0 3100 6200 metros



7.9.1. Localización y contexto biogeográfico.

La Cova del Vidre (Roquetes, Taragona) se sitúa en el Bajo Ebro, en el macizo del Puerto de Beceite que constituye el extremo meridional de la Cordillera Costero Catalana con el que ésta se une al Sistema Ibérico aragonés (Bosch, 2015a). El yacimiento se localiza al pie del escarpe rocoso de la Mola del Boix, en la ladera sureste de la Sierra del Caro y en la margen derecha del barranco de Lloret, a 1100 msnm. Se trata en general de un territorio accidentado y agreste. En la zona sureste existen pronunciados desniveles con un relieve condicionado por una red de torrentes que han excavado profundos barrancos configurando pequeñas muelas. En la zona noroeste, más elevada e igualmente agreste, se aprecian desniveles menores y planas más extensas. Estas dos zonas están vertebradas por el eje que forma la Sierra del Caro (Bosch, 2001). La embocadura de la cavidad presenta una orientación este-nordeste, y permite divisar un amplio panorama, que incluye el valle inferior del Ebro, el delta y su desembocadura en el Mediterráneo (Bosch, 2015b).



Figura 200. Vista de la boca de la Cova del Vidre en la parte central del macizo montañoso del Port de Tortosa. Fotografía J. Bosch.

La Cova del Vidre se compone de una cavidad principal de 43 m de largo, 30 m de ancho y 14 m de altura y otra sala más pequeña situada al norte de esta de 15 m de ancho, 11 de profundidad y 2 de altura. Se trata de una cavidad con la visera caída y orientada al este (Bosch, 2001). En la cavidad principal se observan diversas fisuras longitudinales, entre las que destaca una profunda diaclasa cenital, por la que el agua se precipita al interior de la cueva, sin llegar a inundarla, lo cual es posible que contribuyera a hacerla interesante como lugar de habitación (Bosch, 2015).

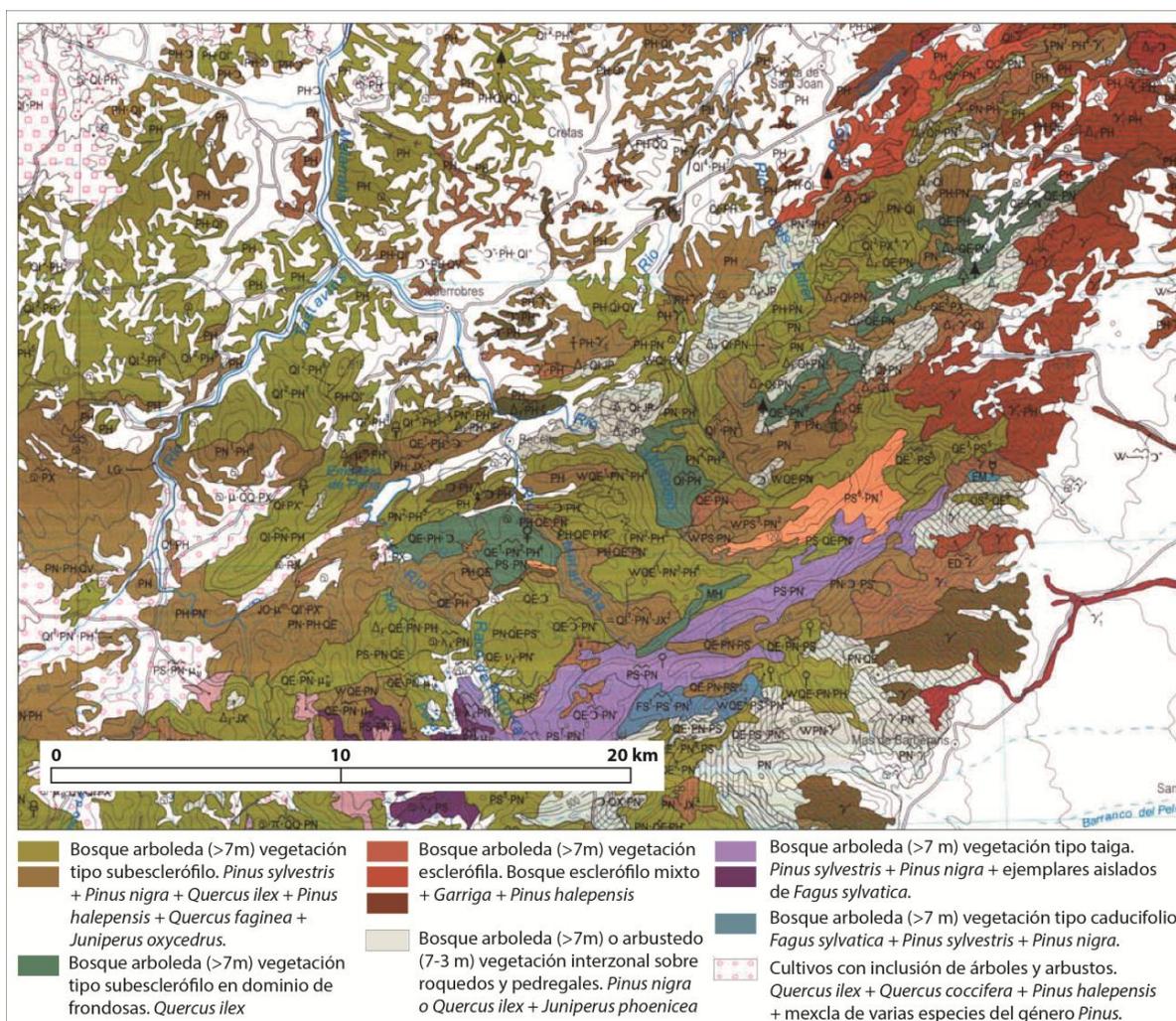


Figura 201. Vegetación actual del entorno de la Cova del Vidre (Roquetes, Tarragona) según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-5 Tortosa.

Actualmente las cotas bajas de las llamadas “Terras del Ebre” corresponden al piso de vegetación termo-mesomediterráneo donde la vegetación potencial son los encinares litorales (*Quercetum ilicis galoprovinciale*). En la costa, en cambio, la vegetación potencial está constituida por la maquia litoral de carrasca y palmito (*Querco-*

Lentiscetum), aunque en la actualidad ha sido reemplazada por matorrales y vegetación ruderal. En la zona de los puertos de Tortosa-Beceite el dominio en el encinar continental o carrascal (*Quercetum rotundifoliae*) se encuentra entre 800-1000 msnm, mientras que la vegetación supramediterránea queda relegada a las cotas más elevadas y está constituida por robledales de roble albar y quejigo (*Violo-Quercetum fagineae*) y pinares de pino albar (*Pinus sylvestris*) por encima de los 1000 metros. Los hayedos (*Fagus sylvatica*) se localizan en las umbrías situadas alrededor de los 1200 msnm en la zona del Puerto de Beceite. La altitud del yacimiento a 1100 msnm lo ubica en el piso de vegetación supramediterráneo.

7.9.2. El hallazgo y la intervención arqueológica.

Las primeras noticias sobre la existencia de restos arqueológicos prehistóricos en la Cova del Vidre se remontan a los últimos años del siglo XIX, citados por Lucas Mallada en su “Geografía de España” (1890) (Bosch, 2015b). Hasta la fecha se han realizado 6 campañas de excavación (1945, 1954, 1957, 1958, 1960 y 1992). Las primeras intervenciones arqueológicas, llevadas a cabo por F. Esteve Gálvez en los años cuarenta y cincuenta, y por I. Cantarell Fontecabra en los cincuenta y sesenta, ponen de manifiesto la existencia de materiales arqueológicos bien estratificados localizados entre el Paleolítico Superior y el Neolítico Antiguo. Los trabajos de excavación fueron retomados en 1992 por J. Bosch, del Museu de Gavà, con los objetivos de la revisión y precisión de las estratigrafías y de la recogida de muestras arqueozoológicas, botánicas y sedimentarias, que no se recogieron en las excavaciones antiguas, imprescindibles para la obtención de datos paleoambientales y paleoeconómicos así como de dataciones absolutas (Bosch, 2001). En esa campaña se realizaron dos sondeos (A y C), ambos en la cavidad principal. El sondeo “C” en la parte más profunda de la cueva, cerca del vértice del fondo de la misma, y el “A” en el centro, muy cerca de la segunda cavidad. Las distintas catas excavadas hasta el momento han proporcionado dos secuencias estratigráficas con interés arqueológico (Bosch, 2015a). Pocos elementos materiales recogidos fuera de contexto y correspondientes a épocas posteriores de la Prehistoria, nos hablan de ocupaciones o frecuentaciones en la Edad del Bronce y, quizás, en el Neolítico final y/o el Calcolítico.

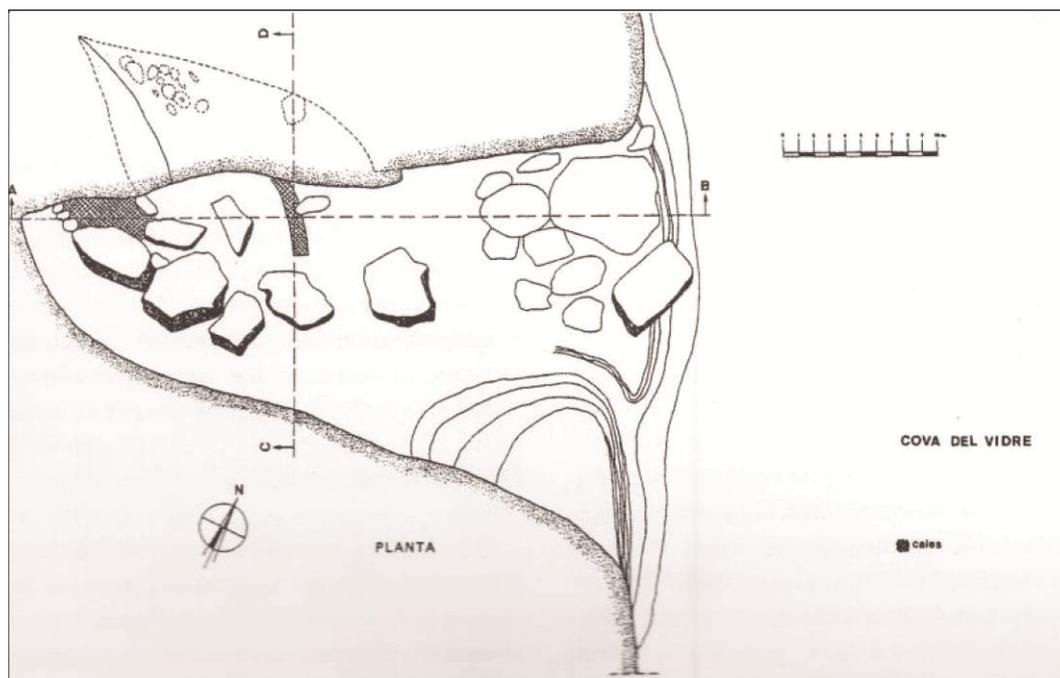


Figura 202. Planta de la Cova del Vidre (Bosch, 2015b).

7.9.3. Estratigrafía, cronología y materiales.

En la Cova del Vidre se han documentado 4 momentos de ocupación, 3 pertenecientes al Epipaleolítico y uno al Neolítico antiguo. La secuencia arqueológica establecida a partir de las catas realizadas en 1992 es la siguiente (Bosch, 2001, 2015a):

Sondeo A.

- *Nivel 2 central.* La cultura material recuperada en este nivel es abundante y variada. La industria lítica se compone lascas, láminas y laminillas con retoque simple continuo y denticulado, raspadores, perforadores, fracturas retocadas, laminillas de dorso, trapecios con retoque abrupto, triángulos con retoque en doble bisel, y segmentos y medias lunas también con retoque en doble bisel. Aparecen también algunos instrumentos de piedra pulimentada asociados a trabajos de molienda e instrumentos de hueso como punzones, espátulas, una especie de mango y una cucharilla. Los ornamentos corporales son relativamente abundantes, diversos y están elaborados sobre distintas materias primas, como un anillo sobre hueso, un fragmento de pulsera de mármol o caliza, un ejemplar de *Columbella rustica* perforado, un *Dentalium*, una valva de *Glycymeris* con el vértice perforado y cuentas discoidales perforadas. Aparece un importante lote de fragmentos cerámicos con impresiones cardiales combinadas con otras técnicas decorativas, principalmente incisiones. En lo que respecta a las formas,

parecen dominar las dimensiones medianas y las formas de cuenco y de olla. También se ha encontrado un fragmento de cuchara de arcilla. Por último, en este nivel se documenta un hogar en cubeta excavada en el suelo, datado directamente por radiocarbono en 7080 ± 115 cal BP. Otras 3 dataciones radiocarbónicas, dos de ellas sobre huesos de oveja (*Ovis aries*), sitúan este nivel entre 7200 ± 38 cal BP y 7086 ± 58 cal BP (Bosch, 2015b). Se adscribe culturalmente al Neolítico antiguo cardial.

- *Nivel 3 central*. Nivel arqueológicamente estéril caracterizado por las fracturas y fisuras en la sedimentación y la presencia de grandes bloques de roca desprendidos del techo de la cueva durante un episodio de caídas, probablemente provocado por un aumento de la humedad y la circulación hídrica.

- *Nivel 4 central*. Se trata de un nivel más pobre en la cultura material. El conjunto de piezas líticas retocadas está dominado por raspadores, microburiles y fragmentos de lámina con ápice triédrico. Aparecen microlitos geométricos con forma de triángulo isósceles alargado con retoque abrupto. Ha entregado una fecha de 8106 ± 68 cal BP y se adscribe culturalmente al Mesolítico geométrico. En este nivel aparece además un hogar formalmente muy sencillo (hogar plano simple) que a partir de los estudios sedimentológicos (Bergedà, 1996) se asocia a procesos de trabajo relacionados con el tratamiento técnico de materia prima animal. La ausencia de límites debió propiciar la dispersión de los carbones y las cenizas fuera de este hogar.

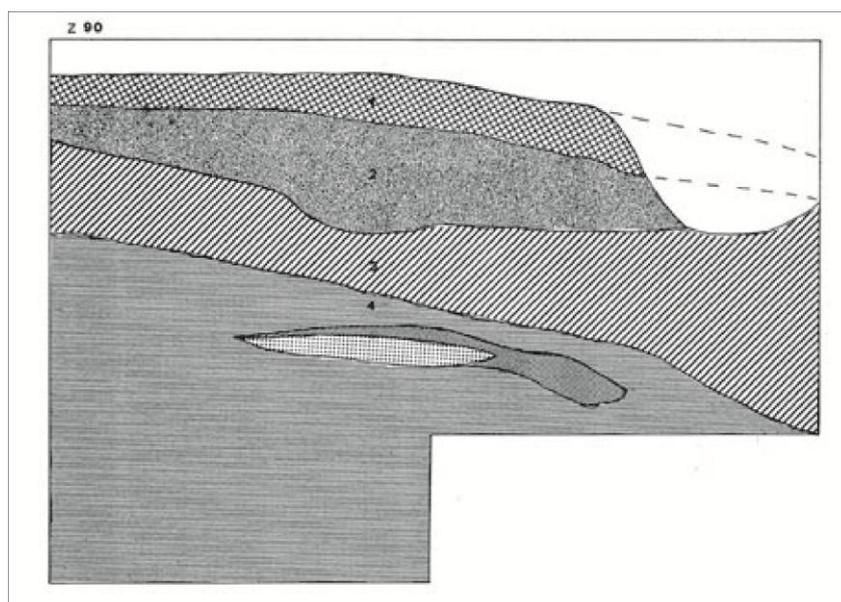


Figura 203. Corte estratigráfico del sector central (Sondeo A) de la Cova del Vidre según Bosch, 2015a.

Sondeo C.

- *Nivel 1 interior.* Se recupera una industria lítica poco abundante dominada por raspadores, denticulados, laminillas y dorsos, así como algunos microburiles. Aparecen también punzones y puntas de hueso y una concha de *Dentalium*. Se adscribe culturalmente a un momento más avanzado del Epipaleolítico microlaminar que la del el nivel subyacente.

- *Nivel 2 interior.* Se trata de la fase más antigua de la ocupación que se data en 12695 ± 147 cal BP. Esta unidad estratigráfica está compuesta por material detrítico que presenta fisuras y fracturas por efecto de la gelifracción. La industria lítica está elaborada sobre diferentes variedades de sílex y está dominada por laminillas, dorsos, raspadores y denticulados. Esta fase se adscribe culturalmente a un primer momento del Epipaleolítico microlaminar.

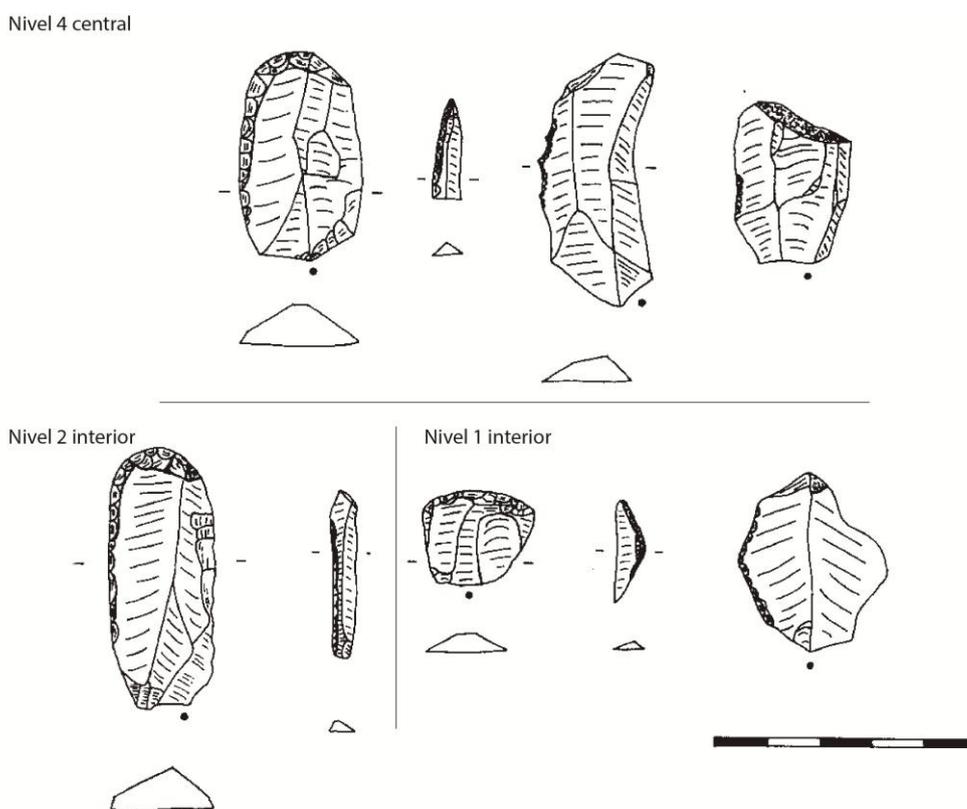


Figura 204. Material lítico más representativo de las fases de ocupación epipaleolíticas de la Cova del Vidre (Bosch, 2001).

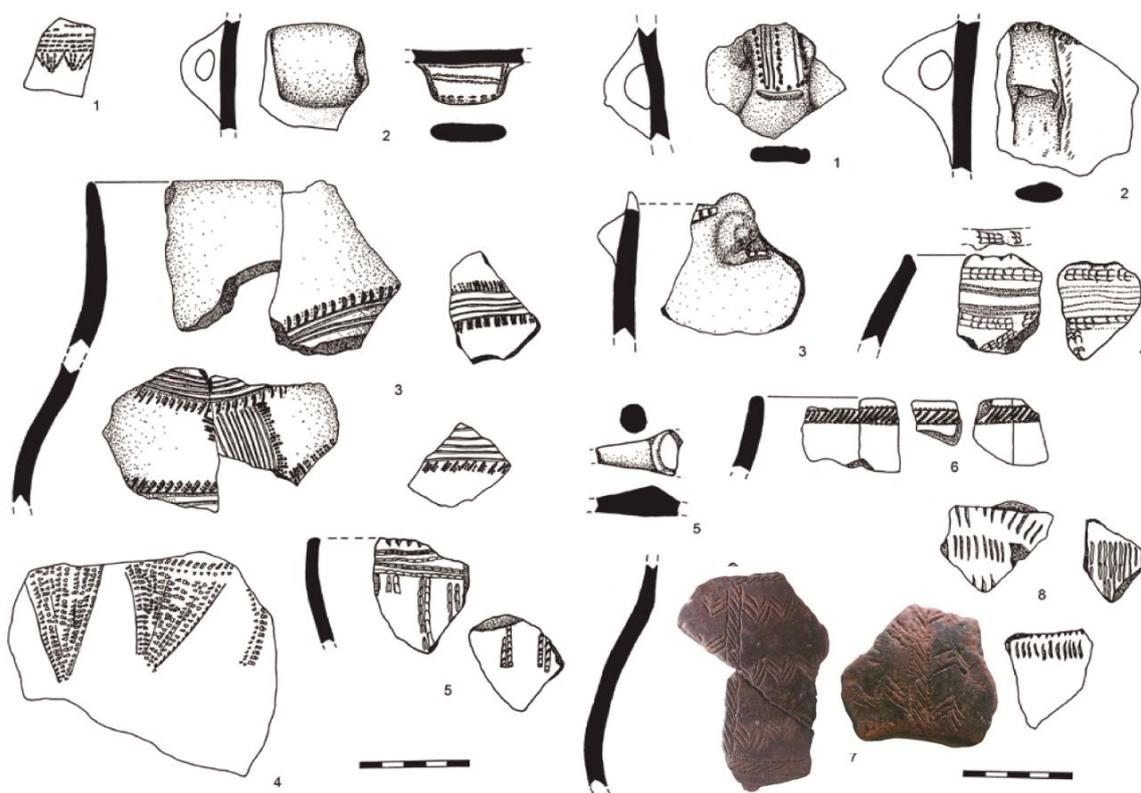


Figura 205. Material cerámico más representativo de la fase de ocupación neolítica de la Cova del Vidre (Bosch, 2009; 2015a).

Yacimiento	Nivel	EC	Data	σ	Ref. laborat.	Cal. BP (2 σ)	M	P	Referencia
Cova del Vidre	2 interior	EM	10740	130	Beta-58933	12860-12420	C	conv	Bosch, 2001
Cova del Vidre	4 central	MG	7290	70	UBAR-832	8240-7960	C	-	Bosch, 2015a
Cova del Vidre	2 central	NA	6248	33	OxA-26065	7280-7080	Hd	AMS	Bosch, 2015b
Cova del Vidre	hogar	NA	6189	90	Beta-58934	7320-6840	C	conv	Bosch, 2015b
Cova del Vidre	2 central	NA	6181	35	OxA-26064	7200-6960	Hd	AMS	Bosch, 2015b
Cova del Vidre	2 central	NA	6180	90	Beta-58934	7310-6830	C	conv	Bosch, 2015b

Tabla 32. Dataciones radiocarbónicas a partir de Bosch, 2001; 2015a; 2015b. Hd: Hueso de animal doméstico, C: Carbón. EM: Epipaleolítico microlaminar, MMD: Mesolítico macrolítico MG: Mesolítico geométrico, NA: Neolítico antiguo. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey (2017); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013).

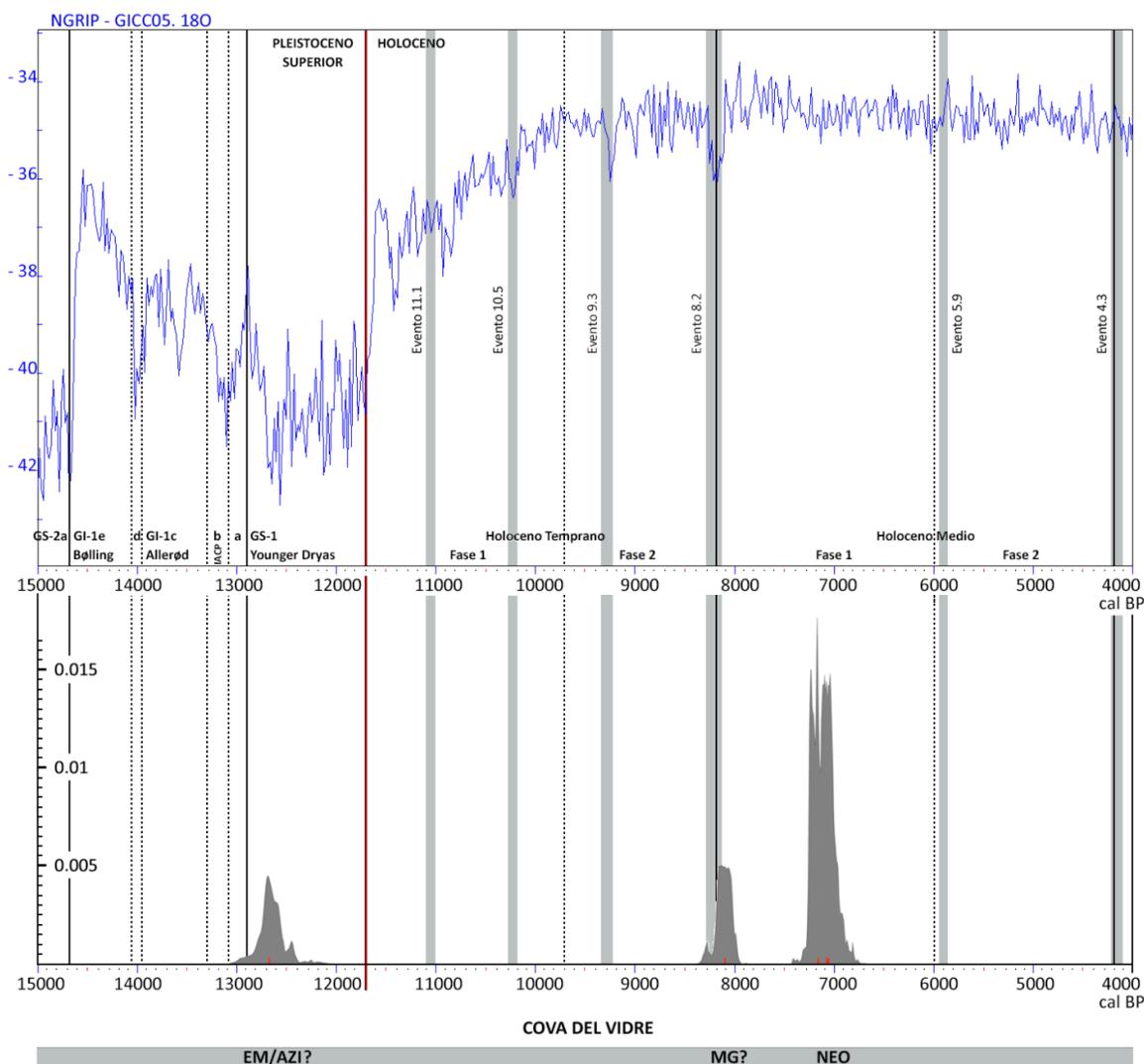


Figura 206. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de Cova del Vidre realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey (2017); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013).

7.9.4. Otros estudios bioarqueológicos.

Estudio antracológico previo

Los niveles mesolíticos fueron estudiados por R. Piqué (UAB) (Piqué, e.p.). En este análisis se documenta la presencia de 9 taxones (Tabla 33): abeto (*Abies alba*), boj (*Buxus sempervirens*), enebro/sabina (*Juniperus* sp.), pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), prunoidea (*Prunus* sp.), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), rosácea (Rosaceae/Maloideae) y tejo (*Taxus baccata*). El pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) es el taxón más consumido a lo largo de toda la ocupación mesolítica, acompañado de una presencia importante de prunoideas (*Prunus*

sp.) en el *nivel 1 interior* y de tejo (*Taxus baccata*) y boj (*Buxus sempervirens*) durante la ocupación geométrica del *nivel 2 central*.

Yacimiento	Cova del Vidre					
	Epipaleolítico microlaminar				Mesolítico geométrico	
Nivel	2 interior		1 interior		4 central	
Taxa	n	%	n	%	n	%
<i>Abies alba</i>	1	1.2				
<i>Buxus sempervirens</i>					8	4.8
<i>Juniperus sp.</i>	1	1.2				
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	79	96.3	78	78.0	125	74.9
<i>Prunus sp.</i>	1	1.2	18	18.0		
<i>Quercus sp. caducifolio</i>					2	1.2
<i>Quercus sp. perennifolio</i>			4	4.0		
Rosaceae/Maloideae					3	1.8
<i>Taxus baccata</i>					29	17.4
Total determinables	82		100		167	
Indeterminables					8	
Total fragmentos	82		100		175	
Total taxa	4		3		5	

Tabla 33. Resultados del análisis antracológico de los niveles mesolíticos de Cova del Vidre expresados en frecuencias absolutas y relativas (Piqué, e. p.).

7.9.5. Método de recuperación y unidades de análisis.

Todos los carbones estudiados proceden de la campaña de excavación arqueológica de 1992. Durante el trabajo de campo se aplicaron estrategias de muestreo que afectaron a los macrorrestos vegetales con un doble objetivo, por un lado, la obtención de muestras para la realización de dataciones radiocarbónicas y por otro lado la obtención de muestras para su análisis arqueobotánico. Esto, unido a la aparentemente buena conservación de los materiales de origen orgánico en este yacimiento, se ha traducido en la disponibilidad de una gran cantidad de material para su estudio, por lo que durante el trabajo de laboratorio se ha tomado la decisión de realizar un submuestreo que permita el análisis de una cantidad de material suficiente y representativo del total de la muestra sedimentada.

En este trabajo se han analizado un total de 590 fragmentos de carbón procedentes de la ocupación neolítica. De estos, 292 fragmentos proceden del carbón disperso en la superficie del *nivel 2 central* y 298 del *gran hogar* localizado en este nivel de ocupación. Como ya hemos comentado, los niveles epipaleolíticos fueron estudiados por R. Piqué (Piqué, e.p.), con un total de 357 fragmentos analizados procedentes de los

3 niveles arqueológicos que también se tendrán en cuenta en la discusión de los resultados.

En el *nivel 2 central*, más del 90% de los taxones, aparecen representados entre los primeros 149 fragmentos, por lo que estudiando 150 fragmentos de carbón tendríamos representados la mayor parte de los taxones (Figura 209). Con el análisis de los restantes 142 fragmentos hemos obtenido sólo 1 nuevo taxón, *Pistacia* sp., que además alcanza un porcentaje muy reducido en el total de la muestra (0,2%), siendo una especie poco frecuente. Como ya hemos expuesto, la curva taxonómica no deja de ser una curva de esfuerzo-rendimiento que nos permite evaluar en términos cualitativos (nunca cuantitativos) el número mínimo de fragmentos de carbón que es necesario analizar para obtener unos resultados representativos del total con el menor esfuerzo posible. En este caso, duplicar el esfuerzo de análisis se ha traducido en una escasa mejora del rendimiento, con en la obtención de un solo nuevo taxón (Figura 209).

En el *nivel 2 central* hay una aparente estabilización de la curva a partir del fragmento 56 cuando han aparecido el 67% de los taxones, entre ellos los taxones más frecuentes, y suponen cuantitativamente más de 95% de la muestra. Entre el fragmento 144 y el 202 aparecen 4 nuevos taxones, que suponen el 33% del total de taxones documentados aunque estos representan menos de un 5% del total de la muestra. A partir del fragmento 202 se produce nuevamente una estabilización de la curva esfuerzo-rendimiento (Figura 209).

En el caso del *gran hogar* la curva taxonómica se estabiliza definitivamente a partir del fragmento 183, momento hasta el cual hay un crecimiento progresivo y sostenido, aunque de nuevo vemos que todos los taxones frecuentes han aparecido ya entre los primeros 89 fragmentos (Figura 209).

En lo que respecta a la estabilización de las frecuencias de aparición de los distintos taxones documentados en la Cova del Vidre, vemos como en el caso del hogar, donde hay un solo taxón, el tejo (*Taxus baccata*), que sobresale claramente por encima de los otros en términos cuantitativos, la estabilización de la curva es muy rápida, a pesar de la elevada variabilidad taxonómica de esta muestra. Esto quiere decir que desde los primeros 100, o incluso 50, fragmentos estudiados se perfila cual va a ser el porcentaje de este taxón en la muestra (Figura 208). En muestras más pequeñas es peligroso hacer un análisis cuantitativo de los datos ya que las variaciones porcentuales que supone cada

determinación son enormes. En el caso del nivel 2 central hay tres taxones que comparten el protagonismo sobresaliendo numéricamente por encima del resto; el tejo (*Taxus baccata*), el pino albar (*Pinus tp. sylvestris*) y el boj (*Buxus sempervirens*). La estabilización de la curva de porcentajes de estos taxones no se produce hasta los 200 o 250 fragmentos (Figura 207).

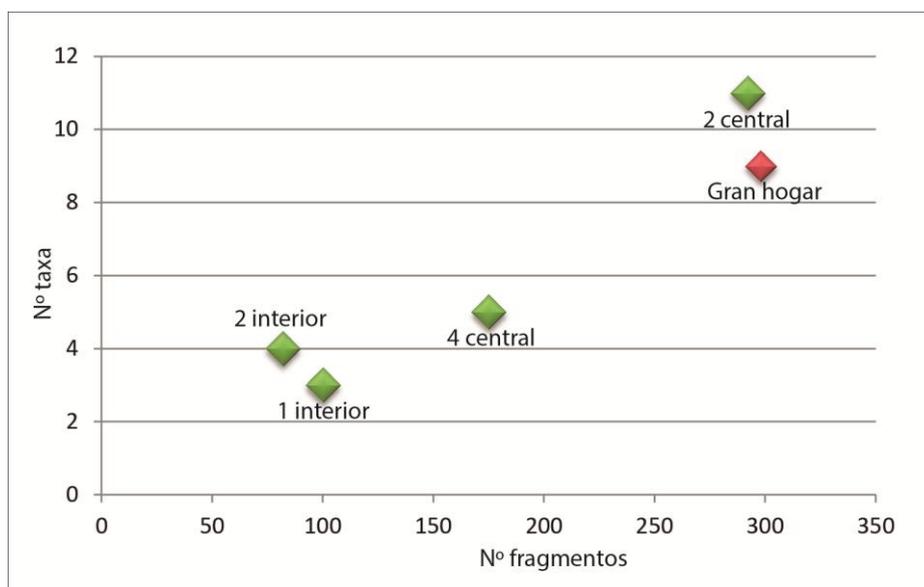


Figura 207. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas.

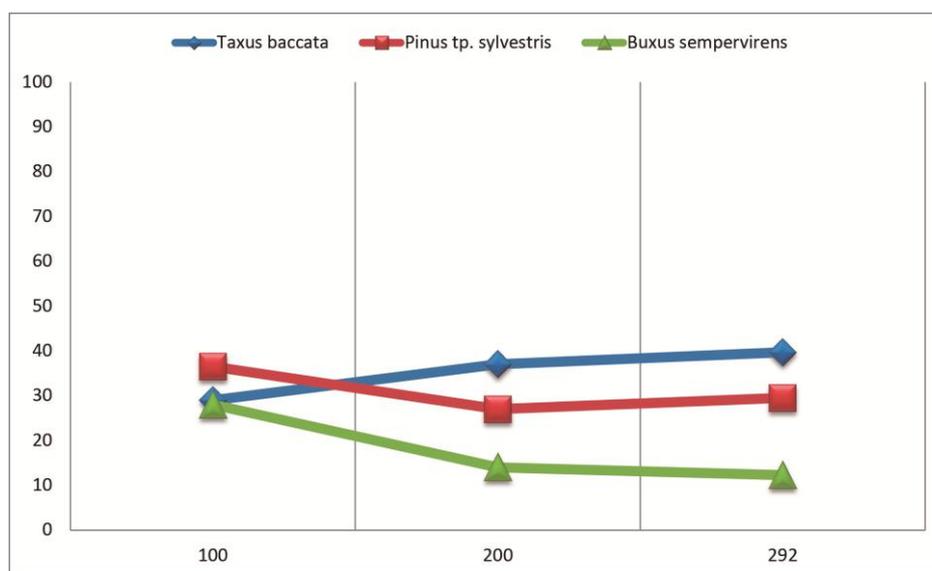


Figura 208. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes en las muestras antracológicas de Cova del Vidre nivel 2 central.

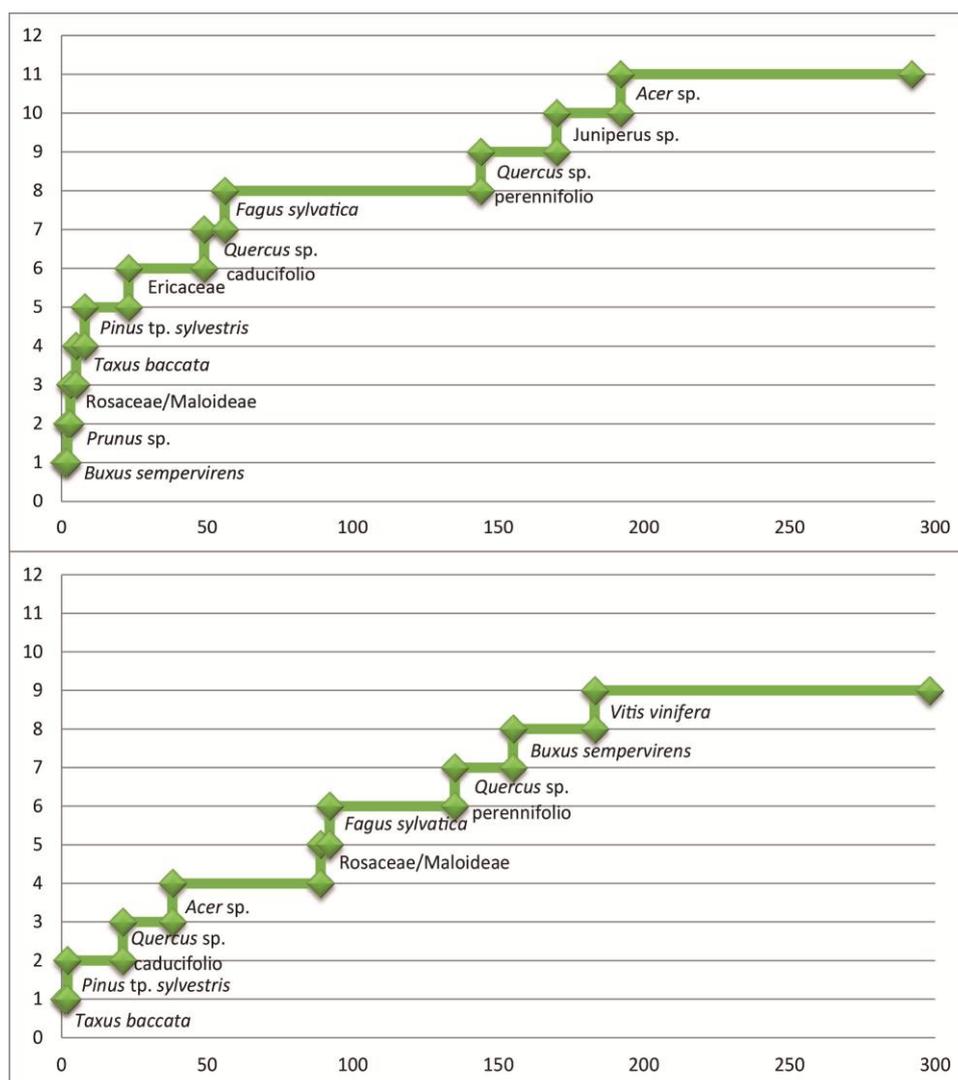


Figura 209. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Cova del Vidre nivel 2 central (arriba) y el gran hogar (abajo).

6.9.6. Resultados del análisis antracológico.

En el nivel 2 central hemos documentado la presencia de 11 taxones: arce (*Acer sp.*), boj (*Buxus sempervirens*), ericácea (Ericaceae), haya (*Fagus sylvatica*), enebro/sabina (*Juniperus sp.*), pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), roble (*Quercus sp. caducifolio*), encina/coscoja (*Quercus sp. perennifolio*), prunoidea (*Prunus sp.*), rosáceas (Rosaceae/Maloideae) y tejo (*Taxus baccata*). El taxón mejor representado en este conjunto es el tejo (*Taxus baccata*) con cerca del 40% de los fragmentos analizados. Comparte protagonismo con el pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) que alcanza prácticamente el 30% del total. Otros taxones con una importante presencia cuantitativa dentro de la muestra son el boj (*Buxus sempervirens*) (12,3%), el roble (*Quercus sp. caducifolio*) (6,8%) y las rosáceas (Rosaceae/Maloideae) (5,8%).

En el *gran hogar* de la Cova del Vidre hemos documentado la presencia de 9 taxones: arce (*Acer* sp.), boj (*Buxus sempervirens*), haya (*Fagus sylvatica*), pino tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*), roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio), rosáceae (Rosaceae/Maloideae), tejo (*Taxus baccata*) y vid (*Vitis vinifera*). Este último taxón es el único que no aparece entre los carbones dispersos en el nivel. La madera de tejo (*Taxus baccata*) es sin duda la más utilizada en esta estructura donde alcanza más de un 85% de los restos estudiados mientras que el resto de taxones tienen una presencia testimonial, nunca superior al 4%.

Yacimiento	Cova del Vidre			
Etapla cultural	Neolítico antiguo			
Nivel	2 central		Hogar	
Taxa	n	%	n	%
<i>Acer</i> sp.	1	0.3	2	0.7
<i>Buxus sempervirens</i>	36	12.3	2	0.7
Ericaceae	1	0.3		
<i>Fagus sylvatica</i>	1	0.3	2	0.7
<i>Juniperus</i> sp.	7	2.4		
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	86	29.5	12	4.0
<i>Prunus</i> sp.	4	1.4		
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	20	6.8	12	4.0
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	2	0.7	3	1.0
Rosaceae/Maloideae	18	6.1	7	2.3
<i>Taxus baccata</i>	116	39.7	257	86.2
<i>Vitis vinifera</i>			1	0.3
Total determinables	292		298	
Indeterminables				
Total fragmentos	292		298	
Total taxa	11		9	

Tabla 34. Resultados del análisis antracológico de la ocupación neolítica de Cova del Vidre expresados en frecuencias absolutas y relativas.

6.9.7. Alteraciones registradas.

En el conjunto antracológico de la Cova del Vidre se han registrado de nuevo varios tipos de alteraciones: madera de reacción, vitrificación, grietas radiales y alteraciones por xilófagos. La incidencia de las alteraciones en la madera recuperada en el interior del *gran hogar* es muy baja, apenas alcanza el 1 o 2% de los restos. En el caso del carbón disperso en el *nivel 2 central*, la incidencia es también baja aunque algo superior. Solo la madera de reacción supera el 10 % de los fragmentos estudiados (Figura 210).

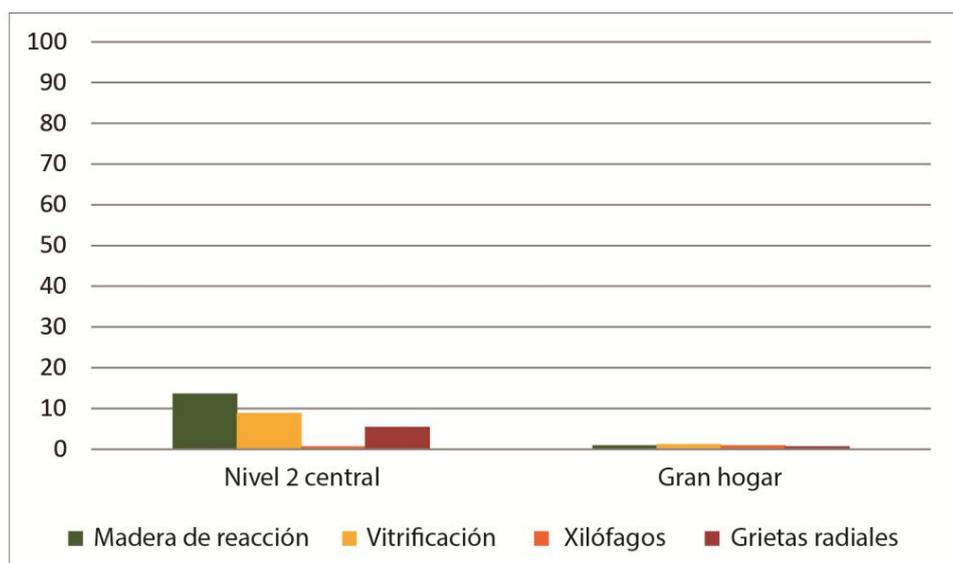


Figura 210. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas.

6.9.8. Interpretación de los resultados.

Las coníferas dominan el espectro antracológico de la Cova del Vidre durante el Neolítico antiguo. El taxón mayor representado es el tejo (*Taxus baccata*) que comparte protagonismo con el pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*). Completan el conjunto los fragmentos pertenecientes al género *Juniperus*, aunque la presencia de esta conífera es menos importante cuantitativamente. En lo que respecta a los planifolios, destaca la riqueza taxonómica documentada en este registro. Se han documentado 9 taxones distintos de planifolios aunque están menos representados a nivel cuantitativo. Entre estos destaca el boj (*Buxus sempervirens*), el roble (*Quercus* sp. *caducifolio*) y las rosáceas (Rosaceae/Maloideae).

Los 590 fragmentos analizados pertenecen a un mismo momento neolítico. Sin embargo, se observan ciertas diferencias, tanto en el plano cualitativo como cuantitativo, entre los carbones dispersos y los recuperados en el hogar, aunque los taxones mejor representados son los mismos en ambos casos. Las diferencias observadas se deben a que estos conjuntos son el resultado de diferentes procesos de formación. Mientras que los carbones asociados a los hogares se interpretan como resultado de la combustión de las últimas recogidas de leña, los dispersos en los niveles son el resultado de acciones reiteradas durante periodos de tiempo más largos. Es

reseñable sin embargo que ambos conjuntos reflejan un mismo patrón de aprovechamiento del combustible.

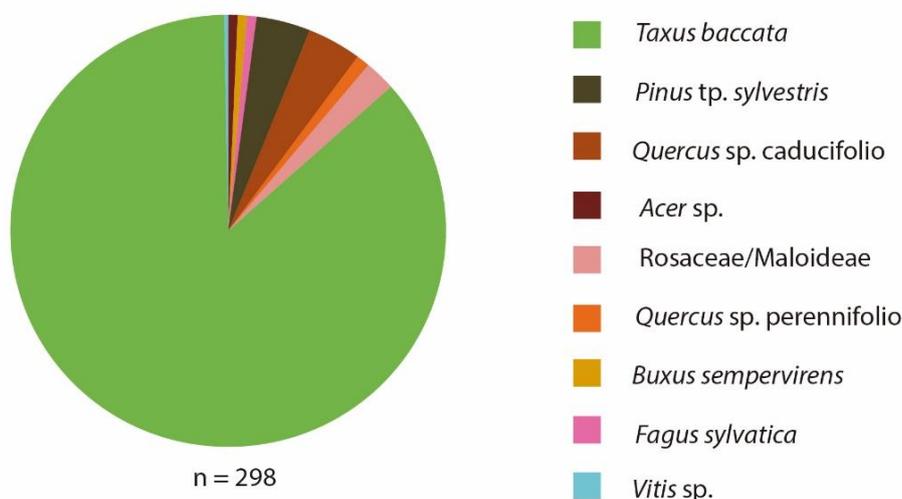


Figura 211. Frecuencias de aparición de los taxones determinados en el Gran Hogar de la Cova del Vidre.

De acuerdo a los taxones identificados, el entorno de la cueva a finales del VI milenio estaría dominado por bosques de coníferas, en los que el tejo (*Taxus baccata*) y el pino tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) habrían ocupado un lugar destacado. La presencia de tejo (*Taxus baccata*) parece indicar una mejora climática respecto a los niveles mesolíticos (Piqué, e.p.). La presencia de caducifolios como el arce (*Acer sp.*), el roble (*Quercus sp. caducifolio*), el haya (*Fagus sylvatica*), las rosáceas (Rosaceae/Maloideae) y prunoideas (*Prunus sp.*), junto con el boj (*Buxus sempervirens*), revelan un entorno caracterizado por la expansión de los bosques en las cotas medias de altitud. Otros taxones documentados, como la encina/coscoja o las ericáceas, son indicativos de la existencia de áreas favorables, quizá en zonas más soleadas o en cotas más bajas, aptas para la expansión de estos taxones mediterráneos. Por último, la lambrusquera (*Vitis sp.*) es característica de la vegetación de ribera y por lo tanto se podría haber desarrollado en alguna torrentera o río cercano.

La expansión de los bosques caducifolios constatada en el Neolítico Antiguo del Vidre continúa la tendencia ya observada en el nivel 4 central (figura) (Piqué, e.p.). En este depósito aparecen ya documentados taxones como el boj (*Buxus sempervirens*) y el roble (*Quercus sp. caducifolio*). También en este nivel se documenta ya la presencia de tejo (*Taxus baccata*), aunque no alcanza los porcentajes observados en el nivel 2 central. En lo que respecta a las coníferas, en el nivel 2 central el tejo (*Taxus baccata*)

parecen haber relegado a los pinos (*Pinus* tp. *sylvestris*) a un papel más secundario. Se documenta a la vez un incremento significativo de los planifolios mesomediterráneos. Por lo tanto, se puede considerar que en el conjunto antracológico de este nivel se refleja la consolidación de la mejora climática que se inicia a principios del Holoceno.

El rasgo más destacable del conjunto antracológico de la Cova del Vidre es la importante presencia del tejo (*Taxus baccata*). Se trata de una especie por lo general poco visible en el registro antracológico y palinológico, sin embargo parece que se vuelven más importantes a partir de inicios del Holoceno por toda la Península y que su expansión fue paralela a la de los bosques caducifolios (Pérez-Díaz et al., 2013; Uzquiano et al., 2014; Aranbarri et al., 2016). En el Nordeste Peninsular aparece esporádicamente, generalmente en bajas cantidades que raramente superan el 5% de los fragmentos (Ros, 1995; 1996; Ferré y Piqué, 2000; Piqué, 2000; Caruso y Piqué, 2014). Son una excepción los yacimientos de Cova de la Guineu en el Alt Penedès (Allué et al., 2009) y Camp del Colomer en Andorra (Piqué, 2016) que al igual que Cova del Vidre presenta valores muy elevados. Este taxón podría estar sobre-representado en estos conjuntos debido a una explotación intensiva de este taxón. La madera de tejo es de gran calidad y ha sido utilizada tradicionalmente para la manufactura de instrumentos y objetos, y también se ha empleado para alimentar al ganado.

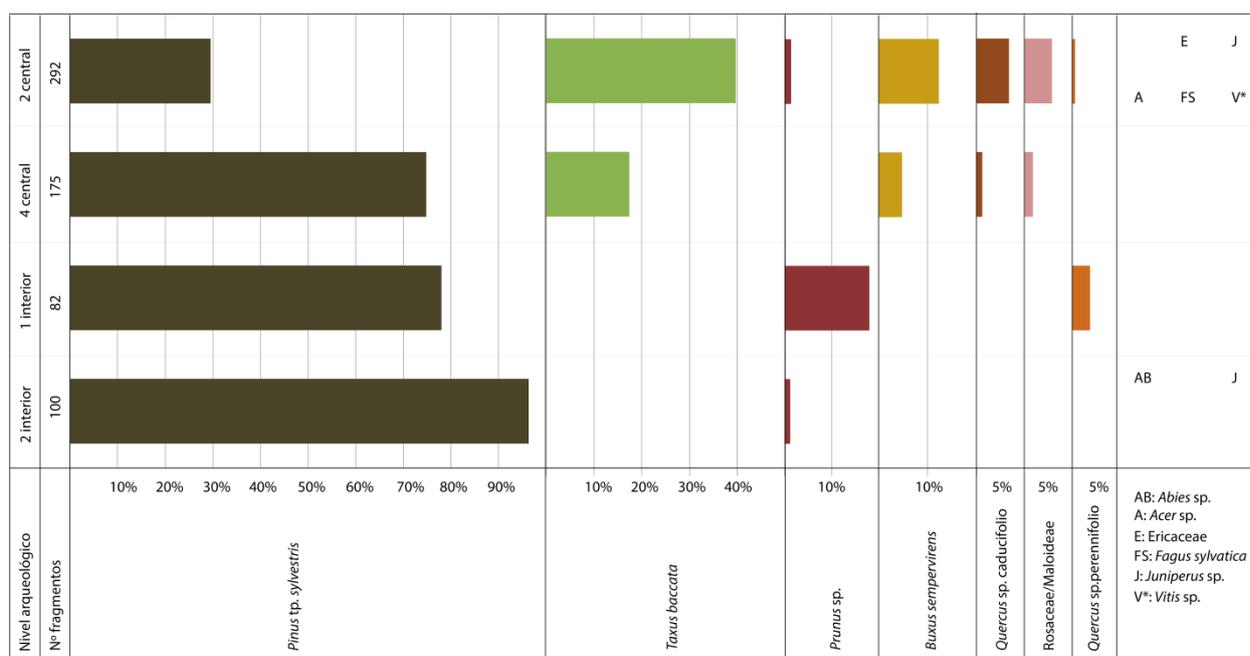
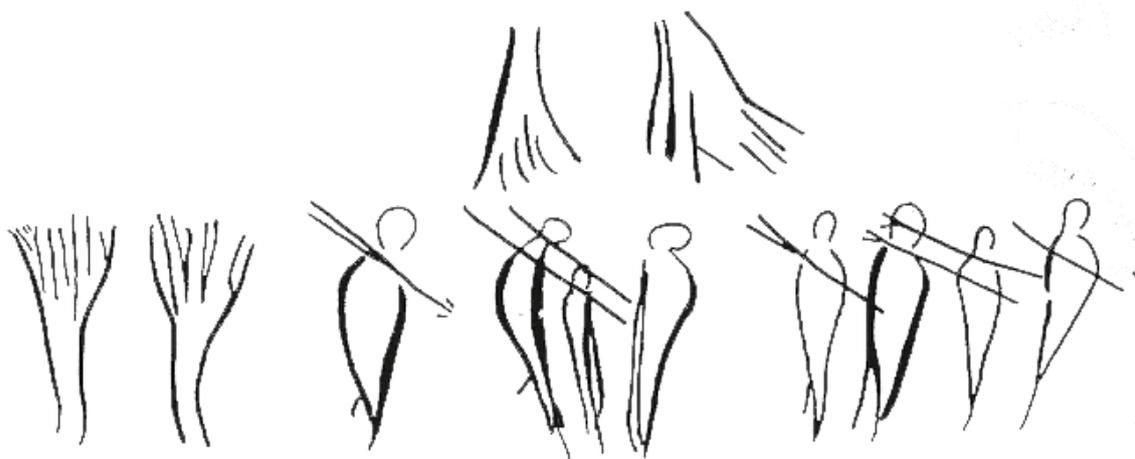


Figura 212. Diagrama antracológico de la Cova del Vidre (Roquetes, Tarragona). Se incluyen los resultados de los niveles mesolíticos (Piqué, e.p.) y el nivel neolítico estudiados en este trabajo.

TERCERA PARTE.
DISCUSIÓN GENERAL



Capítulo 7.

SÍNTESIS Y DISCUSIÓN GENERAL.

7.1. DINÁMICA DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL VALLE DEL EBRO DEL TARDIGLACIAR AL HOLOCENO MEDIO A PARTIR DE SU EXPLOTACIÓN HUMANA.

En este apartado realizamos una valoración global del conjunto de datos antracológicos obtenidos en este trabajo de tesis doctoral. Esto nos permite tener una cierta resolución de los datos en un territorio más o menos amplio de forma que podemos reconocer ciertas recurrencias que podemos interpretar como tendencias en el aprovechamiento del combustible. En este capítulo de síntesis y discusión general vamos a tratar de definir las particularidades de los paisajes tardiglaciares y holocenos en los que se desarrollan las últimas sociedades cazadoras recolectoras epipaleolíticas y sobre los que se asientan las primeras sociedades productoras neolíticas. En este primer apartado, reconstruimos la evolución local y regional de la vegetación leñosa desde el Tardiglaciario hasta el Holoceno Medio a partir de la variación diacrónica en las frecuencias de los principales taxones documentados en contextos arqueológicos (Figura 213).

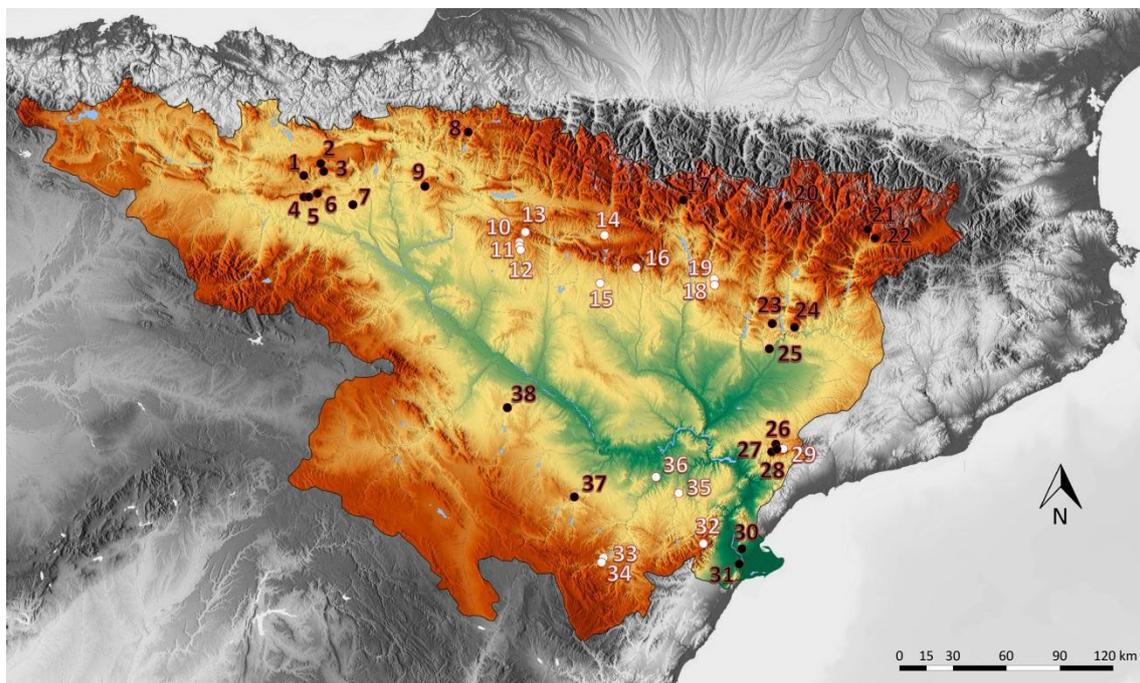


Figura 213. Yacimientos de la Cuenca del Ebro con estudios antracológicos previos (negro) y estudiados en este trabajo (blanco) entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio (14500-4200 cal BP): (1) Atxoste, (2) Mendandia, (3) Kampanoste Goikoa, (4) Los Husos II, (5) Los Husos I, (6) Peña Larga, (7) Los Cascajos, (8) Aizpea, (9) Artusia, (10) Peña 14, (11) Legunova, (12) Rambla de Legunova, (13) Paco Pons, (14) Esplugón, (15) Espantalobos, (16) Chaves, (17) Coro Trasito, (18) Forcas I, (19) Forcas II, (20) Cova del Sardo, (21) Balma Margineda, (22) Freixa del Moro, (23) Forat de la Conqueta, (24) Cova del Parco, (25) Auvelles, (26) Hort de la Boquera, (27) Colls, (28) Filador, (29) Coves del Fem, (30) Molló de la Torre, (31) Barranc d'en Fabra, (32) Vidre, (33) Ángel 2, (34) Ángel 1, (35) Pontet, (36) Plano del Pulido, (37) Los Baños, (38) Cabezo de la Cruz.

Con el objetivo de insertar nuestros datos en un contexto más amplio, que nos permita definir y evaluar posibles convergencias y divergencias regionales, hemos realizado un compendio exhaustivo de datos que incluye todos los estudios antracológicos disponibles para esta cronología en el valle del Ebro. Aunque debemos ser cautelosos a la hora de valorar las causas de las diferencias entre niveles y yacimientos, teniendo siempre en cuenta la posible distorsión que introducen los tamaños muestrales, esta síntesis nos permite hacer un repaso de la cubierta vegetal disponible y explotada por los grupos humanos durante las distintas fases culturales que se desarrollan dentro del mesolítico y neolítico en este territorio.

A la hora de enfrentarnos a la importante cantidad de datos manejados hemos establecido 3 fases cronológicas para su ordenación, teniendo en cuenta aspectos relativos tanto a fases culturales como a etapas climáticas

- (i) en la primera fase hemos incluido las últimas realidades superopaleolíticas y las primeras tradiciones epipaleolíticas tardiglaciares y holocenas (15000-10000 cal BP),
- (ii) la segunda fase la hemos dividido a su vez en dos subfases, una correspondiente a la unidad cultural mesolítica de muescas y denticulados (10000-8400 cal BP) y la otra a la geométrica (8500-7300 cal BP) y
- (iii) la tercera y última fase corresponde a las ocupaciones neolíticas (7500-5000 cal BP).

En lo que respecta a la distribución geográfica de los datos que nosotros aportamos (Figura 214), estos se concentran en 4 zonas bien definidas dentro del valle del Ebro, que son:

- (i) el tramo medio de la Depresión central del Ebro
- (ii) el Prepirineo central,
- (iii) las estribaciones del Sistema Ibérico-Maestrazgo-Els Ports y
- (iv) el Montsant, un macizo montañoso que perteneciendo a la Serralada Prelitoral catalana vierte al interior de la cuenca.

Completamos estos datos con los aportados por los escasos estudios previos realizados en estas áreas, así como con los que se dispone de otros territorios del interior de la cuenca, y que sin duda enriquecen la discusión de este trabajo. Estos proceden fundamentalmente de:

- (v) el Pirineo occidental y Alto Ebro,
- (vi) el Pirineo centro-oriental,
- (vii) el Pirineo oriental y
- (viii) la desembocadura del Ebro y Bajo Ebro

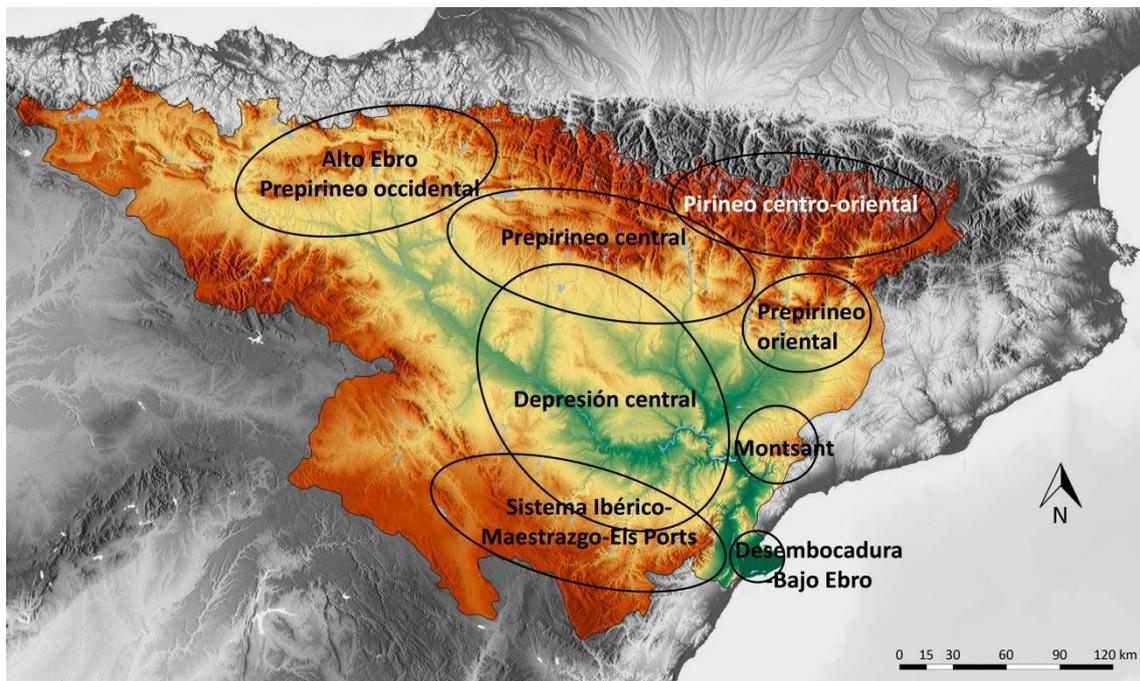


Figura 214. Zonas biogeográficas en torno a las que se ordenan los datos antracológicos presentados en este subcapítulo.

7.1.1. El Tardiglaciario y las primeras tradiciones epipaleolíticas holocenas (15000-10000 cal BP).

Se trata de un periodo cronológicamente amplio para el que disponemos de datos antracológicos escasos y dispersos. A lo largo de estos cinco milenios nos encontramos, desde el punto de vista industrial, algunas ocupaciones superopaleolíticas adscritas al Magdaleniense Superior o Final, pero sobre todo con los conjuntos epipaleolíticos más antiguos, aquellos descritos como Epimagdalenienses, Microlaminares (EM), Azilienses o Sauveterroides, que se desarrollan contemporáneamente a aquellas a partir de la fase atemperada de Allerød (14500-12900 cal BP) que precede al Dryas Reciente (12900-11700 cal BP).

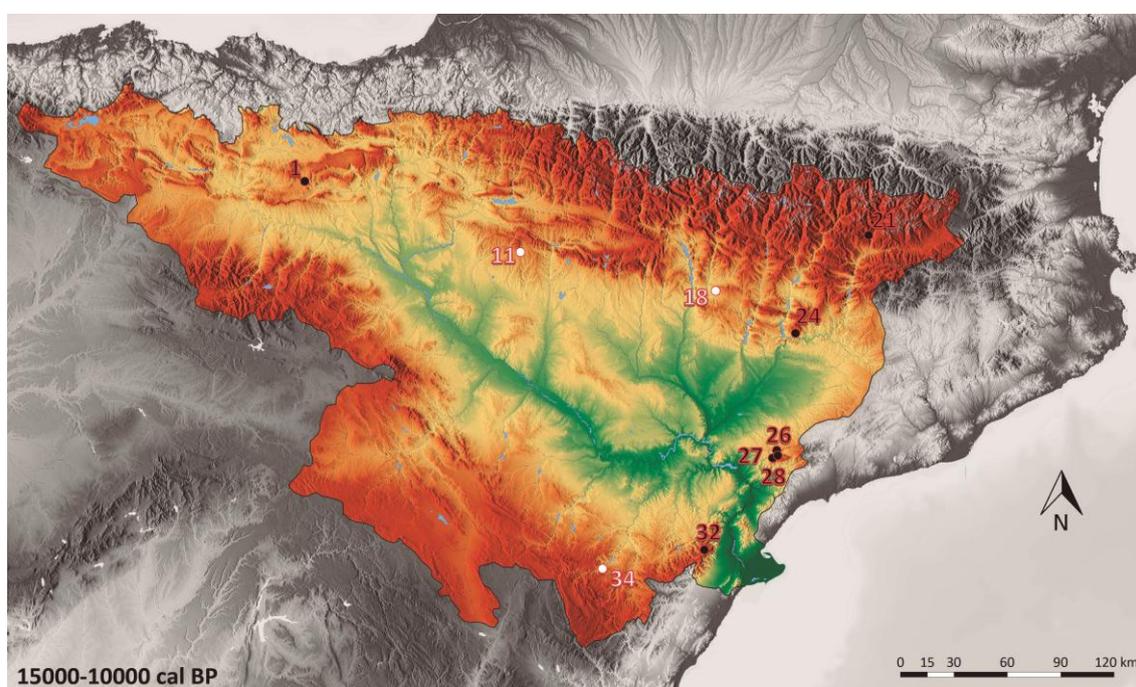


Figura 215. Cuenca del Ebro con indicación de los yacimientos con estudios antracológicos disponibles para el periodo 15000-1000 cal BP. En blanco los obtenidos en este trabajo y en negro otros estudios previos. (34) Ángel 1, (1) Atxoste, (27) Colls, (28) Filador, (18) Forcas I, (26) Hort de la Boquera, (11) Legunova, (24) Cova del Parco, (32) Vidre.

Los datos más antiguos de los que disponemos proceden del yacimiento de Forcas I (480 msnm) ubicado en el Prepirineo central. Su *nivel 11*, el único de la larga secuencia arqueológica que nos ha proporcionado datos antracológicos a partir de una pequeña muestra de carbones (n=28), contiene una ocupación adscrita al Magdaleniense Superior Final que ha proporcionado unas fechas de 14181 ± 232 - 13900 ± 207 cal BP que lo inscriben en la fase atemperada de Allerød (14500-12900 cal BP). El espectro

antracológico (Tabla 35) está dominado por los pinos de tipo albar (*Pinus tp. sylvetris*) que darían lugar a formaciones de coníferas en cuyas orlas forestales crecerían especies arbustivas y espinosas como las prunoideas (*Prunus* sp.). Es importante en este registro la presencia de avellano (*Corylus avellana*), una especie termófila muy apreciada como ya hemos dicho tanto por sus frutos comestibles (Berihuete y Antolín, 2012) como por las varas que produce, que son de gran utilidad en algunas cadenas operativas (producción de fuego o astiles de proyectil, por ejemplo).

Yacimiento	Ángel 1	Forcas I	Legunova	
	10 sup.	11	q	m
Datación cal BP	-	14181±232 13900±207	14808±321 13138±102	12740±59
Nº fragmentos	173	28	48	33
Altitud	735	480	760	760
Cultura	¿Magd.?	Magd. final	Magd. final	Aziliense/ Epi. Micro.
<i>Corylus avellana</i>	-	10	7	6
<i>Gymnospermae</i>	9	-	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	6	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	10	-	3	9
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	122	17	9	3
<i>Prunus</i> sp.	-	1	-	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	4	-	-	-
Total determinables	151	28	19	18
Indeterminables	22	-	29	15
Total taxa	5	3	3	3

Tabla 35. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos analizados para el periodo 15000-10000 cal BP.

En el extremo opuesto de este sector central prepirenaico, los niveles *q* y *m* del abrigo de Legunova (760 msnm) nos proporcionan también datos para el período Tardiglaciario. El nivel *q* (14808±321-13138±102 cal BP), con una ocupación magdaleniense sería contemporáneo al nivel *11* de Forcas I, mientras que el nivel *m* contiene una ocupación adscribible al Aziliense, que con una datación de 12740±59 cal BP se desarrollaría a comienzos del Dryas Reciente. De nuevo, el escaso número de fragmentos estudiados en este registro limita enormemente las posibilidades de interpretación (n=48, n=33). Los taxones que han podido ser documentados revelan la explotación de un entorno muy similar al documentado en el nivel *11* de Forcas I (Tabla 35). Se constata una elevada frecuencia de la madera de pino, donde el de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) es la única especie determinada, acompañada de nuevo de madera de avellano (*Corylus*

avellana). La presencia de este taxón en ambos yacimientos podría estar relacionada con la proximidad de ambos sitios a corrientes fluviales, el río Arba de Biel en el caso de Legunova y la confluencia Ésera-Isábena en el caso de Forcas I, o bien formarían parte de alguna formación forestal eminentemente caducifolia de la que el resto de elementos no habrían sido explotados o no habrían quedado sedimentados a causa de factores tafonómicos o del insuficiente muestreo.

Si comparamos los datos obtenidos con otras secuencias pirenaicas tardiglaciares (Tabla 36) vemos como los pinares son las formaciones forestales más explotadas en las cotas más altas (800-1000 msnm), tal como revela el registro de Balma Margineda (Heinz y Vernet, 1995) en el sector más oriental de la cuenca, o Atxoste (Ruíz Alonso y Zapata, 2015) en el sector occidental. En Atxoste (Tabla 37), especialmente durante la ocupación Magdaleniense del *nivel VII*, que se data entre el 13574±149 y el 13708±127 cal BP (Ruíz Alonso, 2014), lo que la ubica en la fase atemperada de Allerød, es significativa la explotación de comunidades forestales de carácter mesófilo y termófilo que se encontrarían bien establecidas en el entorno inmediato del asentamiento, formadas por especies caducifolias como arces (*Acer* sp.), abedules (*Betula* sp.), avellanos (*Corylus avellana*) o robles (*Quercus* sp. caducifolio). A menor altitud (420 msnm) y ya en el límite del sector prepirenaico más oriental con la depresión central, contamos con la amplia secuencia antracológica de la Cova del Parco, con ocupaciones comprendidas entre el 14961±299 y el 12804±100 cal BP (Ros, 1997; Allué et al., 2013). Esta secuencia revela la explotación de formaciones vegetales de coníferas con un carácter abierto, compuestas por los omnipresentes pinos de pino albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) y enebros/sabinas (*Juniperus* sp.), que parecen experimentar un gran aumento durante la fase fría y árida del Dryas Reciente (12900-11700 cal BP), alcanzando valores superiores al 80% de los fragmentos estudiados en los *niveles I* (12804±100 cal BP) y *Ia* (12888±113 cal BP).

Yacimiento Nivel/U.E.	Cova del Parco					Balma Margineda	
	II	Ic	Ib	Ia2	I	C6Lb	C6
	Allué, 2013				Ros, 1997	Heinz y Vernet, 1995	
Datación cal BP	14961 ± 299	13171 ± 121	13339 ± 133	12888 ± 113	12804 ± 100	12462 ± 269	10478 ± 194
Nº fragmentos	294	59	167	245	708	300	471
Altitud	420	420	420	420	420	960	960
Cultura	Magd. Sup.	Epi. Micro.	Epi. Micro.	Sauv.	Epi. Micro.	Sauv.	Sauv.
<i>Acer</i> sp.	4	2	-	4	12	-	3
<i>Angiosperma</i> indet.	-	-	-	1	-	-	-
<i>Corylus avellana</i>	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ephedra</i>	1	-	-	-	7	-	-
Gymnospermae	6	2	-	5	-	-	-
<i>Hedera</i>	-	-	-	1	-	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	61	27	2	227	587	14	45
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	-	-	-	-	12	-	-
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	139	26	161	3	46	267	408
<i>Prunus</i> sp.	22	1	-	-	4	-	-
<i>Quercus</i> sp. <i>caducifolio</i>	-	-	4	-	10	-	1
<i>Quercus</i> sp. <i>perennifolio</i>	-	-	-	-	27	-	-
Rosaceae/Maloideae	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-	-	-	-	3	-	-
<i>Viburnum lantana</i>	-	-	-	-	-	2	1
Total determinables	227	58	167	241	708	283	460
Indeterminables	58	1	0	3	0	17	11
Total taxa	8	5	3	6	9	3	7

Tabla 36. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos pirenaicos orientales del valle del Ebro para el periodo 15000-10000 cal BP.

Yacimiento Nivel/U.E.	Atxoste		
	VII	VI (3)	VI (2)
	Ruíz Alonso, 2014		
Datación cal BP	13708 ± 127 13574 ± 149	-	10911 ± 139 10877 ± 153
Nº fragmentos	1546	138	1161
Altitud	800	800	800
Cultura	Magdaleniense	Epi. Micro.	Epi. Micro.
<i>Acer</i> sp.	77	8	12
<i>Betula</i> sp.	120	1	5
<i>Corylus avellana</i>	35	-	4
Ericaceae	-	2	1
Gymnospermae	6	-	-
<i>Pinus</i> sp.	1019	93	216
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	104	25	765
<i>Prunus</i> sp.	127	6	22
<i>Quercus</i> sp. <i>caducifolio</i>	8	-	22
<i>Taxus baccata</i>	2	-	-
Total determinables	1498	135	1047
Indeterminables	48	3	114
Total taxa	9	6	9

Tabla 37. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos pirenaicos occidentales del valle del Ebro para el periodo 15000-10000 cal BP.

Durante el Holoceno Temprano (Tabla 37) los pinares montanos de pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) continúan dominando la montaña pirenaica tal como revela el registro antracológico de Atxoste (800 msnm) (*niveles* VI(3), VI(2)) (10911±139-10877±153 cal BP), donde continúan apareciendo taxones mesófilos y termófilos como el arce (*Acer* sp.), el abedul (*Betula* sp.) y el avellano (*Corylus avellano*) (Ruíz Alonso, 2014).

Al sur del Ebro contamos exclusivamente con los datos proporcionados por el *nivel 10* superior del abrigo de Ángel 1 (735 msnm) (Tabla 35), que contiene restos de una ocupación que por las características industriales de su cultura material podría adscribirse a un Magdalenense o a un Epilaleolítico Microlaminar. Además, la ausencia de una datación radiocarbónica fiable no nos permite precisar las condiciones climáticas bajo las que se desarrollaría esta ocupación. Los resultados del estudio antracológico revelan la explotación de un paisaje abierto claramente dominado por formaciones de coníferas, representadas de nuevo por el pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) y los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.). Estas aparecen acompañadas por la presencia puntual de madera de roble (*Quercus* sp. caducifolio), una especie mesófila y con ciertas exigencias hídricas, lo que situaría esta ocupación durante las fases atemperadas del Tardiglaciario o el Holoceno Temprano, como hemos visto que demuestra la presencia puntual de este taxón en algunos registros pirenaicos. En el Epilaleolítico Microlaminar de la relativamente cercana Cova del Vidre (1100 msnm) (Tabla 38), donde contamos con los registros antracológicos de los *niveles 1 interior* y *2 interior* (12695±147 cal BP), los pinares montanos (*Pinus* tp. *sylvestris*) aparecen acompañados por taxones arbustivos como las prunoideas (*Prunus* sp.) y el enebro/sabina (*Juniperus* sp.), indicadores de una apertura del paisaje, el abeto (*Abies alba*) y la coscoja/encina (*Quercus* sp. perennifolio) (Piqué e.p.).

Por último, en la zona del Montsant los yacimientos estudiados se localizan a baja altitud (340-400 msnm) (García Argüelles et al., 1990; Ros, 1994; Bergadà, 1998). Los depósitos de Colls (*nivel IV*) (14772±362-14196±278 cal BP) y Hort de la Boquera (*nivel B*) (14326±266 cal BP) (Tabla 38), con ocupaciones del Paleolítico Superior Final fechadas al inicio de la fase atemperada de Allerød, revelan la explotación de un paisaje similar al documentado en otros rebordes montañosos de la cuenca, con pinares abiertos de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) acompañados de taxones arbustivos como los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.), rosáceas (Rosaceae/Maloideae) y prunoideas (*Prunus*

sp.), y vegetación de ribera representada por el álamo/sauce (*Populus/Salix*) en Colls. Ya entrado el Holoceno, el registro antracológico de los niveles 7 (11291±300-10281±331 cal BP) y 4 (1557±190-10770±280 cal BP) del Filador apunta a un paisaje similar, donde los taxones arbustivos, acompañados en este caso de arces (*Acer* sp.), un taxón de carácter colonizador, ganan importancia, aunque los pinares continúan siendo las formaciones forestales más explotadas.

Yacimiento	Colls	Hort de la Boquera	Vidre		Filador	
	IV	B	2 int	1 int	7	4
Referencia	Ros, 1998	Allué, 2014	Piqué, e.p.		Ros, 1994	
Datación cal BP	14772±362 14196±278	14326 ± 266	12695± 147	-	11291±300 10281±331	11557±190 10770±280
Nº fragmentos	¿?	16	82	100	603	248
Altitud	400	400	1100	1100	340	340
Cultura	Pal. Sup. Final	Pal. Sup. Final	Epi. Micro.	Epi. Micro	Epi. Micro /Sau	Epi. Micro /Sau
<i>Abies alba</i>	-	-	1	-	-	-
<i>Acer</i> sp.	-	-	-	-	32	8
<i>Betula</i> sp.	-	-	-	-	3	-
<i>Juniperus</i> sp.	+	1	1	-	78	33
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	-	-	-	-	11	12
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	+	13	79	78	435	114
<i>Populus/Salix</i>	+	-	-	-	9	4
<i>Prunus</i> sp.	+	-	1	18	20	47
<i>Quercus</i> sp. <i>perennifolio</i>	-	-	-	4	-	-
Rosaceae/Maloideae	+	-	-	-	1	-
Total determinables	¿?	14	82	100	588	218
Indeterminables	¿?	2	0	0	15	20
Total taxa	5	2	4	3	8	6

Tabla 38. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro ubicados en el Montsant y Els Ports para el periodo 15000-10000 cal BP.

En resumen, podemos decir que durante este periodo los registros antracológicos del valle del Ebro revelan la explotación de un paisaje homogéneo ya que las diferentes áreas analizadas presentan grandes similitudes respecto a los taxones documentados y las especies dominantes. En el gráfico (Figura 216) se observa como en este periodo el aprovisionamiento de combustible se llevaría a cabo en formaciones más o menos abiertas de coníferas. Estos taxones, colonizadores de espacios abiertos, producirían abundante madera muerta accesible para su recolección por parte de los grupos cazadores-recolectores nómadas en función de sus necesidades energéticas inmediatas. Estas formaciones combinarían la existencia de pinares criófilos de pinos de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) (en verde) y enebrales/sabinares (*Juniperus* sp.) (en azul) cuyas

frecuencias, que condicionarían el carácter más o menos abierto de estas formaciones, dependerán de factores climáticos o geográficos, principalmente la altitud, ya que independientemente de la cronología los enebrales/sabinares presentan una mayor relevancia en las zonas más bajas, situadas por debajo de los 450 msnm.

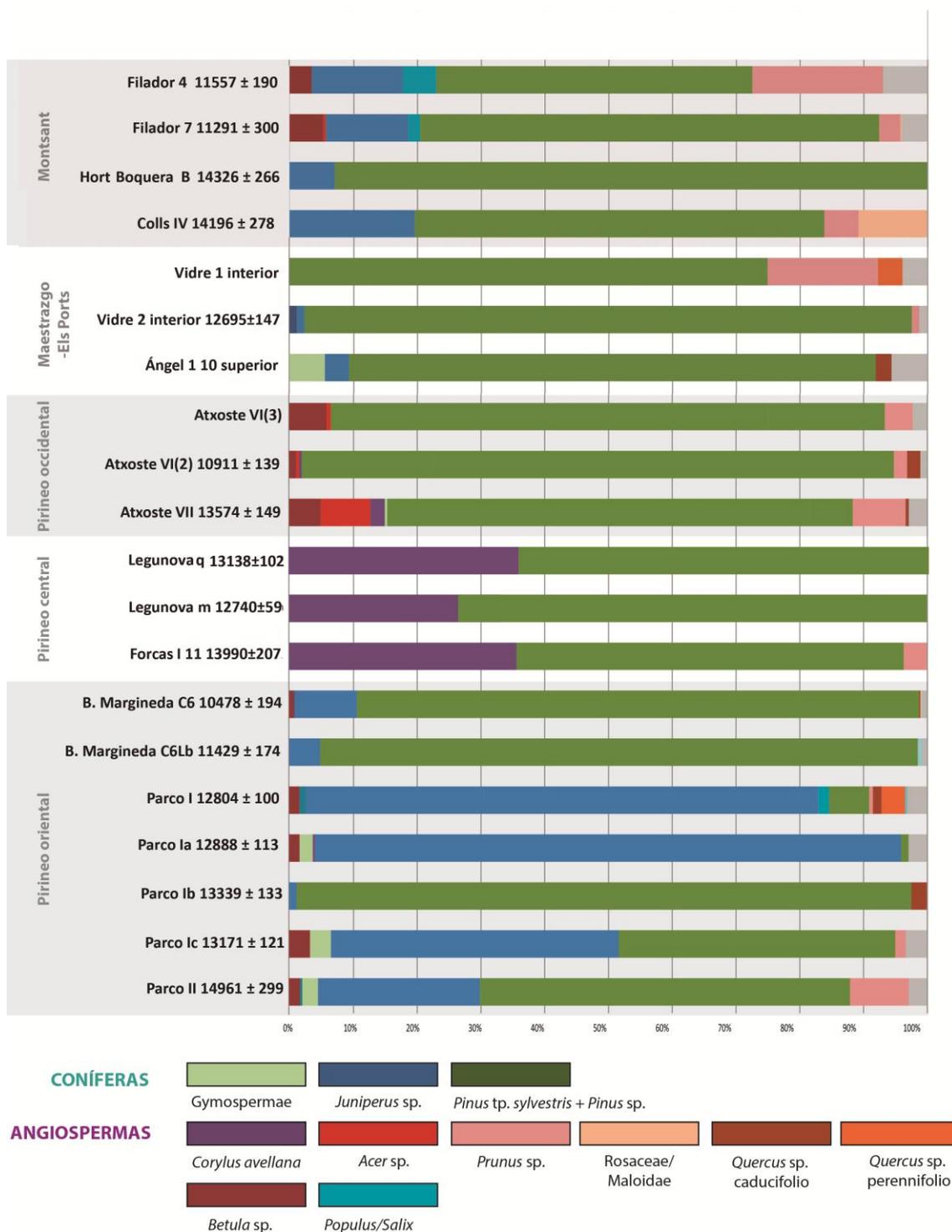


Figura 216. Gráfico que muestra las frecuencias relativas de aparición de los taxones más relevantes en los yacimientos del valle del Ebro con cronologías comprendidas entre el 15000 y el 10000 cal BP.

7.1.2. Los grupos mesolíticos en la transición entre el Holoceno Temprano y el Holoceno Medio (10000-7300 cal BP).

El Mesolítico Macrolítico o de Muestras y Denticulados (10000-8400 cal BP).

En este apartado analizaremos los datos antracológicos para los niveles arqueológicos que contienen ocupaciones humanas adscribibles al Mesolítico macrolítico o de muescas y denticulados en el valle del Ebro. La delimitación cronológica de este período no está exenta de dificultad, ya que su aparición presenta un desfase entre los extremos oriental y occidental de la cuenca. En la Cataluña costera y la vertiente mediterránea (o exterior) de la Serralada prelitoral existen ocupaciones de esta etapa industrial datadas entre el 12000 y el 10000 cal BP coexistiendo con las realidades azilienses, epimagdalenenses o sauveterroides en el valle del Ebro (Soto et al., 2016), donde algunos de estos complejos industriales sobreviven en determinadas zonas hasta bien entrado el Holoceno (10000-9500 cal BP) como ocurre en el caso de Esplugón (*nivel 6*) (Utrilla et al., 2016) y Mendandia (*nivel V*) (Alday, 2004). En nuestro área de estudio podemos establecer el inicio de esta fase mesolítica en torno al 10300 cal BP con la datación del nivel 4 de Balma Margineda (Martínez Moreno et al., 2006-2007) y se prolongará a lo largo de casi dos milenios, dependiendo de las zonas.

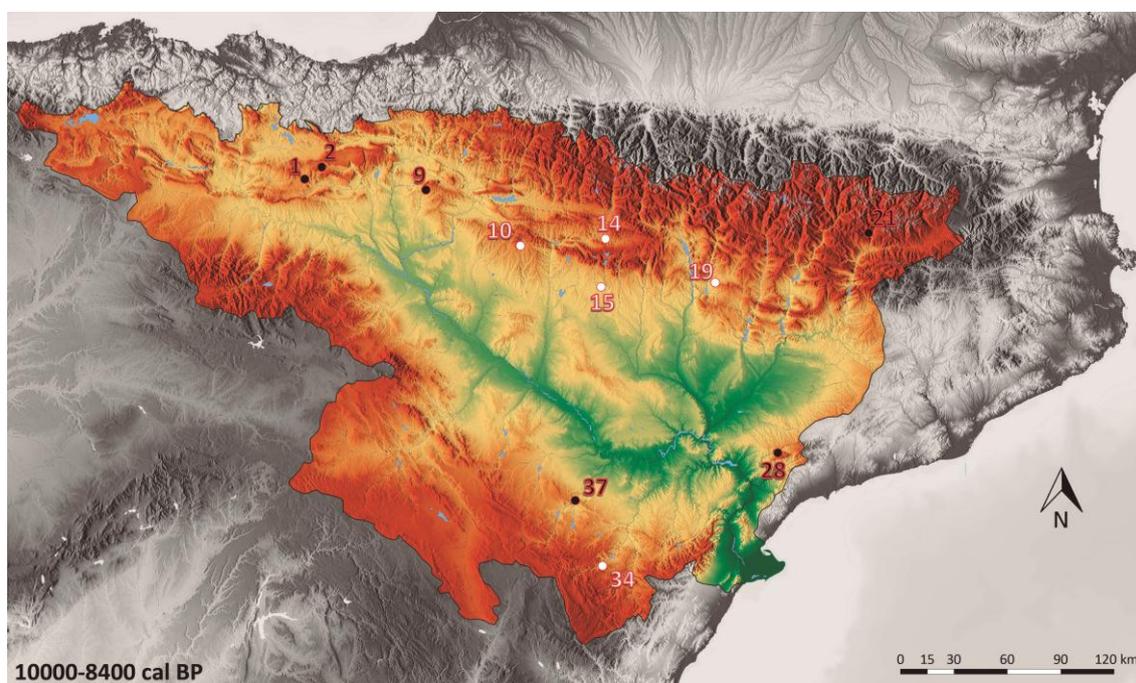


Figura 217. Yacimientos con datos antracológicos disponibles para el periodo 10000-8000 cal BP. En blanco los estudios realizados en este trabajo y en negro en otros estudios previos. (34) Ángel 1, (9) Artusia, (1) Atxoste, (21) Balma Margineda, (15) Espantalobos, (14) Esplugón, (28) Filador, (19) Forcas II, (37) Los Baños, (2) Mendandia, (10) Peña 14.

El desarrollo de esta fase mesolítica en el valle del Ebro coincide, *grosso modo*, con la máxima expansión del bosque en la región. Si atendemos al estado actual de la periodización climática a nivel regional ésta comenzaría en torno al 9800 cal BP, ocupando la segunda mitad del Holoceno Temprano (González Sampérez et al., 2017) y coincidiría con la fase climática tradicionalmente conocida como Boreal (c. 10200 cal BP), si bien esta terminología, aunque muy extendida, se encuentra a día de hoy totalmente en desuso.

Los datos obtenidos en este trabajo para este período se concentran principalmente en el sector central del área pirenaica, con la excepción del *nivel 8d* del abrigo de Ángel 1 (Tabla 42). La explotación forestal en la media montaña pirenaica continúa claramente centrada en los pinares de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*). La amplia secuencia del abrigo de Esplugón (800 msnm) revela para este momento (*niveles 6 y 5*) un consumo de madera de pino que alcanza en torno al 90% de los restos. Este aparece acompañado de forma puntual de taxones propios de las orlas forestales o claros del pinar, como las rosáceas (Rosaceae/Maloideae), prunoideas (*Prunus* sp.) y enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) y taxones termófilos como las quercíneas tanto caducifolias (*Quercus* sp. caducifolio) como perennifolias (*Quercus* sp. perennifolio) durante la ocupación del *nivel 6*. Este nivel se fecha mediante radiocarbono en el 9400±60 cal BP y aunque su adscripción cultural no ha sido esclarecida en el estado actual de los trabajos arqueológicos, en estos momentos se baraja que podría contener una ocupación adscribible al Epipaleolítico microlaminar. Sin embargo, durante la ocupación macrolítica de este yacimiento (*nivel 5*) (8889±93-8667±56 cal BP) la madera de pino aparece acompañada exclusivamente por quercíneas (*Quercus* sp.) mientras que desaparece el consumo de otros taxones arbustivos.

El pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) es también el taxón más consumido durante la ocupación macrolítica del abrigo de Forcas II (480 msnm) (*nivel I*) (9646±80 cal BP) (Tabla 39). Este taxón aparece acompañado exclusivamente de avellano (*Corylus avellana*) con unas frecuencias muy inferiores a las que presentaba en la ocupación magdaleniense del vecino abrigo de Forcas I (*nivel II*) del que apenas dista unos 400 metros. Algo similar ocurre en el *nivel b* (8852±136 cal BP) de Peña 14 (760 msnm) (Tabla 39), donde sin duda el escaso número de fragmentos analizados (n=5) repercute negativamente en la cantidad de taxones documentados, de forma que el pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) es la única especie que ha quedado sedimentada.

Yacimiento	Forcas II	Esplugón		Peña 14	Espantalobos
Nivel/U.E.	I	6	5	B	e
Datación cal BP	9646±80	9400±60	8889±93 8667±56	8852±136	8771±123
Nº fragmentos	42	244	236	5	560
Altitud	480	800	800	760	500
Cultura	Meso. Macro.	Magd. /Epi. Micro.	Sau. /Meso. Macro.	Mesolítico Macro.	Mesolítico Macrolítico
<i>Acer</i> sp.	-	-	-	-	121
<i>Buxus sempervirens</i>	-	-	-	-	16
<i>Corylus avellana</i>	3	-	-	-	-
Fabaceae	-	-	-	-	25
<i>Juniperus</i> sp.	-	3	-	-	228
Monocotiledoneae	-	-	-	-	3
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	-	-	-	-	13
<i>Pinus halepensis</i>	-	-	-	-	85
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	36	222	193	3	2
<i>Pistacia</i> sp.	-	-	-	-	3
<i>Populus/Salix</i>	-	-	-	-	3
<i>Prunus</i> sp.	-	2	-	-	2
<i>Quercus</i> sp. <i>caducifolio</i>	-	4	13	-	-
<i>Quercus</i> sp. <i>perennifolio</i>	-	3	3	-	-
Rosaceae/Maloideae	-	3	-	-	-
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-	-	-	-	12
Total determinables	39	237	208	3	513
Indeterminables	3	7	28	2	47
Total taxa	2	6	3	1	12

Tabla 39. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos pirenaicos y prepirenaicos estudiados en este trabajo para el Mesolítico de muescas y denticulados 10000-8400 cal BP, incluyendo el nivel 6 de Esplugón.

Yacimiento	Balma Margineda	
Nivel/U.E.	C4b	C4
	Heinz y Vernet, 1995	
Datación cal BP	10042 ± 174 9562 ± 537	9334 ± 166 9132 ± 246
Nº fragmentos	302	1025
Altitud	960	960
Cultura	Facies fortuna	Facies fortuna
<i>Abies alba</i>	6	23
<i>Acer</i> sp.	3	10
<i>Betula</i> sp.	-	1
<i>Corylus avellana</i>	4	23
<i>Juniperus</i> sp.	44	61
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	241	763
<i>Prunus</i> sp.	-	4
<i>Quercus</i> sp. <i>caducifolio</i>	1	36
Rosaceae/Maloideae	1	43
<i>Tilia</i> sp.	-	9
<i>Viburnum lantana</i>	-	4
Total determinables	300	977
Indeterminables	2	48
Total taxa	7	11

Tabla 40. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico de muescas y denticulados en el Pirineo oriental (10000-8400 cal BP).

Yacimiento	Atxoste	Mendandia	Artusia	Atxoste	Mendandia	Artusia
Nivel/U.E.	VI(1)	V	I	V	IV	II
	Ruíz Alonso, 2014	Zapata, 2004	Ruíz Alonso, 2015	Ruíz Alonso, 2014	Zapata, 2004	Ruíz Alonso, 2015
Datación cal BP	9770±103 9500±45	9502±30	9252±89	8898±97 8592±34	859±49 8551±66	8566±38
Nº fragmentos	6786	44	201	44	174	10
Altitud	800	720	590	720	720	590
Cultura	Meso. Macro.	Epi. Micro.	Meso. Macro.	Epi. Micro.	Meso. Macro.	Meso. Macro.
<i>Alnus</i> sp.	13	-	-	4	-	-
Angiosp. indet.	-	1	-	-	-	-
<i>Betula</i> sp.	5	-	-	3	-	-
<i>Corylus avellana</i>	1	-	2	8	-	-
Ericaceae	1	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus</i> sp.	-	-	6	-	-	-
Gymnospermae	-	10	-	-	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	10	1	-	-
<i>Pinus</i> sp.	3481	7	95	1613	5	6
<i>Pinus halepensis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	985	13	-	339	116	-
<i>Populus/Salix</i>	-	-	2	-	-	-
<i>Prunus</i> sp.	23	-	1	10	-	-
<i>Quercus</i> sp.	-	-	-	-	2	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	379	1	8	383	1	1
Rosaceae/Maloideae	-	-	-	-	-	3
<i>Taxus baccata</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Viburnum lantana</i>	-	-	2	-	-	-
Total determinables	4888	-	126	2362	124	10
Indeterminables	1898	12	75	1080	50	-
Total taxa	9	5	8	9	4	3

Tabla 41. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico de muescas y denticulados en el Pirineo y Prepirineo occidental (10000-8400 cal BP) incluyendo el nivel V de Mendandia.

Yacimiento	Ángel 1	El Pontet
Nivel/U.E.	8d	g
Datación cal BP	9402±71 9064±251	8810±128
Nº fragmentos	109	1
Altitud	735	350
Cultura	Mesolítico Macrolítico	Mesolítico Macrolítico
<i>Juniperus</i> sp.	15	-
<i>Pinus halepensis</i>	-	1
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	50	-
Total determinables	65	1
Indeterminables	44	0
Total taxa	2	1

Tabla 42. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos ubicados al sur del Ebro estudiados en este trabajo para el Mesolítico de muescas y denticulados 10000-8400 cal BP.

Yacimiento	Filador	Los Baños
Nivel/U.E.	2	2b1
	Cebrià, 1981	Badal, 2004
Datación cal BP	9512 ± 23	8906 ± 98 8518 ± 54
Nº fragmentos	372	¿120?
Altitud	340	515
Cultura	Mesolítico Macrolítico	Meso. Macro. /Meso. Geom.
<i>Juniperus</i> sp.	36	+
<i>Pinus</i> sp.	-	+
<i>Pinus halepensis</i>	-	+
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	335	+
Total determinables	371	¿?
Indeterminables	1	¿?
Total taxa	2	4

Tabla 43. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico de muescas y denticulados en las estratificaciones del Sistema Ibérico y el Montsant (10000-8400 cal BP).

Si ponemos estos datos en relación con otros estudios disponibles para el área pirenaica (Tablas 40 y 41), vemos que estos pinares criófilos dominan todos los registros antracológicos de los que disponemos de datos de este a oeste, con valores superiores al 80% si asumimos que los pinos de los que no ha podido ser precisada la especie (*Pinus* sp.), como ocurre principalmente en los yacimientos de Artusia (García Martínez de Lagrán, 2015) y Atxoste (Ruíz Alonso, 2014), pertenecen a este taxón.

Debemos ser cautelosos con estos datos ya que es durante este periodo cuando el pino de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) deja de ser la única especie de pino documentada en el valle del Ebro. En este momento hacen su aparición en el registro antracológico los pinos mediterráneos, representados por el pino carrasco (*Pinus halepensis*), que se documentan en el sector central de la cuenca alcanzando los 500 msnm en ambos rebordes montañosos a partir de la primera mitad del IX milenio cal BP. Las evidencias más antiguas proceden del Bajo Aragón, al sur del Ebro. En el abrigo del Pontet (350 msnm) (Tabla 42) el único fragmento de carbón recuperado y analizado para la ocupación macrolítica se adscribe a esta especie de pino termófilo que se caracteriza por su gran resistencia a la sequía y la aridez. Este único fragmento analizado poco puede decirnos de las estaegias de gestión del combustible leñosos desarrolladas por los habitantes del abrigo durante este momento de la ocupación, sin embargo, nos permitió datar directamente la presencia de esta especie en el territorio en el 8810±128 cal BP (inédito).

Volviendo a las estribaciones prepirenaicas, la ocupación más antigua del abrigo de Espantalobos (500 msnm) (*nivel e*) (8771±123 cal BP), probablemente adscrita a una fase macrolítica (Montes et al., 2015b) del nivel e (8771±123 cal BP) hemos documentado la presencia de ambos taxones (Tabla 39). En este caso, el elevado número de fragmentos analizados (n=560) nos permite apreciar que el pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) aparece representado por escasos fragmentos, mientras que el pino carrasco (*Pinus halepensis*) alcanza más del 15% de los restos estudiados, siendo la tercera especie más consumida, por detrás de los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) y los arces (*Acer* sp.). Este yacimiento, el único que nos aporta datos acerca de la gestión forestal en el interior de la cuenca para esta cronología, ha sido objeto de un gran esfuerzo de recuperación y estudio de los restos de madera carbonizada. Este revela que las formaciones vegetales preferentemente explotadas en el entorno del yacimiento durante la ocupación macrolítica serían los enebrales/sabinares (*Juniperus* sp). Esta conífera de porte arbustivo es explotada también en porcentajes significativos, acompañando siempre al pino, en algunos registros macrolíticos de los abrigos pirenaicos de Artusia (590 msnm) (*niveles I y II*) (9252±89-8566±38 cal BP) (García Martínez de Lagrán, 2015) (Tabla 41) y Balma Margineda (960 msnm) (*niveles C4 y C4b*) (10042±174-9132±246 cal BP) (Heinz y Vernet, 1995) (Tabla 40). Sin embargo está ausente o apenas tiene presencia en Mendandia (720 msnm) (*niveles V y IV*) (9502±30/8594±49-8551±66 cal BP) (Zapata y Peña Chocarro, 2004), Atxoste (800 msnm) (*niveles VI(1) y V*) (9770±103-8592±34 cal BP) (Ruíz Alonso, 2014) (Tabla 41), Forcas II (480 msnm) (*nivel I*) (9646±80 cal BP), Esplugón (800 msnm) (*niveles 6 y 5*) (8889±93-8667±56 cal BP) y Peña 14 (760 msnm) (*nivel b*) (8852±136 cal BP) (Tabla 39).

A pesar de los esfuerzos realizados en este sentido el estado actual de la disciplina no nos permite precisar la especie (ver ap. 6.1.9.) del género *Juniperus* que se desarrollarían en el territorio. No obstante, las diferencias altitudinales nos llevan a pensar en la explotación de diferentes especies de enebros. La presencia de este género heliófilo denota la explotación de un entorno abierto de coníferas en las áreas montañosas más bajas y cercanas al valle mientras que en las altitudes medias pirenaicas la explotación mayoritaria de taxones arbóreos sugiere una mayor densidad del bosque (Figura 218). Es probable que otras especies del género fueran importantes

en las zonas de montaña más altas, como podemos ver en Balma Margineda (Heinz y Vernet, 1995).

En el sector suroriental de la cuenca, los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) son los únicos acompañantes del pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) en el registro macrolítico del Filador (340 msnm) (*nivel 2*) (9512 ± 23 cal BP), en el Montsant (Cebrià et al., 1981) (Tabla 43), y del abrigo de Ángel 1 (735 msnm) (*nivel 8d*) (9402 ± 71 - 9064 ± 251 cal BP), en el Maestrazgo (Tabla 42). En el yacimiento de Los Baños (515 msnm) (*nivel 2b1*) (8906 ± 98 - 8518 ± 54 cal BP) (Tabla 43), en las estribaciones montañosas ibéricas, encontramos junto a estos el consumo de madera de pino carrasco (*Pinus halepensis*). Ambos pinos pueden convivir en sus límites de tolerancia dando lugar a distintos tipos de pinares o incluso dar lugar a masas mixtas que serían igualmente explotadas por los habitantes mesolíticos del abrigo (Badal, 2004).

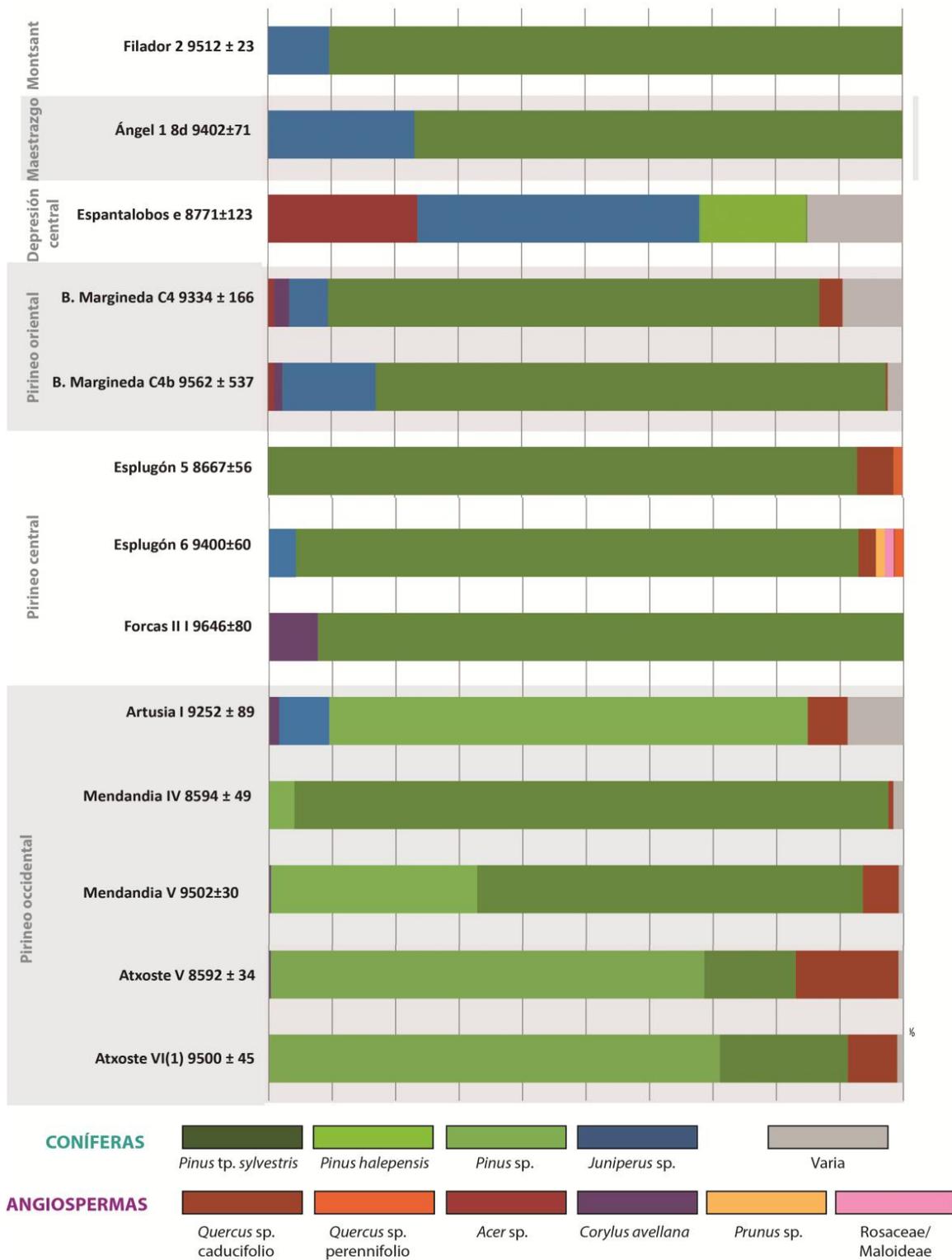


Figura 218. Gráfico que muestra las frecuencias relativas de aparición de los taxones más relevantes en los yacimientos del valle del Ebro con cronologías comprendidas entre el 10000 y el 8400 cal BP.

El Mesolítico Geométrico (8500-7300 cal BP).

La fase geométrica pone fin al periodo Mesolítico en el valle del Ebro. Su desarrollo ocupa poco más de un milenio, solapándose con los últimos contextos macrolíticos en Cataluña (8500-8100 cal BP) (Alcalde y Saña, 2008; Fullola et al., 2011) y con los primeros contextos neolíticos o los llamados niveles “de transición”, que veremos más adelante, cuya adscripción cultural resulta un tanto problemática (7900-7300 cal BP). Desde el punto de vista paleoclimático, al inicio de esta etapa asistimos a la transición entre el Holoceno Temprano y Medio, un periodo caracterizado por una mayor aridez y estacionalidad, que queda inaugurado a partir del conocido evento 8.2 (8200 cal BP), (González Sampérez et al., 2017). La incidencia de este evento climático en un territorio actualmente semiárido como es el sector central del valle del Ebro y su posible relación con los patrones de asentamiento de las sociedades mesolíticas ha sido tratado en diversos trabajos (González Sampérez et al., 2009; García Martínez de Lagrán, 2015; Montes et al., 2015a).

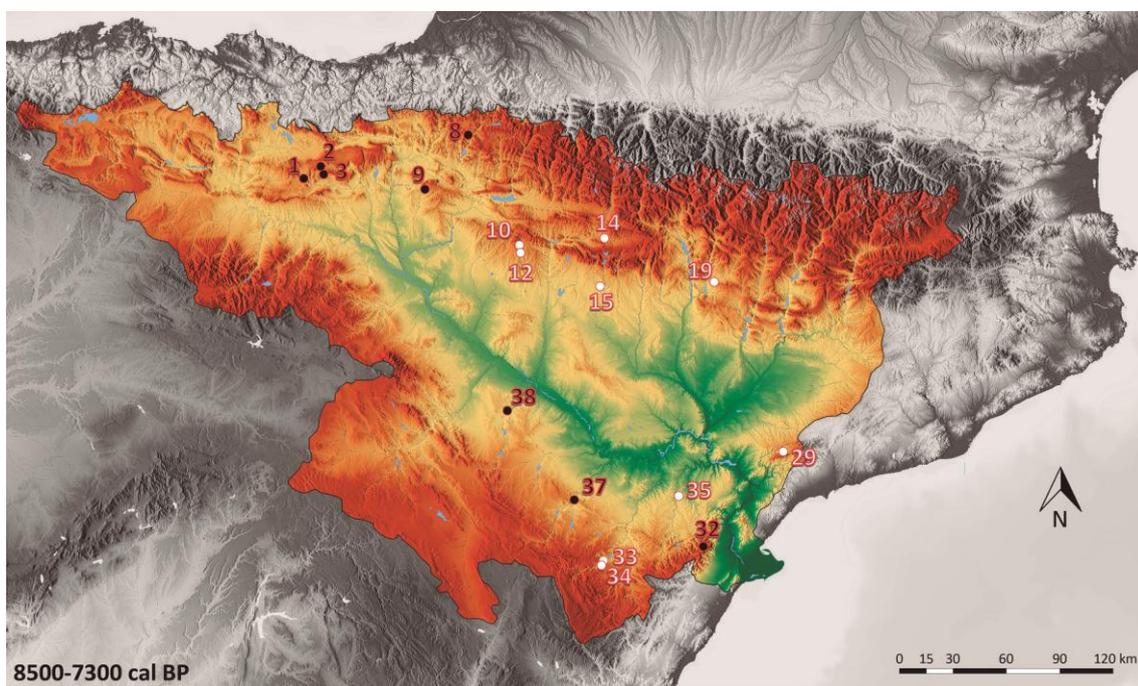


Figura 219. Mapa del valle del Ebro donde se señalan los niveles con datos antracológicos disponibles para el periodo 8500-7300 cal BP. En blanco los estudios realizados en este trabajo y en negro otros estudios previos. (34) Ángel 1, (33) Ángel 2, (9) Artusia, (1) Atxoste, (8) Aizpea, (38) Cabezo de la Cruz, (15) Espantalobos, (14) Esplugón, (29) Coves del Fem, (19) Forcas II, (3) Kampanoste Goikoa, (37) Los Baños, (2) Mendandia, (10) Peña 14, (35) Pontet, (12) Rambla de Legunova, (32) Vidre.

Durante esta etapa se produce una multiplicación de los datos disponibles debido a un considerable aumento de los conjuntos antracológicos estudiados con respecto a las etapas precedentes (Figura). Contamos con datos procedentes de 28 niveles arqueológicos o unidades estratigráficas pertenecientes a 17 yacimientos repartidos a lo largo de todo el valle del Ebro que cubren una amplia variedad de ambientes biogeográficos.

Una parte importante de los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral se concentran en el sector central del Prepirineo en la misma banda altitudinal (500-800 msnm) que los registros disponibles en el sector occidental prepirenaico (Zapata, 1998; 2001; Zapata y Peña Chocarro, 2004; Ruíz Alonso, 2014; García Martínez de Lagrán et al., 2015). No contamos sin embargo con información para el sector oriental pirenaico debido a la ausencia de contextos arqueológicos para esta etapa cultural (Vaquero y García Argüelles, 2009).

Durante el Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) los pinares continúan siendo el elemento dominante en los registros antracológicos del valle medio y bajo del Ebro independientemente de la altitud. La leña de pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) continúa siendo la madera más consumida en los registros prepirenaicos del sector central. Los registros de Peña 14 (*nivel a*) (8474±73 cal BP), Esplugón (*niveles 4 y 3 inferior*) (8428±26-7784±59 cal BP), Forcas II (*niveles II y IV*) (8077±60-7853±58 cal BP) y Rambla de Legunova (*nivel 2*) (8088±57 cal BP) se caracterizan por la alta frecuencia de aparición de este taxón en relación al total de fragmentos estudiados, que alcanza valores entre el 75 y el 100%, además de por una baja variabilidad taxonómica, que oscila entre 1 y 4 taxones en aquellos registros en los que se han determinado menos de 100 fragmentos y entre 3 y 7 taxones en aquellos que se han analizado más de 200 (Tabla 44). Acompañando a los pinares aparecen algunos elementos caducifolios supramediterráneos como los robles (*Quercus sp. caducifolio*), los arces (*Acer sp.*) o los fresnos (*Fraxinus sp.*), que formarían parte de los bosques galería asociados a corrientes de agua o crecerían en las umbrías o en las localizaciones más húmedas. Entre los taxones arbustivos aparecen prunoideas (*Prunus sp.*) y rosáceas (Rosaceae/Maloideae) especies caducifolias resistentes a los cambios bruscos de temperatura que crecerían en las orlas forestales o claros de bosque. Estos elementos tienen una presencia testimonial salvo en el registro antracológico del *nivel IV* (7953±313-7853±58 cal BP) de Forcas II donde adquieren cierto protagonismo (Figura 220).

Yacimiento	Peña 14	Esplugón	Rambla Legunova	Forcas II		Esplugón
Nivel/U.E.	a	4	2	II	IV	3 inf
Datación cal BP	8474±73	8428±26	8088±57 8072±60	8077±60 7979±25	7953±313 7853±58	7784±59
Nº fragmentos	4	250	90	82	81	250
Altitud	760	800	760	480	480	800
Cultura	Meso. Geom.	Meso. Geom.	Meso. Geom.	Meso. Geom.	Meso. Geom.	Meso. Geom.
<i>Acer</i> sp.	-	-	-	-	5	-
<i>Fraxinus</i> sp.	-	1	-	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	-	-	10	-	-	-
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	3	194	63	78	56	216
<i>Prunus</i> sp.	-	1	-	-	-	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	-	-	-	1	6	6
Rosaceae/Maloideae	-	-	-	1	7	1
Total determinables	3	196	73	80	74	223
Indeterminables	1	54	17	2	7	27
Total taxa	1	3	2	3	4	3

Tabla 44. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) en el Prepirineo central.

Por el contrario, los registros pirenaicos occidentales disponibles para este momento están evidenciando un importante cambio en la composición de los registros en el Alto Ebro (Tabla 45). Los pinares (*Pinus* tp. *sylvestris*/*Pinus* sp.) continúan siendo los principales proveedores de leña en algunas de las ocupaciones más antiguas de este periodo, como el *nivel III* de Artusia (8477±45 cal BP) (García Martínez de Lagrán et al., 2015), el *nivel III inferior* de Mendandia (8436±42 cal BP) (Zapata y Peña Chocarro, 2004) o el *nivel IV* de Atxoste (8144±72-7803±53 cal BP) (Ruíz Alonso, 2014), mientras que en otros se encuentra totalmente ausente, como es el caso del yacimiento navarro de Aizpea (*nivel b*) (8577±87-7313±77 cal BP) donde los robles (*Quercus* sp. caducifolio) comparten protagonismo con las prunoideas (*Prunus* sp.). Son precisamente las quercíneas caducifolias (*Quercus* sp. caducifolio), las que van a dominar claramente los registros del Pirineo occidental en esta etapa (Ruíz Alonso y Zapata, 2015) (Figura 220). Desde el inicio del VIII milenio cal BP en algunos registros, como el *nivel V* de Artusia (8012±24 cal BP) (García Martínez de Lagrán et al., 2015) el nivel IIIb2 de Atxoste (7968±36-7773±50 cal BP) (Ruíz Alonso, 2014) o el *nivel III superior* de Mendandia (7998±30 cal BP) (Zapata y Peña Chocarro, 2004), que con esta cronología presenta una cultura material adscribible al Neolítico, alcanzan valores de más de más del 40 o el 60% de los restos, superando al pino (*Pinus* tp. *sylvestris*/*Pinus* sp.), junto al que podrían formar masas mixtas de carácter supramediterráneo en el entorno de los yacimientos.

Yacimiento	Aizpea	Artusia	Mendandia	Artusia	Artusia	Atxoste	Atxoste	Mendandia	Aizpea	Kanpanoste Goikoa
Nivel/U.E.	b (1)	III	III inf.	IV	V	IV	IIIb2	III sup.	b (2)	III
Datación cal BP	8577 ± 87 7988 ± 44	8477 ± 45	8436 ± 42	-	8012 ± 24	8144 ± 72 7803 ± 53	7968 ± 36 7773 ± 50	7998 ± 30	7684 ± 64 7313 ± 77	7409 ± 249
Nº fragmentos	1049	524	173	126	251	1239	1327	200	996	230
Autor, año	Zapata, 2001	Ruiz Alonso, 2015	Zapata, 2004	Ruiz Alonso, 2015	Ruiz Alonso, 2015	Ruiz Alonso, 2014	Ruiz Alonso, 2014	Zapata, 2004	Zapata, 2001	Zapata, 1998
Altitud	720	590	720	590	590	800	800	720	720	740
Cultura	Mesolítico Geométrico							Neo. Anti.	Mesolítico Geométrico	
<i>Acer</i> sp.	7	-	1	-	-	-	-	4	2	-
<i>Alnus</i> sp.	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula</i> sp.	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Buxus sempervirens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1
<i>Corylus avellana</i>	30	5	-	-	-	3	5	-	24	6
Ericaceae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Fabaceae	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Fagus sylvatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-
<i>Fraxinus</i> sp.	59	11	-	8	17	-	-	1	76	-
Gymnospermae	-	-	9	-	-	-	-	6	-	2
<i>Juniperus</i> sp.	-	1	-	-	12	-	-	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	-	224	1	41	37	523	293	4	-	49
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	27	-	81	-	-	36	85	68	1	48
<i>Populus/Salix</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	1	-
<i>Prunus</i> sp.	387	-	-	-	-	-	-	-	171	5
<i>Quercus</i> sp.	-	3	3	1	-	-	-	2	1	1
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	339	189	22	40	118	73	521	71	614	72
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	-	-	13	1	-	-	-	1	-	-
<i>Rhamnus cathartica/saxatilis</i>	88	-	-	-	-	-	-	-	12	-
Rosaceae/Maloideae	32	4	1	12	-	-	-	3	19	2
<i>Taxus baccata</i>	2	-	-	-	-	5	-	-	7	-
<i>Ulmus</i> sp.	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-
Total determinables	976	439	131	106	185	641	906	170	931	185
Indeterminables	73	85	42	20	66	598	421	30	65	45
Total taxa	12	8	8	7	5	6	6	11	13	9

Tabla 45. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) en el Pirineo occidental. Se incluye aquí el nivel III superior de Mendandia atendiendo a su datación radiocarbónica.

En el Montsant, la única información disponible a partir de ahora nos la proporciona el yacimiento de Coves del Fem (530 msnm), cuya ocupación arranca en esta etapa rellenando un importante vacío de datos. De la misma forma que ocurre en el sector central prepirenaico, documentamos un claro dominio del pinar (*Pinus* tp. *sylvestris*) como formación forestal principalmente explotada por sus habitantes mesolíticos, aunque, en este caso, el consumo de quercíneas (*Quercus* sp.) está bien atestiguado desde la *unidad estratigráfica 109* (7736 ± 36 cal BP), la más antigua de la que disponemos de datos hasta el momento (Tabla 46). Tanto el roble (*Quercus* sp. caducifolio), que aparece documentado en todas las unidades estratigráficas estudiadas (*U.E. 109, 108, 107, 106*), como la coscoja/encina (*Quercus* sp. perennifolio), que lo a parti de la *U.E. 107*, experimentan un aumento progresivo alcanzando entre ambos valores cercanos al 20% al final de la ocupación mesolítica (*U.E. 106*) (7563 ± 30 cal BP). Acompañando a la coscoja/encina (*Quercus* sp. perennifolio) aparecen otros taxones arbustivos o subarbustivos de carácter mediterráneo como el labiérnago/alardieno (*Phillyrea/Rhamnus*), el enebro/sabina (*Juniperus* sp.) o el romero (*Rosmarinus officinalis*). La explotación de estas formaciones mediterráneas aparece documentada en otras secuencias como la de Espantalobos (500 msnm), Artusia (590 msnm) (García Martínez de Lagrán, 2015), el Cabezo de la Cruz (428 msnm) (Badal, 2013), Los Baños (515 msnm) (Badal, 2004) o Mendandia (720 msnm) (Zapata y Peña Chocarro, 2004) aunque siempre con porcentajes muy discretos para esta cronología.

Yacimiento	Coves del Fem			
	109	108	107	106
Nivel/U.E.	109	108	107	106
Datación cal BP	7736 ± 36	-	-	7563 ± 30
Nº fragmentos	34	75	200	200
Altitud	530	530	530	530
Cultura	Mesolítico Geométrico			
<i>Fraxinus</i> sp.	-	-	2	-
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	2	2
Monocotiledoneae	-	-	-	1
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	-	3	-	3
<i>Pinus</i> sp.	-	-	4	-
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	25	69	151	152
<i>Prunus</i> sp.	1	-	-	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	3	3	34	26
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	-	-	5	12
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-	-	2	2
Total determinables	29	75	200	198
Indeterminables	5	0	0	2
Total taxa	3	3	7	7

Tabla 46. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Mesolítico Geométrico (8500-7300 cal BP) en el Montsant.

Durante esta etapa se multiplican además en este período los datos disponibles para el sur del Ebro y el sector central de la cuenca, zonas escasamente documentadas en las etapas precedentes. Los yacimientos ubicados en el sector suroriental de la cuenca presentan un panorama similar al que hemos visto en el Prepirineo central y en el Montsant. En la cordillera Ibérica podemos hablar de un consumo exclusivo de madera de pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) en las ocupaciones geométricas de los abrigos de Ángel 1 (*nivel 8c*) (8830±113-8269±54 cal BP) y Ángel 2 (*nivel 2a2*) (7974±49 cal BP) (Tabla 47). Hacia la costa y a mayor altitud, el registro antracológico de la Cova del Vidre (1100 msnm), revela también un consumo mayoritario de madera de coníferas para la fase geométrica del Mesolítico (*nivel 4 central*) (8106±68 cal BP) (Tabla 48). Al margen de la ya recurrente presencia del pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), irrumpe con fuerza en este registro la madera de tejo (*Taxus baccata*) alcanzando el 17% de los restos estudiados para este momento de ocupación acompañada del consumo esporádico de taxones caducifolios supramediterráneos como el boj (*Buxus sempervirens*) y el roble (*Quercus sp. caducifolio*) (Piqué, e.p.).

Yacimiento	Ángel 1	El Pontet	Ángel 2
Nivel/U.E.	8c	e	2a2
Datación cal BP	8830±113 8269±54	8167±100 7974±21	7974±49
Nº fragmentos	79	6	62
Altitud	735	350	735
Cultura	Mesolítico Geométrico		
Gymnospermae	-	-	2
<i>Pinus halepensis</i>	-	6	-
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	62	-	60
Total determinables	62	6	62
Indeterminables	17	0	0
Total taxa	1	1	2

Tabla 47. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Mesolítico Geométrico (8500-7300 cal BP) al sur del Ebro.

En lo que respecta al sector central de la depresión del Ebro, los registros de Espantalobos (500 msnm) (*nivel c*) (8284±54 cal BP), El Pontet (350 msnm) (*nivel e*) (8167±100-7974±21 cal BP) y Cabezo de la Cruz (428 msnm) (*U.E. 1398, 1351*) (7965±139 cal BP) (Badal, 2013) ponen de manifiesto la explotación de formaciones de pino carrasco (*Pinus halepensis*) bien establecidas en el valle del Ebro durante esta fase mesolítica (Tablas 47, 48 y 49). Durante la ocupación mesolítica geométrica (*nivel c*) (n=560) de Espantalobos este taxón (35%) con los enebros/sabinas (*Juniperus sp.*)

(36%) denotando de nuevo la explotación de un paisaje abierto de coníferas. Este taxón arbustivo alcanza además entre el 60% y el 95% en el caso del carbón concentrado en las estructuras de combustión conservadas (Tabla 49), de lo que deducimos un uso intenso del mismo como combustible en las ocupaciones esporádicas del abrigo que se sucederían durante la formación de este nivel arqueológico.

El pino carrasco (*Pinus halepensis*), en cambio, alcanza entre el 75 y el 90% en el estudio del Cabezo de la Cruz (n=426) (Badal, 2013) y el 100% de los restos determinados en el abrigo bajoaragonés de El Pontet (n=6). Es posible que en el yacimiento al aire libre del Cabezo de la Cruz exista una sobrerrepresentación de este taxón respecto a su presencia en el entorno asociada a la finalidad con la que se recolecta la madera. La presencia de varios agujeros de poste directamente asociados al uso de este taxón es un indicio de la selección de este género, que produce fustes largos y rectos, con una función constructiva. Este argumento se ve reforzado por la alta variabilidad taxonómica que presenta la muestra antracológica procedente del hogar excavado en el interior de la cabaña mesolítica (7803±53 cal BP) (Tabla 48). Algo similar podemos plantear para el registro del nivel e del Ponet, donde el escaso número de fragmentos analizados (n=6) sin duda influye en la escasa variabilidad de la muestra. Por otro lado, durante la ocupación geométrica de Los Baños (515 msnm) (*nivel 2b3*) (8366±34-8173±98 cal BP) (Badal, 2004), tal como ocurría en la fase de ocupación precedente (*nivel 2b1*), este pino mediterráneo (*Pinus halepensis*) convive en su límite de tolerancia con el pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvetsris*) (Tabla 48).

Yacimiento	Los Baños	Vidre	Cabezo de la Cruz		
Nivel/U.E.	2b3	4 central	1398	1351	1450 Hogar
Datación cal BP	8366±34 8173±98	8106±68	-	7965±139	7803±53
Nº fragmentos	¿40?	175	265	200	134
Autor, año	Badal, 2004	Piqué, e.p.	Badal, 2013		
Altitud	515	1100	428	428	428
Cultura	Mesolítico Geométrico				
<i>Buxus sempervirens</i>	-	8	-	-	-
Gymnospermae	-	-	11	6	5
Fabaceae	-	-	-	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	6	2	7
Labietae	+	-	9	-	-
Monocotiledoneae	-	-	1	-	1
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	-	-	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	+	-	28	14	12
<i>Pinus halepensis</i>	+	-	184	178	75
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	+	125	-	-	-
<i>Prunus</i> sp.	-	-	1	-	1
<i>Quercus</i> sp.	+	-	-	-	2
<i>Quercus</i> sp. <i>caducifolio</i>	-	2	-	-	1
<i>Quercus</i> sp. <i>perennifolio</i>	+	-	-	-	2
Rosaceae/Maloideae	-	3	-	-	-
<i>Taxus baccata</i>	-	29	-	-	-
Total determinables	¿?	167	240	200	107
Indeterminables	¿?	8	25	0	27
Total taxa	3	5	7	4	10

Tabla 48. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) en Els Ports, el Sistema Ibérico y sus estribaciones y el sector central de la cuenca incluyendo el carbón concentrado en hogares.

Yacimiento	Espantalobos		
	c	Hogar 14D	Hogar 20C
Datación cal BP	8284±54	-	-
Nº fragmentos	560	57	132
Altitud	500	500	500
Cultura	Mesolítico Geométrico		
<i>Acer</i> sp.	65	9	-
<i>Buxus sempervirens</i>	12	-	-
Fabaceae	37	-	3
<i>Fraxinus</i> sp.	1	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	187	27	119
Monocotiledoneae	-	-	1
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	6	1	-
<i>Pinus halepensis</i>	186	1	-
<i>Pistacia</i> sp.	1	-	-
<i>Prunus</i> sp.	1	1	3
<i>Quercus</i> sp. <i>perennifolio</i>	2	-	-
<i>Rosmarinus officinalis</i>	21	3	-
Total determinables	519	43	126
Indeterminables	41	14	6
Total taxa	11	7	4

Tabla 49. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) en la depresión central del Ebro incluyendo el carbón concentrado en hogares.

En resumen, podemos decir que durante el Mesolítico geométrico en el valle medio del Ebro continúa dominando la explotación humana de comunidades forestales xéricas tardiglaciares de carácter abierto que perviven en la región al inicio del Holoceno Medio. Las altitudes medias de los rebordes montañosos de la cuenca están dominados por los pinares supramediterráneos de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) acompañados en ocasiones de taxones caducifolios supramediterráneos que en ningún caso alcanzan los valores que presentan en el sector montañoso más occidental de la cuenca (Zapata, 1998; 2001; Zapata y Peña Chocarro, 2004; Ruíz Alonso, 2014; García Martínez de Lagrán et al., 2015). Las cotas más bajas de la Depresión central están dominadas por los pinares termófilos de pino carrasco (*Pinus halepensis*) acompañado de enebros/sabinas (*Juniperus sp.*), que representan también poblaciones relictas de épocas anteriores. Las condiciones climáticas y edáficas de este territorio endurecidas por el impacto del evento árido del 8.2 (8200 cal BP) en la región contribuirán a la instalación definitiva de estas formaciones frugales en el tramo medio del valle del Ebro frente a otros competidores naturales menos resistentes, como es el caso de la coscoja/encina (*Quercus sp. perennifolio*) que hoy en día tiene una importante presencia en la región. Al contrario de lo que ocurre en el sector central del valle, durante esta etapa documentamos un cambio importante en las secuencias pirenaicas más occidentales. Los robles (*Quercus sp. caducifolio*) pasan a dominar claramente los registros (Figura 220) desde el inicio del VIII milenio cal BP (Zapata y Peña Chocarro, 2004; Ruíz Alonso, 2014; García Martínez de Lagrán et al., 2015; Ruíz Alonso y Zapata, 2015).

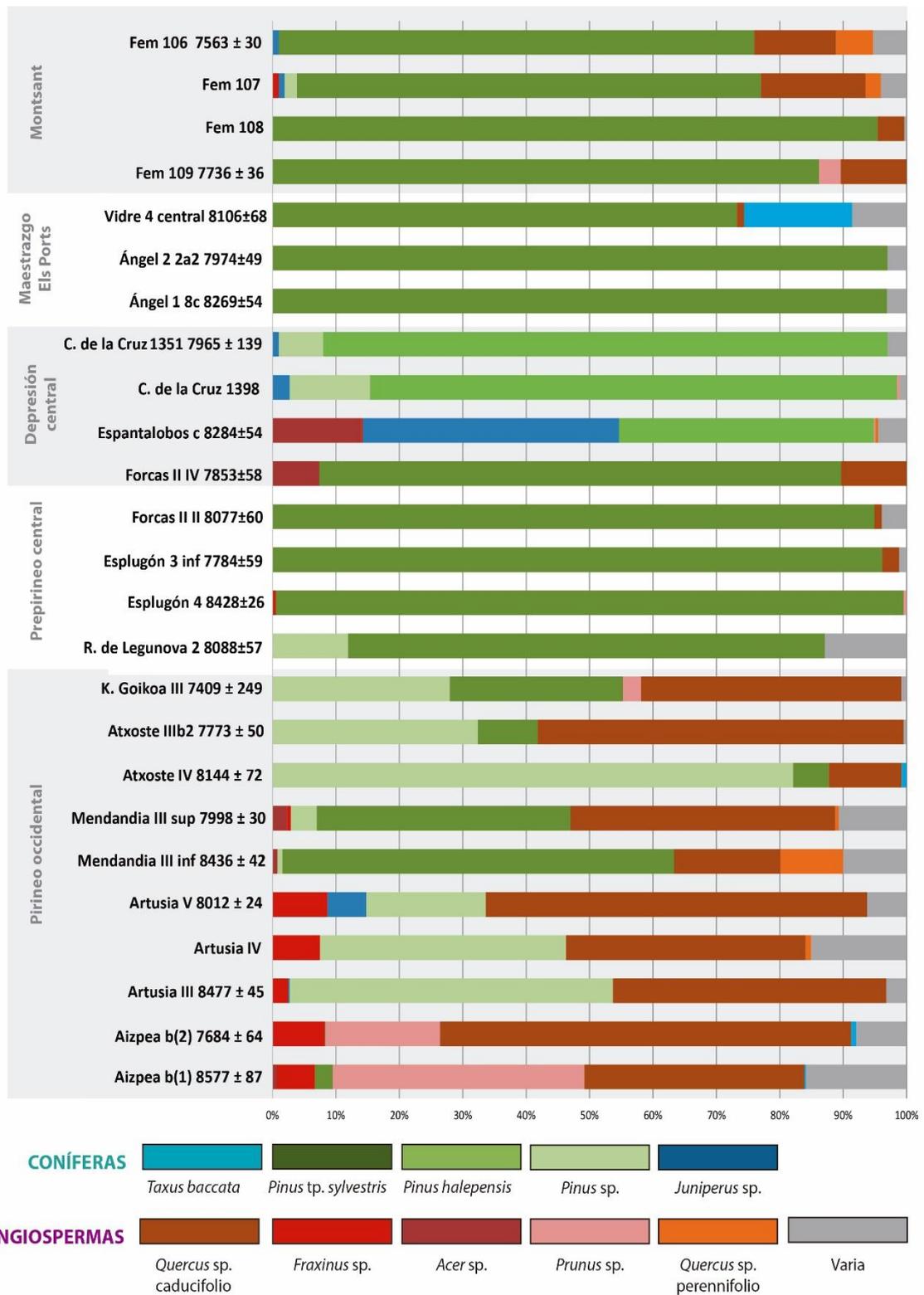


Figura 220. Gráfico que muestra las frecuencias relativas de aparición de los taxones más relevantes en los niveles arqueológicos con cronologías comprendidas entre el 8500 y el 7300 cal BP.

7.1.3. Las sociedades neolíticas y el Holoceno Medio (7600-4200 cal BP).

El Neolítico supone la implantación de una economía productora y viene acompañado de profundos cambios en los modos de vida y la cultura material que quedan reflejados en el registro arqueológico. Las primeras evidencias neolíticas de la Península Ibérica aparecen en la durante el VIII milenio cal BP. En el valle del Ebro, donde la información arqueológica disponible muestra una clara continuidad en muchas de las estratigrafías entre las etapas más recientes de Mesolítico y la llegada del Neolítico, es posible hablar de una fase de transición, con la aparición y generalización de los primeros *elementos neolitizadores* en contextos mesolíticos con una economía cazadora-recolectora (Montes y Alday, 2012). Cronológicamente esta fase arranca en el valle del Ebro con la controvertida datación del *nivel III superior* de Mendandía (7998±30 cal BP) (Alday, 2006) que por cuestiones prácticas hemos englobado en el apartado anterior. Si incluimos en este apartado algunos niveles considerados de transición entre los modos de vida mesolíticos y neolíticos en base a la cultura material y otros plenamente neolíticos con dataciones a veces muy antiguas (7600-7250 cal BP). El Neolítico Antiguo termina en nuestra área de estudio en torno al 6800-6500 cal BP (Montes y Alday, 2012; Oms, 2017). Con el objetivo de contextualizar mejor nuestros datos, ya que los niveles superiores de algunas de las secuencias estudiadas en este trabajo de tesis doctoral rebasan este límite cronológico, hemos incluido en este apartado los datos procedentes de las escasas ocupaciones adscritas a un Neolítico Medio-Final (6500-5000 cal BP) que cuentan con estudios antracológicos en el valle del Ebro. Esta etapa de pleno desarrollo neolítico, en la que se producirá la consolidación de los modos de vida sedentarios y productores, es un periodo muy mal conocido en la región el estado actual de las investigaciones arqueológicas, del que apenas existen datos. En términos paleoclimáticos, el desarrollo del Neolítico en el valle del Ebro (7600-5000 cal BP) se inscribe en su totalidad con el desarrollo del Holoceno Medio en la región (8200-4200 cal BP) un período caracterizado por la gran expansión del género *Quercus*, el aumento de las temperaturas invernales en las altitudes medias de las montañas y la complejidad de los regímenes de precipitación en la región mediterránea (González Sampérez et al., 2017).

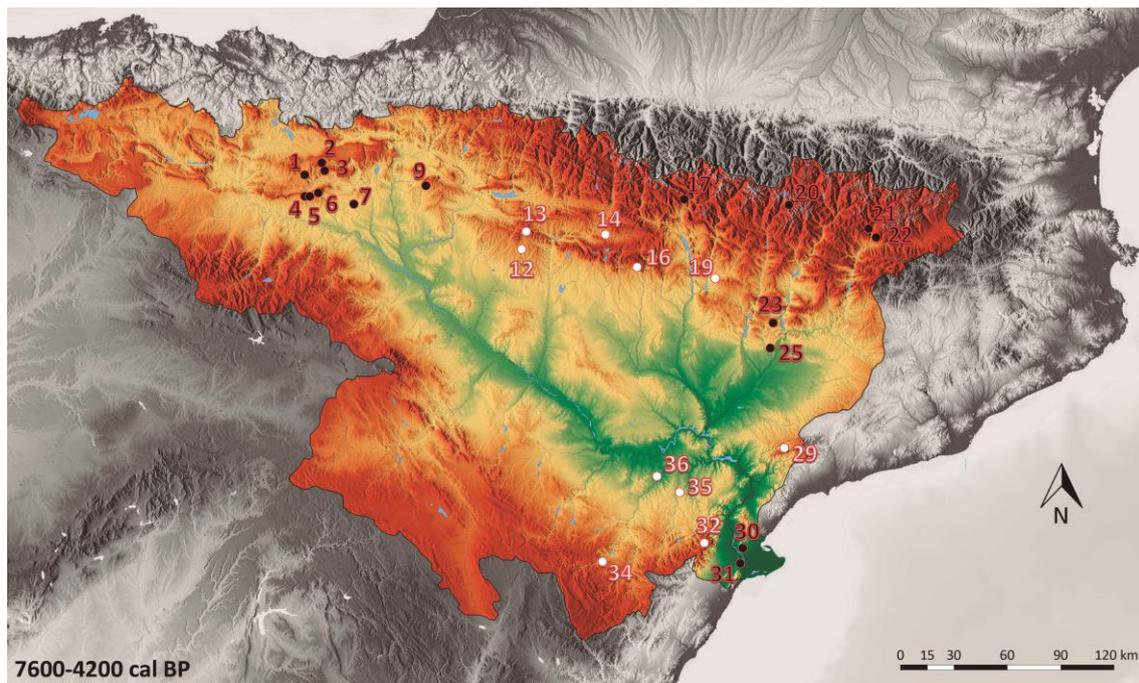


Figura 221. Mapa del valle del Ebro donde se señalan los niveles con datos antracológicos disponibles para el periodo Neolítico 7600-4200 cal BP. En blanco los estudios realizados en este trabajo de tesis doctoral y en negro otros estudios previos. (34) Ángel 1, (9) Artusia, (1) Atxoste, (25) Auvelles, (21) Balma Margineda, (31) Barranc d'en Fabra, (16) Chaves, (17) Coro Trasito, (14) Esplugón, (29) Coves del Fem, (23) Forat de la Conqueta, (19) Forcas II, (22) Feixa del Moro, (3) Kampanoste Goikoa, (7) Los Cascajos, (5) Los Husos I, (4) Los Husos II, (2) Mendandía, (30) Motlló de la Torre, (13) Paco Pons, (6) Peña Larga, (36) Plano del Pulido, (35) Pontet, (12) Rambla de Legunova, (20) Cova del Sardo, (32) Vidre.

De nuevo, una parte importante de los registros antracológicos estudiados en este trabajo de tesis doctoral para este período se concentran en el Prepirineo central (Figura 221). La madera de pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) continúa dominando los registros durante el Neolítico Antiguo tal como podemos ver los abrigos de Forcas II (480 msnm) (*niveles V y VI*) (7619±30-7613±31 cal BP) y Esplugón (800 msnm) (*niveles 3 superior y 2*) (7605±29-6811±44 cal BP) donde alcanza valores de entre el 75 y el 90% (Tabla 50). No obstante, es en este momento cuando el consumo de madera de roble (*Quercus sp. caducifolio*) comienza a tomar protagonismo en el sector central prepirenaico tal como revelan estos registros, en los que este taxón caducifolio alcanza entre el 10 y el 25% de los fragmentos estudiados. Estos aparecen acompañados de elementos típicos del robledal supramediterráneo como las rosáceas (Rosaceae/Maloideae) y las prunoideas (*Prunus sp.*) o el boj (*Buxus sempervirens*). En el abrigo del Esplugón, donde el mayor número de fragmentos analizados se traduce en un aumento de la diversidad florística documentada, contamos la presencia testimonial de elementos esclerófilos como la coscoja/encina (*Quercus sp. perennifolio*) y el

enebro/sabina (*Juniperus* sp.), así como el fresno (*Fraxinus* sp.), único representante de la vegetación de ribera.

En el Arba de Biel, los abrigos de Paco Pons (1040 msnm) (*nivel 2*) (6858 ± 58 cal BP) y Rambla de Legunova (760 msnm) (*nivel 1*) (7225±37-5545±49 cal BP) nos aportan que se adentran en el pleno desarrollo Neolítico (Tabla 50). Mientras que los pinos de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) son la única especie forestal que ha quedado representada (n=85) en Rambla de Legunova, lo que nos lleva a pensar en una explotación importante de este taxón durante la ocupación neolítica del yacimiento, en Paco Pons (n=11) el roble (*Quercus* sp. caducifolio) comparte protagonismo con el pino. En este yacimiento documentamos además una explotación el componente arbustivo representado por el boj (*Buxus sempervirens*) y las ericáceas (Ericaceae).

Yacimiento	Forcas II		Chaves		Esplugón		Rambla de Leg.	Paco Pons
	V	VI	Ib	1	3 sup.	2	1	2
Datación cal BP	7619±30	7613±31	7630±50 7260±101	7225±37 5545±49	7605±29 7041±86	6811±44	7225±37 5545±49	6893±63 6858±58
Nº fragmentos	36	50	320	86	250	250	86	14
Altitud	480	480	663	760	800	800	760	1040
Cultura	Neolítico Antiguo						Neo. Antiguo/Medio	Neo. Medio-Final
<i>Acer</i> sp.	-	-	-	4	-	-	-	-
<i>Arbutus unedo</i>	-	-	6	30	-	-	-	2
<i>Buxus sempervirens</i>	-	11	-	9	-	-	-	-
Ericaceae	-	-	-	-	-	-	-	1
Fabaceae	-	-	4	4	-	-	-	-
<i>Fraxinus</i> sp.	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	6	330	-	1	-	-
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	-	-	4	5	-	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	-	-	17	86	-	-	32	-
<i>Pinus halepensis</i>	-	-	61	79	-	-	-	-
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	17	32	106	80	220	183	35	6
<i>Pistacia</i> sp.	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Populus/Salix</i>	-	-	-	4	-	-	-	-
<i>Prunus</i> sp.	-	-	-	10	-	2	-	-
<i>Quercus</i> sp.	-	-	12	-	-	-	-	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	8	-	74	14	23	44	-	2
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	-	-	28	68	-	2	-	-
Rosaceae/Maloideae	6	3	-	-	-	3	-	-
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-	-	-	3	-	-	-	-
Total determinables	31	46	318	730	243	239	67	11
Indeterminables	5	4	2	16	7	11	19	3
Total taxa	3	3	9	15	2	7	2	4

Tabla 50. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Neolítico (7600-5000 cal BP) en el Prepirineo central.

Dentro de esta imagen general de la vegetación forestal explotada ofrecida por los registros descritos, la cueva de Chaves, en cuyo interior se interpreta la existencia de un verdadero poblado con una actividad económica diversificada, constituye un elemento particular que rompe con el esquema continuista en el consumo de madera entre las ocupaciones mesolíticas y neolíticas de los abrigos prepirenaicos que coronan largas secuencias, más allá de la existencia de un revertimiento en la tendencia del consumo donde los robles van ganando protagonismo en detrimento del pinar. La fase cardial de la ocupación neolítica de la cueva de Chaves (663 msnm) (*nivel Ib*) (7630±50-7260±101 cal BP) inaugura su ocupación holocena. Durante esta fase, el consumo de madera de pino alcanza el 58% de los fragmentos analizados (Tabla 50). Acompañando al pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*), que domina el registro, aparece su pariente termófilo, el pino carrasco (*Pinus halepensis*), que hemos documentado abundantemente durante la etapa mesolítica precedente alcanzando los 500 msnm en diversos enclaves del valle medio del Ebro, entre ellos el cercano yacimiento de Espantalobos. Es difícil precisar si la presencia de estos pinos en el registro antracológico de Chaves nos está indicando la presencia de formaciones forestales de pino carrasco (*Pinus halepensis*) en la soleada vertiente sur de la Sierra de Guara accesibles para los habitantes de la cueva, lo que supondría un ascenso altitudinal de este pino que no registramos en otros registros prepirenaicos, o si por el contrario nos estaría indicando una ampliación de las áreas de captación de la materia prima vegetal leñosa en un asentamiento de carácter estable. Tal como hemos visto en los abrigos prepirenaicos, la madera de roble (*Quercus sp. caducifolio*) es también consumida en la ocupación más antigua de Chaves con porcentajes similares (23%). Aparecen elementos esclerófilos como la coscoja/encina (*Quercus sp. perennifolio*) (8,8%) y el enebro/sabina (*Juniperus sp.*) (1,9%) acompañados de otros elementos matorrales y arbustivos típicamente mediterráneos.

Durante la ocupación epicardial de la cueva (*nivel Ia*) (7270±80-7023±107 cal BP), los enebros/sabinas (*Juniperus sp.*) alcanzan el 45% de los restos analizados (Tabla 50), convirtiéndose en el taxón más consumido. Es este nivel se diversifican también los taxones documentados, apareciendo algunos elementos característicos de la antropización del paisaje como el madroño (*Arbutus unedo*), el boj (*Buxus sempervirens*) o el romero (*Rosmarinus officinalis*), que hemos documentado también en otros yacimientos como Forcas II (*nivel VI*) (7613±31 cal BP) o Paco Pons (*nivel 2*)

(6858 ± 58 cal BP). Planteamos la hipótesis de que este brusco cambio en el registro podría estar relacionado con un cambio de funcionalidad en el asentamiento, lo que implicaría una sobrerrepresentación de *Juniperus* sp. relacionada con la estabulación del ganado en la cueva y su alimentación (Alcolea et al., e.p.). Sin embargo, las evidencias indirectas de prácticas agrícolas en el entorno del asentamiento también explicarían la apertura del paisaje en el nivel más reciente de ocupación favoreciendo la expansión de formaciones secundarias de enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) acompañadas de otros indicadores antrópicos.

En la montaña pirenaica oriental y central, donde contamos con los datos de los estudios antracológicos de Balma Margineda (960 msnm) (*nivel C3*) (7544±54-6678±41 cal BP) (Heinz y Vernet, 1995), Coro Tránsito (1548 msnm) (*U.E. 3010, 3013*) (7165-6735 cal BP) (Obea, 2014) y Cova del Sardo (1830 msnm) (*U.E. A-8A4*) (6631-6586 cal BP) (Obea et al., 2011; Gassiot et al., 2012-2013), encontramos un panorama similar durante el Neolítico antiguo, donde prima la explotación de los bosques mixtos de montaña, en los que a pesar del predominio del pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*), los robles (*Quercus* sp. *caducifolia*) van ganando importancia de forma progresiva (Tabla 51). Importancia que perderán posteriormente durante el Neolítico medio-final, entrando en una etapa regresiva, tal como revelan los registros de Cova del Sardo (1830 msnm) (*U.E. A-7A4/A-7B4, A-5A2*) (5961-4786 cal BP) (Obea et al., 2011; Gassiot et al., 2012-2013) y Feixa del Moro (1335 msnm) (5678±191 cal BP) (Llovera, 1985-1986) (Tabla 51). La principal diferencia entre estos registros y los ubicados a menor altitud, donde las especies dominantes, así como su frecuencia de aparición, son similares, es el cortejo acompañante. En estos predominan los elementos mesófilos característicos de la vegetación eurosiberiana que crecen asociados a los bosques mixtos de montaña, mientras que en los ambientes supramediterráneos se refugian en las zonas más húmedas como las umbrías y barrancos. Destacan el tejo (*Taxus baccata*), el avellano (*Corylus avellana*), el abeto (*Abies alba*), el acebo (*Ilex aquifolium*), el arce (*Acer* sp.) o el boj (*Buxus sempervirens*), un elemento arbustivo supramediterráneo importantísimo en los paisajes pirenaicos y prepirenaicos actuales, que aparece de forma intermitente en los registros estudiados (Llovera, 1985-1986; Heinz y Vernet, 1995; Obea et al., 2011; Gassiot et al., 2012-2013; Obea, 2014). Por último señalar que en los registros de Balma Margineda y Cova del Sardo es además importante la explotación de enebro/sabina (*Juniperus* sp.) en todos los momentos de ocupación (Tabla 51).

Yacimiento	Balma Margineda			Cova del Sardo			Feixa del Moro
Nivel/U.E.	C3c	C3b	C3a	A-8A4	A-7A4/ A-7B4	A-5A2	-
Autor, año	Heinz y Vernet, 1995			Obea y Piqué, 2012-2013			Ros, 1985-1986
Datación cal BP	-	7544±54 7351±50	7521±134 6678±41	6631- 6586	5961- 5350	4851- 4786	5678±191
Nº fragmentos	300	798	300	43	449	51	134
Altitud	960	960	960	1830	1830	1830	1335
Cultura	Neolítico Antiguo					Neo. Medio-Final	
<i>Abies alba</i>	5	7	6	-	26	2	-
<i>Acer</i> sp.	5	6	2	-	1	-	5
<i>Betula</i> sp.	-	-	1	-	-	-	-
<i>Buxus sempervirens</i>	5	-	2	-	11	2	5
<i>Corylus avellana</i>	15	22	11	-	7	-	2
<i>Fraxinus</i> sp.	-	-	-	-	10	5	2
Gymnospermae	-	-	-	-	1	1	-
<i>Hedera</i>	-	-	2	-	-	-	-
<i>Ilex aquifolium</i>	-	-	1	-	-	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	43	68	26	31	141	18	-
<i>Pinus</i> sp. <i>sylvestris</i>	190	542	146	-	187	17	96
<i>Populus/Salix</i>	-	1	6	7	25	3	7
<i>Prunus</i> sp.	-	-	-	2	4	2	-
<i>Quercus</i> sp. <i>caducifolia</i>	12	94	47	3	28	1	9
Rosaceae/Maloideae	1	9	3	-	-	-	-
<i>Taxus baccata</i>	-	4	12	-	-	-	-
<i>Tilia</i> sp.	2	2	6	-	-	-	-
<i>Ulmus</i> sp.	-	3	5	-	1	-	-
Total determinables	278	758	276	43	442	51	134
Indeterminables	22	40	24	0	7	0	0
Total taxa	9	11	15	4	12	9	7

Tabla 51. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico (7600-5000 cal BP) en el Pirineo oriental y central.

Incluimos 2 estudios antracológicos del sector prepirenaico más oriental de la cuenca, el contexto funerario de Forat de la Conqueta (Allué, 2011) que tendría un uso prolongado que se inicia en el Neolítico Final (*nivel 3*) (4549±78 cal BP) y el yacimiento al aire libre de Auvelles (Martín y Piqué, 2008) que se interpreta como un enclave especializado en el tratamiento térmico del sílex, para el que no encontramos ninguna datación radiocarbónica publicada pero al que se adjudica una similar cronología. En ambos registros, la composición taxonómica parece condicionada por su contexto de procedencia (Tabla 52). En el caso de Auvelles propone una fuerte selección de la madera de quercíneas (*Quercus* sp.), que supone un 95% de los restos analizados, por sus propiedades combustibles, en relación con la funcionalidad de las estructuras a las que aparece asociada. En el caso de Forat de la Conqueta llama la atención la variabilidad taxonómica documentada para una muestra relativamente reducida (n=76).

Ambos registros están revelando la explotación de robledales caducifolios (*Quercus* sp. caducifolio) o bosques mixtos de roble y encina (*Quercus* sp. perennifolio), acompañados de elementos supramediterráneos como el boj (*Buxus sempervirens*) y otros esclerófilos como los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) y pinos tanto de tipo albar (*Pinus* tp. *sylvestris*) como carrasco (*Pinus halepensis*) (Martín y Piqué, 2008; Allué, 2011).

Yacimiento	Auelles	Forat de la Conqueta	
		1/2	3
Nivel/U.E.	-	1/2	3
Autor, año	Martín y Piqué, 2008	Allué, 2011	
Datación cal BP	-	-	4549 ± 78
Nº fragmentos	1760	51	25
Altitud	¿400?	500	500
Cultura	Neolítico Final		
<i>Acer</i> sp.	3	2	-
Angiosperma indeterminada	-	-	2
<i>Buxus sempervirens</i>	-	10	-
Fabaceae	67	2	-
<i>Fraxinus</i> sp.	1	-	-
Gymnospermae	-	1	-
<i>Hedera</i>	-	2	1
<i>Juniperus</i> sp.	-	5	-
Labietae	-	4	-
<i>Pinus</i> sp.	-	1	-
<i>Pinus halepensis</i>	6	-	4
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	5	5	7
<i>Pistacia</i> sp.	-	2	-
<i>Quercus</i> sp.	-	1	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	1000	6	7
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	666	4	3
<i>Rhamnus cathartica/saxatilis</i>	-	1	-
Rosaceae/Maloideae	-	1	-
Thymelaceae	-	1	-
<i>Vitis</i> sp.	-	1	-
Total determinables	1748	49	24
Indeterminables	12	2	1
Total taxa	7	17	6

Tabla 52. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico Final (5000-4200 cal BP) en el Preirineo oriental.

En el sector occidental del Pirineo asistimos a la práctica desaparición del consumo de la leña de pino (*Pinus* tp. *sylvestris*/*Pinus* sp.) durante el período neolítico. Este taxón aparece en los registros de Mendandia (720 msnm) (*nivel II*) (7446±69 cal BP) (Zapata y Peña Chocarro, 2004) y Kampanoste Goikoa (740 msnm) (*nivel II inferior*) (Zapata, 1998), donde el roble (*Quercus* sp. caducifolio) es claramente ya el taxón más consumido, y Atxoste (800 msnm) (*nivel IIIb*) (7131±87-6901±55 cal BP) (Ruíz

Alonso, 2014), donde ambos comparten protagonismo (Figura 222). Durante las ocupaciones neolíticas de Peña Larga (900 msnm) (*nivel IV*) (7013±255-6645±130 cal BP), Los Husos I (720 msnm) (*niveles XVI, XV, XIV, XIII*) (7143±92-6413±66 cal BP) y Los Husos II (720 msnm) (*niveles VII, VI, V, IV*) (6901±55-5663±54 cal BP) (Ruíz Alonso, 2014), todos ellos en el Alto Ebro (Tabla 52), y del yacimiento navarro de Aizpea (720 msnm) (*niveles a/b y b(3)*) (Zapata, 2001) (Tabla 53), el pino se encuentra totalmente ausente. En estos registros el robledal (*Quercus* sp. caducifolio) con una orla espinosa de prunoideas (*Prunus* sp.), avellano (*Corylus avellana*), y boj (*Buxus sempervirens*), principalmente en Aizpea (Zapata, 2001) comparte protagonismo con otra conífera, el tejo (*Taxus baccata*), que evidencia la existencia de un ambiente mucho más húmedo en las áreas montañosas de este sector. Los elementos esclerófilos apenas aparecen representados en el Alto Ebro con la excepción de algunos fragmentos de coscoja/encina (*Quercus* sp. perennifolio) en el Neolítico Antiguo de Kampanoste Goikoa (*nivel II inferior*) (Zapata, 1998) y Mendandia (*niveles II y I*) (Zapata y Peña Chocarro, 2004) (Tabla 54).

Yacimiento	Peña Larga	Los Husos I				Los Husos II				Atxoste
Nivel/U.E.	IV	XVI	XV	XIV	XIII	VII	VI	V	IV	III
Autor, año	Ruiz Alonso, 2014									
Datación cal BP	7013± 255 6645± 130	7143 ±92	7039 ±93 6413 ±66	-	-	6901 ± 55 6591 ± 53	6339 ±42 6092 ±71	6283 ±44 6079 ±77	5663 ±54	5461±98
Nº fragmentos	95	13	210	96	259	4	100	558	198	6
Altitud	900	720	720	720	720	720	720	720	720	800
Cultura	Neolítico Antiguo				Neolítico Medio-Final					
<i>Acer</i> sp.	-	-	-	1	-	-	-	6	-	-
<i>Alnus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Corylus avellana</i>	7	-	9	-	6	-	3	47	3	-
<i>Ephedra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ericaceae	2	-	-	-	-	-	-	9	1	-
<i>Fagus sylvatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	11	8	-
<i>Fraxinus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	21	1	-
<i>Juniperus</i> sp.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Populus/Salix</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Prunus</i> sp.	-	3	69	8	177	-	1	30	10	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	66	4	70	17	43	4	33	161	23	6
Rosaceae/Maloideae	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Taxus baccata</i>	17	4	34	70	31	-	61	263	147	-
<i>Ulmus</i> sp.	1	-	27	-	2	-	-	8	2	-
Total determinables	95	11	209	96	259	4	100	558	197	6
Indeterminables	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0
Total taxa	6	3	5	4	5	1	5	11	9	1

Tabla 53. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico Antiguo (7600-6500 cal BP) y el Neolítico Medio-Final (6500-4200 cal BP) en el Alto Ebro.

En el poblado al aire libre de Los Cascajos (430 msnm) (Tabla 54) ubicado en la zona más occidental del sector central de la depresión del Ebro, con una ocupación neolítica antigua (7364±45 y el 6527±101 cal BP) predomina la explotación de enebro/sabina (*Juniperus* sp.), acompañado coscoja/encina (*Quercus* sp. perennifolio) y prunoideas (*Prunus* sp.), que generalmente dan lugar a elementos arbustivos de tipo espinoso, completan el paisaje mediterráneo y esclerófilo que es explotado por las poblaciones neolíticas del sector central de la cuenca (Peña Chocarro et al., 2005).

Yacimiento	Mendandia		Aizpea		K. Goikoa	Los Cascajos	Atxoste
	II	I	b (3)	a/b	II inf		IIIb
Autor, año	Zapata, 2004		Zapata, 2001		Zapata, 1998	Zapata, 2005	Ruiz Alonso, 2014
Datación cal BP	7446 ±69	7368 ±42	7313 ±77	7364±45 6527±101	-	7364±45 6527±101	7131±87 6901±55
Nº fragmentos	125	200	349	255	135	255	290
Altitud	720	720	720	430	740	430	800
Cultura	Neolítico Antiguo						
<i>Acer</i> sp.	6	4	1	-	1	-	-
<i>Alnus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1
Angiosperma indet.	-	-	-	3	-	3	-
<i>Betula</i> sp.	-	-	1	-	-	-	-
<i>Buxus sempervirens</i>	-	-	45	-	-	-	-
<i>Corylus avellana</i>	-	-	11	-	15	-	-
<i>Fagus sylvatica</i>	3	6	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus</i> sp.	-	1	32	-	-	-	-
Gymnospermae	-	6	-	-	-	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	-	-	-	169	-	169	-
Leguminosae	-	1	-	-	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	4	7	-	-	17	-	81
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	22	68	-	-	9	-	3
<i>Prunus</i> sp.	-	-	77	34	17	34	-
<i>Quercus</i> sp.	2	2	-	1	2	1	-
<i>Quercus</i> sp. <i>caducifolio</i>	79	71	92	-	40	-	82
<i>Quercus</i> sp. <i>perennifolio</i>	2	1	-	27	1	27	-
<i>Rhamnus cathartica/saxatilis</i>	-	-	3	-	-	-	-
Rosaceae/Maloideae	2	3	4	-	2	-	-
<i>Taxus baccata</i>	-	-	57	-	-	-	-
<i>Ulmus</i> sp.	-	-	1	-	-	-	-
Total determinables	120	170	324	243	104	243	167
Indeterminables	5	30	25	12	31	12	123
Total taxa	8	11	11	5	9	5	4

Tabla 54. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico Antiguo (7600-6500 cal BP) en Navarra y el Alto Ebro.

Otra parte importante de los registros estudiados en este trabajo de tesis doctoral se concentran al sur del Ebro, en el sector suroriental de la cuenca, que hasta el momento constituía un gran vacío de datos. Los registros neolíticos del Bajo Aragón (350 msnm) están revelando la explotación de un paisaje mediterráneo de carácter abierto. Durante el Neolítico antiguo, dominan las coníferas que soportan bien los climas templados y áridos, representadas por el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y el enebro/sabina (*Juniperus* sp.) en Plano del Pulido (*nivel cg*) y El Pontet (*niveles c inferior y c superior*) (7335±55-7313±77 cal BP) (Tabla 55).

En el abrigo de Vallmayor XI (Mequinenza, Zaragoza), del que se dispone todavía de datos antracológicos publicados, el estudio carpológico (Rojo et al., 2015) ha permitido precisar, gracias a la aparición de hojas y semillas, la presencia de sabina negral (*Juniperus phoenicea*) y enebro común (*Juniperus* cf. *communis*) en el sector central de la cuenca, que serían explotadas por los habitantes de este abrigo para su consumo (7473±24-6958±39 cal BP).

Yacimiento	El Pontet		Plano del Pulido	El Pontet
	c inf	c sup	cg	b
Datación cal BP	7335±55 7313±77	-	-	6420±53 6246±317
Nº fragmentos	18	5	8	33
Altitud	350	350	350	350
Cultura	Transición Meso-Neo	Neolítico Antiguo		Neolítico Medio-Final
Fabaceae	-	-	-	1
<i>Juniperus</i> sp.	3	3	2	17
<i>Pinus halepensis</i>	15	2	4	2
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	-	-	-	7
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	-	-	1	5
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-	-	-	1
Total determinables	18	5	7	33
Indeterminables	0	0	1	0
Total taxa	2	2	3	6

Tabla 55. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Neolítico (7600-4200 cal BP) en el Bajo Aragón.

En el *nivel b* de El Pontet, con una ocupación neolítica avanzada (6420±53-6246±317 cal BP), aumenta la diversidad taxonómica documentada con la presencia de matorrales mediterráneos de romero (*Rosmarinus officinalis*) y leguminosas (Fabaceae) que apoyan la idea de termicidad y apertura del paisaje. Aparecen también representadas en este nivel las quercíneas esclerófilas (*Quercus* sp. perennifolio), que también se documentan

en el Plano del Pulido (*nivel cg*) y el roble (*Quercus* sp. caducifolio). A pesar del reducido tamaño de las muestras estudiadas, podemos afirmar que la recolección de leña se llevaría a cabo en formaciones forestales muy similares a las actuales, pinares abiertos de pino carrasco (*Pinus halepensis*) con sotobosque de coscoja (*Quercus coccifera*) y sabina (*Juniperus phoenicea*). La presencia de un taxón mesófilo como *Quercus* sp. caducifolio, probablemente quejigo, sugiere unas condiciones climáticas más húmedas que las actuales.

En las zonas montañosas de las estribaciones orientales ibéricas contamos con los registros de la Cova del Vidre (1100 msnm) (*nivel 2 central*) (7200±38 cal BP), en Els Ports, y el abrigo de Ángel 1 (735 msnm) (*niveles 8b y 8a*) (6338±46 cal BP), en el Maestrazgo. El registro antracológico de los niveles neolíticos de Ángel 1 (*niveles 8a y 8b*) está compuesto por un único taxón, el pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*). Dado el relativamente reducido número de fragmentos estudiados (n=67), es probable que esta monoespecificidad del registro se deba a un muestreo inadecuado e insuficiente, ya que en estos niveles se recogieron exclusivamente los fragmentos más grandes y visibles durante el transcurso de la excavación para su datación radiocarbónica, más que a una posible selección del combustible por parte de los habitantes neolíticos del abrigo. Aunque la ausencia de un cortejo arbustivo limita nuestra interpretación paleoecológica de los resultados, en la actualidad, el abrigo de Ángel 1 se encuentra dentro del piso mesomediterráneo de vegetación (Rivas Martínez, 1987), donde, con un arbolado escaso, dominan los pinares mediterráneos de pino carrasco (*Pinus halepensis*) acompañado de coscoja (*Quercus coccifera*) y romero (*Rosmarinus officinalis*), dibujando un paisaje vegetal similar al que encontraríamos en el Neolítico del Bajo Aragón. Sin embargo, la presencia del pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) en el registro antracológico de Ángel 1 revela un descenso altitudinal de los pisos de vegetación en el valle del Guadalope provocado por la existencia de unas condiciones más frías que las actuales durante el Neolítico que permitirían la existencia de formaciones forestales relictuales desde época tardiglaciaria en el entorno inmediato del yacimiento que serían explotadas por sus habitantes.

Yacimiento	Vidre		Ángel 1	
	2 central	Hogar	8b	8a
Datación cal BP	7200±38	7080±115	-	6338 46
Nº fragmentos	292	298	40	27
Altitud	1100	1100	735	735
Cultura	Neolítico Antigo			Neolítico Medio-Final
<i>Acer</i> sp.	1	2	-	-
<i>Buxus sempervirens</i>	36	2	-	-
Ericaceae	1	-	-	-
<i>Fagus sylvatica</i>	1	2	-	-
Gymnospermae	-	-	-	6
<i>Juniperus</i> sp.	7	-	-	-
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	86	12	40	21
<i>Prunus</i> sp.	4	-	-	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	20	12	-	-
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	2	3	-	-
Rosaceae/Maloideae	18	7	-	-
<i>Taxus baccata</i>	116	257	-	-
<i>Vitis</i> sp.	-	1	-	-
Total determinables	292	298	40	27
Indeterminables	0	0	0	0
Total taxa	11	9	1	2

Tabla 56. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Neolítico (7600-4200 cal BP) en el Maestrazgo y Els Ports incluyendo el carbón concentrado en hogares.

Yacimiento	Barranc d'en Fabra	Motlló de la Torre
Autor, año	Ros, 1994-1995	Piqué, 1989
Datación cal BP	6707 ± 138	-
Nº fragmentos	187	8
Altitud	30	20
Cultura	Neolítico Antigo	
<i>Chamaerops humilis</i>	2	-
Cistaceae	2	-
Ericaceae	23	-
Fabaceae	24	-
<i>Juniperus</i> sp.	4	-
<i>Olea europaea</i>	34	2
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	-	2
<i>Pinus halepensis</i>	6	-
<i>Pistacia</i> sp.	4	-
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	48	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	10	-
<i>Viscum</i> sp.	3	-
Total determinables	160	5
Indeterminables	27	3
Total taxa	11	3

Tabla 57. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico Antigo (7600-6500 cal BP) próximos a la desembocadura.

Estos pinares están también bien representados en el registro antracológico de la Cova del Vidre (1100 msnm) (Tabla 56), si bien el tejo (*Taxus baccata*) es la madera más consumida durante la ocupación neolítica antigua de la cueva, fechada entre el 7200±38 y el 7080±115 cal BP. Esta conífera exigente con la humedad se expande por toda la Península Ibérica paralelamente a los bosques caducifolios holocenos (Pérez Díaz et al., 2013; Uzquiano et al., 2015; Aranbarri et al., 2016) y como hemos visto adquiere un gran protagonismo en algunos registros antracológicos del alto valle del Ebro durante el Neolítico (Ruíz Alonso, 2014). También alcanza frecuencias elevadas de aparición en algunos yacimientos neolíticos del Nordeste Peninsular como la Cova de la Guineu (Allué et al., 2009b) y Camp del Colomer (Piqué, 2016). No obstante, planteamos la posibilidad de que la madera de tejo (*Taxus baccata*) se encuentre sobrerrepresentada en el Neolítico de la Cova del Vidre, al igual que se ha planteado para otros conjuntos (Allué et al., 2009b; Piqué, 2016), a causa de una explotación intensiva de este taxón en relación con la función de estabulación desarrollada en estos asentamientos (Bergadà, 1997). Son importantes en este registro otros taxones de carácter submediterráneo como el boj (*Buxus sempervirens*), el roble (*Quercus* sp. caducifolio) o el haya (*Fagus sylvatica*) que aparece representada por primera vez en este momento. En la actualidad, los hayedos forman parte de la vegetación eurosiberiana y su área de distribución queda restringida al norte peninsular, con la excepción de la zona dels Ports, donde crecen los hayedos más meridionales de la Península Ibérica. Este taxón sería también explotado por los habitantes neolíticos de Mendandia (*niveles II y I*) (7446±69-7368±42 cal BP) (Zapata y Peña Chocarro, 2004) y Los Husos II (*niveles V y IV*) (6283±44-5663±54 cal BP) (Ruíz Alonso, 2014), ambos en el Alto Ebro.

Un área de la que carecíamos de datos hasta el momento es la desembocadura del Ebro. Para el período neolítico contamos con la publicación de los registros antracológicos de Barranc d'en Fabra (30 msnm) (6707±138 cal BP) (Ros, 1994-1995) y Motlló de la Torre (20 msnm) (Piqué, 1989) (Tabla 57). Estos contienen sendas ocupaciones adscritas a un Neolítico antiguo que revelan la explotación de un paisaje vegetal de maquia mediterránea con elementos litorales y continentales, donde aparecen taxones típicos de estas formaciones como coscoja/encina (*Quercus* sp., perennifolio), labiérnago/aladierno (*Phillyrea/Rhamnus*), lentisco/terebinto (*Pistacia* sp.), enebro/sabina (*Juniperus* sp.) y romero (*Rosmarinus officinalis*). La principal diferencia de estos registros litorales con los del Bajo Aragón es una importante presencia del

olivo silvestre o acebuche (*Olea europaea*), el elemento más termófilo de la vegetación mediterránea, apenas resistente a las heladas, que se encuentra totalmente ausente de los registros antracológicos del interior de la cuenca del Ebro.

Terminamos nuestro recorrido por los depósitos neolíticos del valle del Ebro en el Montsant, donde contamos con la amplia secuencia antracológica que nos ofrece el yacimiento de Coves del Fem (530 msnm) (Tabla 58). Durante los primeros momentos de la ocupación neolítica (*U.E. 104, 103, 102*) ($7281\pm 28-7526\pm 32$ cal BP) el pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) es el taxón más consumido, alcanzando el 80% de los fragmentos. El robledal caducifolio supramediterráneo (*Quercus* sp. caducifolio), acompañado de taxones propios de las orlas forestales como las prunoideas (*Prunus* sp.) y las rosáceas (Rosaceae/Maloideae), se mantiene en un segundo plano a lo largo de toda la secuencia antracológica.

Durante la ocupación neolítica de las Coves del Fem queda también patente la explotación del componente esclerófilo de carácter arbustivo, compuesto por coscoja/encina (*Quercus* sp. *perennifolio*) y sabina/enebro (*Juniperus* sp.), que dan lugar a formaciones mixtas. Sin duda, un elemento especialmente característico del paisaje neolítico de las Coves del Fem es el matorral mediterráneo de carácter gipsófilo, encarnado por el romeral (*Rosmarinus officinalis*), que es abundantemente explotado durante gran parte de la secuencia, alcanzando hasta el 20% de los restos (*U.E. 2016*).

El consumo del roble (*Quercus* sp. caducifolio) adquiere protagonismo (35,5%) durante la ocupación epicardial (*U.E. 2103, 3, 2*) ($6811\pm 44-6580\pm 46$ cal BP). Se documenta también un aumento en la variedad de especies consumidas en este momento, diversificándose además la vegetación de ribera con acebo (*Ilex aquifolium*), fresno (*Fraxinus* sp.), chopo/sauce (*Populus/Salix*) y vid (*Vitis* sp.) que se unen a los arces (*Acer* sp.) y olmos (*Ulmus* sp.) documentados durante la fase cardial ($7281\pm 28-7526\pm 32$ cal BP) de forma que la vegetación riparia alcanza en algunos niveles más del 10% del total de los fragmentos estudiados. En conclusión, podemos decir que en la zona del Montsant observamos una tendencia similar a la observada en otras áreas de media montaña del valle medio del Ebro especialmente en las secuencias prepirenaicas del sector central.

Yacimiento	Coves del Fem												
Nivel/U.E.	104	103	102	5	4	2107	2106	2105	2104	2103	2102	3	2
Datación cal BP	7281 ± 28	7473 ± 24	7526 ± 32							6811 ± 44		6669 ± 34	6580 ± 46
Nº fragmentos	200	200	200	200	200	78	189	76	200	100	20	200	200
Altitud	530												
Cultura	Neolítico Antiguo Cardial					Neolítico Antiguo Epicardial							
<i>Acer</i> sp.	-	2	-	-	-	2	2	3	-	1	1	1	2
<i>Fraxinus</i> sp.	-	-	-	-	2	1	-	-	6	-	2	9	1
<i>Ilex aquifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
<i>Juniperus</i> sp.	12	6	2	4	9	2	12	7	15	16	-	4	1
Monocotiledoneae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Pinus</i> sp.	5	-	6	8	16	-	-	3	-	11	4	24	31
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris</i>	152	160	151	125	113	54	89	36	122	54	6	103	84
<i>Pistacia</i> sp.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Populus/Salix</i>	-	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	5	5
<i>Prunus</i> sp.	8	-	-	-	1	-	2	16	-	-	-	-	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	7	15	9	14	24	6	21	3	21	14	3	45	63
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	4	9	3	13	19	1	9	2	6	1	1	3	3
Rosaceae/Maloideae	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	11	7	21	27	5	4	37	-	4	1	-	-	3
<i>Tamarix</i> sp.	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulmus</i> sp.	-	-	3	2	2	-	2	-	3	-	-	4	-
<i>Vitis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Total determinables	200	199	196	199	199	70	182	71	198	98	17	200	200
Indeterminables	0	1	4	1	1	8	7	6	2	2	3	0	0
Total taxa	8	6	8	10	13	7	10	8	9	7	6	11	13

Tabla 58. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Neolítico Antiguo (7600-6500 cal BP) en las Coves del Fem en el Montsant).

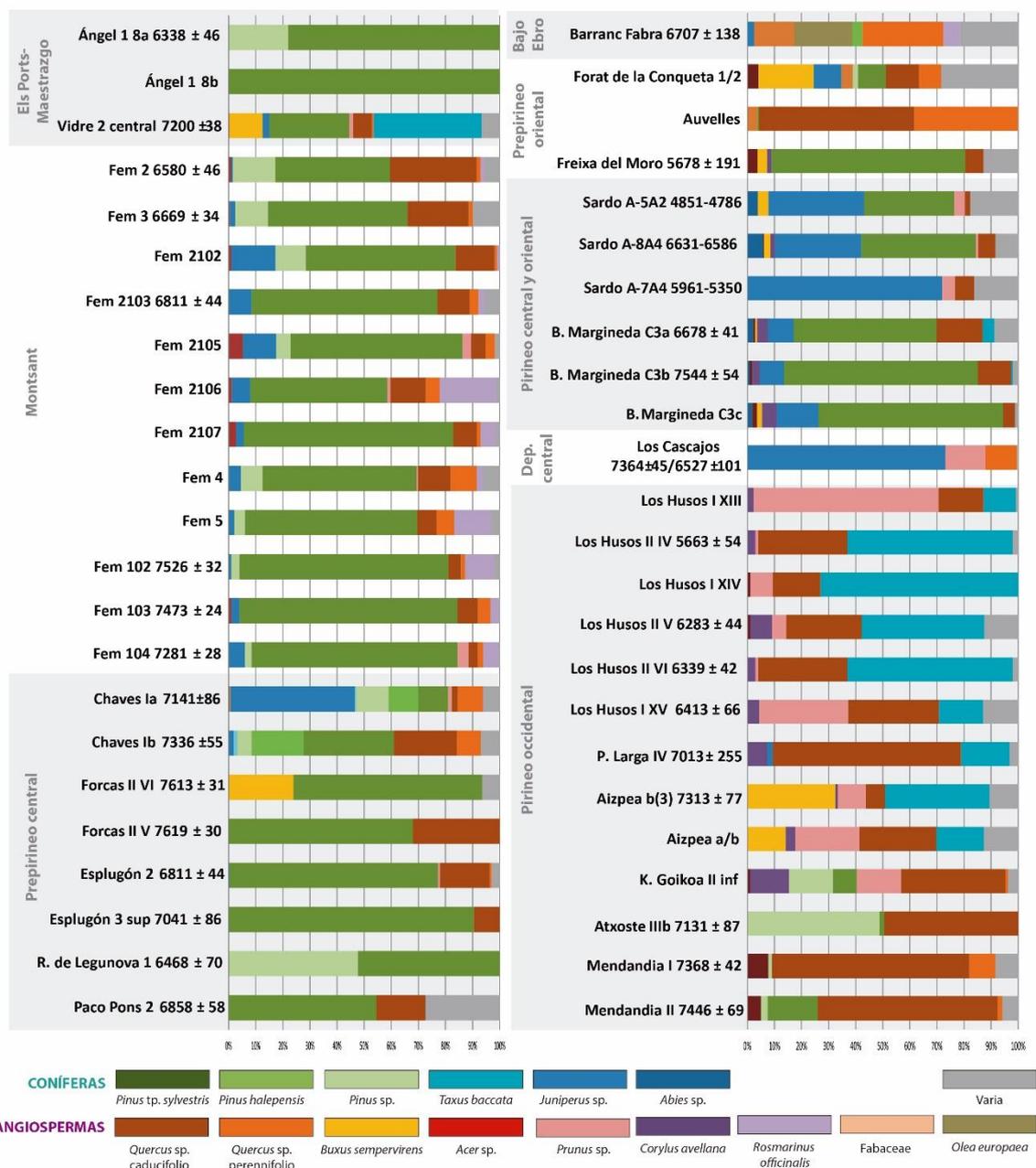


Figura 222. Gráfico que muestra las frecuencias relativas de aparición de los taxones más relevantes en los yacimientos del valle del Ebro con cronologías comprendidas entre el 7600 y el 4200 cal BP.

7.1.4. La ubicuidad o recurrencia de los taxones explotados en el valle del Ebro.

Magdaleniense Superior/Final, Sauveterroide, Aziliense y Epipaleolítico microlaminar (15000-10000 cal BP).

En este apartado evaluamos la ubicuidad o recurrencia de los distintos taxones documentados en el total del conjunto de datos antracológicos disponibles en el valle del Ebro (Figura 223). Para ello hemos establecido de nuevo una secuenciación de los fatos en distintas etapas o períodos que nos permitiera jerarquizar la información.

Para el Tardiglacial y las primeras tradiciones epipaleolíticas holocenas, que comprenden las ocupaciones adscritas al Magdaleniense Superior/Final, Sauveterroide, Aziliense y Epipaleolítico microlaminar (15000-10000 cal BP), se documentan 19 taxones en 22 conjuntos antracológicos (niveles o unidades estratigráficas). En este periodo vemos que las especies más frecuentes son las coníferas, especialmente el pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*), que aparece en la totalidad de conjuntos estudiados, seguido de los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) que también aparecen de forma frecuente. En lo que respecta a las angiospermas, los taxones más frecuentes son las prunoideas (*Prunus* sp.), los arces (*Acer* sp.) y los robles (*Quercus* sp. caducifolio) que aparecen en torno a la mitad de los conjuntos. En particular las prunoideas (*Prunus* sp.), la tercera especie más frecuente, alcanzan en algunos casos porcentajes muy significativos, en torno al 20% de los restos, como es el caso del *nivel 1 interior* de la Cova del Vidre o el *nivel 4* de Filador. A este género pertenecen un buen número de arbustos espinosos que se caracterizan por su resistencia a la inestabilidad en el clima y el régimen hídrico y se asocian con frecuencia a formaciones de coníferas tardiglaciales dando lugar a paisajes abiertos en yacimientos cercanos de la vertiente exterior mediterránea de la Serralada Prelitoral catalana como Balma del Gai o Molí del Salt (Allué, 2001; 2004). Los arces (*Acer* sp.) y robles (*Quercus* sp. caducifolio), mucho más exigentes con el régimen hídrico, son también frecuentes en los registros antracológicos de este periodo aunque nunca alcanzan porcentajes significativos, siempre inferiores al 6%. *Acer* aparece en Atxoste, Balma Margineda, Filador y Parco, y las quercíneas de tipo caducifolio en Ángel 1, Atxoste, Balma Margineda, Esplugón y Parco.

Otros taxones termófilos tienen una presencia más esporádica en los registros de este periodo. Es el caso de las quercíneas de tipo perennifolio (*Quercus* sp. perennifolio) que aparecen en el *nivel 1* de la Cova del Parco (Ros, 1997), o el *nivel 1 interior* del Vidre

situado este último en los 1100 msnm (Piqué, e.p.). El avellano (*Corylus avellana*), por su parte, alcanza valores importantes en algunos yacimientos pirenaicos tardiglaciares como Forcas I (*nivel II*), Legunova (*niveles m y q*) y Atxoste (*nivel VII*) (Ruíz Alonso, 2014) se encuentra totalmente ausente en el resto de áreas. El polen de ambos taxones está bien documentado en el depósito lacustre de la Salada de Mediana (González Sampérez, 2004) en el sector central de la depresión, a partir de donde según parece experimentarían una rápida colonización tardiglaciares.

Mesolítico macrolítico o de muescas y denticulados (10000-8400 cal BP).

Durante el Mesolítico macrolítico o de muescas y denticulados (10000-8400 cal BP) el pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) continúa siendo la especie más recurrente. Esta presente en todos los conjuntos antracológicos estudiados con la excepción de Artusia (*niveles I y II*) (García Martínez de Lagrán, 2015), donde no sabemos a que especie pertenecen los pinos documentados (*Pinus* sp.), y El Pontet (*nivel g*), donde el único fragmento analizado corresponde a pino carrasco (*Pinus halepensis*).

Si atendemos a la ubicuidad de los taxones sobre los 13 registros disponibles para este periodo, En este momento, los robles (*Quercus* sp. caducifolio) se convierten en la segunda especie más frecuente, seguidos de cerca por los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) que pasan a ocupar el tercer puesto. y sólo superados, evidentemente, por los pinos (*Pinus tp. sylvestris*) presentes en todos los registros. *Quercus* sp. caducifolio se concentra en el área pirenaica. Lo encontramos en los registros de Esplugón (*niveles 6 y 5*), Balma Margineda (*niveles C4 y C4b*) (Heinz y Vernet, 1995), Artusia (*niveles I y II*) (García Martínez de Lagrán, 2015) y Mendandía (*niveles V y IV*) (Zapata y Peña Chocarro, 2004), representado por escasos fragmentos. Sólo en el yacimiento de Atxoste alcanzan valores significativos que superan el 15% en la fase más reciente de la ocupación macrolítica (*nivel V*) (8898±97-8592±34 cal BP) (Ruíz Alonso, 2014). Las pruniodeas (*Prunus* sp.) que han ocupado un lugar preponderante en los registros antracológicos de la etapa precedente, quedan reducidas a algunos registros pirenaicos con porcentajes inferiores al 1% (Heinz y Vernet, 1995; Ruíz Alonso, 2014; García Martínez de Lagrán, 2015). Algo similar ocurre con los arces (*Acer* sp.), cuyo consumo continúa de forma bastante reducida en Balma Margineda (960 msnm) (Heinz y Vernet,

1995), mientras alcanza valores muy significativos en el registro de Espantalobos, alcanzando el 23% de los restos en el *nivel e* (8771 ± 123 cal BP).

Las quercíneas de tipo perennifolio (*Quercus* sp. perennifolio) aparecen documentadas exclusivamente en el Esplugón (8889 ± 93 - 8667 ± 56 cal BP) (*niveles 6 y 5*) donde representan menos del 2% de las evidencias, estando totalmente ausentes del resto de registros del valle del Ebro durante esta segunda fase del Holoceno Temprano. En otras áreas continentales de la Península Ibérica, como la Meseta central, donde el yacimiento macrolítico de Parque Darwin (Madrid) constituye una isla de información arqueobotánica en un territorio apenas explorado en este sentido, se ha documentado la existencia comunidades bien establecidas de coscoja/encina (*Quercus* sp. perennifolio), acompañadas de enebros/sabinas (*Juniperus* sp.), que son intensamente explotadas por los habitantes mesolíticos macrolíticos de este yacimiento al aire libre (10059 ± 98 - 9476 ± 47 cal BP) (Berihuete et al., 2017).

Por otro lado, en lo que respecta a la variabilidad taxonómica de los conjuntos disponibles para esta cronología, constatamos un aumento de la diversidad documentada. A pesar de que para esta fase el número de conjuntos analizados es menor, se han documentado 26 taxones diferentes frente a los 19 de la fase anterior. Entre las novedades tenemos, además del pino carrasco (*Pinus halepensis*), que ya hemos mencionado, una serie de taxones arbustivos y matorrales de carácter mediterráneo como *Buxus sempervirens*, Fabaceae, Monocotiledoneae o *Pistacia* sp. Además, la vegetación de ribera se diversifica durante esta etapa con la aparición de taxones como *Alnus* sp., *Fraxinus* sp. o *Tilia* sp. acompañando a *Populus/Salix*, aunque continúa teniendo una presencia marginal respecto al total en todos los registros estudiados.

Se produce por lo tanto, como vemos, un aumento del número de formaciones forestales explotadas, que ahora incluye además de los pinares y enebrales/sabinas, bosques caducifolios, bosques galería compuestos por vegetación de ribera y bosques y matorrales mediterráneos. No obstante, los pinares y bosques de coníferas en general siguen siendo las formaciones vegetales más explotadas según podemos ver en la gráfica (Figura 223), mientras que el robledal el encinar no se han expandido todavía en la región.

Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP).

Durante el Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) podemos decir que hay prácticamente una equiparación del pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) y el roble (*Quercus* sp. caducifolio) en lo que respecta a su frecuencia de aparición en los conjuntos. No obstante, si atendemos a su distribución espacial (Figura 223) observamos, por primera vez, diferencias significativas en la composición de los conjuntos a causa de su situación geográfica. En el sector pirenaico occidental, el roble (*Quercus* sp. caducifolio) está presente en todos los registros estudiados: Aizpea, Artusia, Atxoste, Kampanoste Goikoa y Mendandia (Zapata, 1998; 2001; Zapata y Peña Chocarro, 2004; Ruíz Alonso, 2014; García Martínez de Lagrán et al., 2015), alcanzando en la mayoría de los casos porcentajes significativos. En el sector central, sin embargo, lo encontramos exclusivamente en Esplugón y Forcas II, donde además tiene una presencia testimonial respecto al total de la muestra. Fuera del área pirenaica lo encontramos en Cova del Vidre y Coves del Fem, donde tampoco alcanza porcentajes muy significativos. Esto está sugiriendo un aumento en la humedad y un cambio en el régimen de precipitación en el Alto Ebro que favorece la expansión del robledal caducifolio mientras que en las áreas más continentales de la cuenca las coníferas siguen dominando el espectro antracológico.

Los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.), por su parte, pierden presencia con respecto a las etapas precedentes. Este taxón desaparece de casi todos los registros pirenaicos con la excepción del yacimiento de Artusia, donde apenas alcanza el 6% de los fragmentos estudiados para el nivel V (García Martínez de Lagrán et al., 2015), y Espantalobos, donde es el taxón más consumido (36%) junto a otra conífera, el pino carrasco (*Pinus halepensis*). Fuera de las áreas pirenaicas tiene una presencia testimonial en el Cabezo de la Cruz (Badal, 2013) y Coves del Fem.

Por lo que respecta la variabilidad taxonómica, se mantiene la diversidad documentada. Entre los 27 conjuntos analizados documentamos de nuevo 26 taxones distintos. En el tramo medio de la cuenca podemos hablar de continuidad en lo que respecta a las formaciones vegetales explotadas, si bien es cierto que el bosque mediterráneo va ganando protagonismo en algunos registros del sector central de la depresión del Ebro.

Neolítico (7600-4200 cal BP)

Durante el Neolítico (7600-4200 cal BP) se produce un cambio sustancial. El pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) deja de ser la especie más frecuente en los registros cediendo paso al roble (*Quercus sp. caducifolio*). Este último aparece en 48 de los 58 registros disponibles mientras que el primero sólo lo hace en 38. Se acentúa además la tendencia documentada en la fase precedente. Los robles, aunque se convierten en un taxón frecuente en las áreas de montaña más continentales de la cuenca, no alcanzan una importancia numérica equiparable a la de los pinos con respecto al total de las muestras estudiadas. En el sector occidental de la cuenca, en cambio, desaparecen totalmente de muchos registros, siendo sustituidos por otras especies que acompañan al robledal caducifolio como las prunoideas (*Prunus sp.*) o el tejo (*Taxus baccata*). El tejo es una especie que experimenta un gran aumento en el que respecta tanto a su frecuencia de aparición como a su importancia numérica en los registros en los que aparece. Lo encontramos especialmente en el Alto Ebro, en los yacimientos de Aizpea, Peña Larga, Los Husos I y Los Husos II (Zapata, 2001; Ruíz Alonso y Zapata, 2015), y en otro extremo de la cuenca, en la Cova del Vidre, ubicada en el extremo más suroriental.

Los enebros/sabinas (*Juniperus sp.*), por su parte, recuperan durante esta fase la tercera posición, recuperando su presencia en los conjuntos antracológicos. Otra novedad importante es que la coscoja/encina (*Quercus sp. perennifolio*) se convierte en el cuarto taxón más frecuente en los registros neolíticos, apareciendo en la mitad de los conjuntos analizados. En lo que respecta a la vegetación riparia, algunos taxones como los olmos (*Ulmus sp.*) y los fresnos (*Fraxinus sp.*) se convierten en especies frecuentes en los registros. En general podemos hablar de un discreto aumento en el consumo de este tipo de vegetación asociada a las corrientes y cursos de agua.

Por otro lado, durante el Neolítico se produce un considerable aumento de la variabilidad taxonómica documentada. El número de taxones diferentes alcanza en este momento la cifra de 39. Entre las novedades el acebo (*Ilex aquifolium*), el madroño (*Arbutus unedo*), el taray (*Tamarix sp.*), la vid (*Vitis sp.*), el palmito (*Chamaerops humilis*) o el olivo (*Olea europaea*), importantes componentes de la vegetación mediterránea, algunos de ellos asociados a las consecuencias del impacto antrópico en el paisaje. Para terminar, como decimos, durante esta etapa cultural se observa también

otro cambio importante, el cambio más importante en la composición de los registros antracológicos del valle medio y bajo del Ebro hasta este momento, que se traducen en grandes diferencias regionales en la composición de la vegetación explotada por los grupos humanos neolíticos (Figura 223).

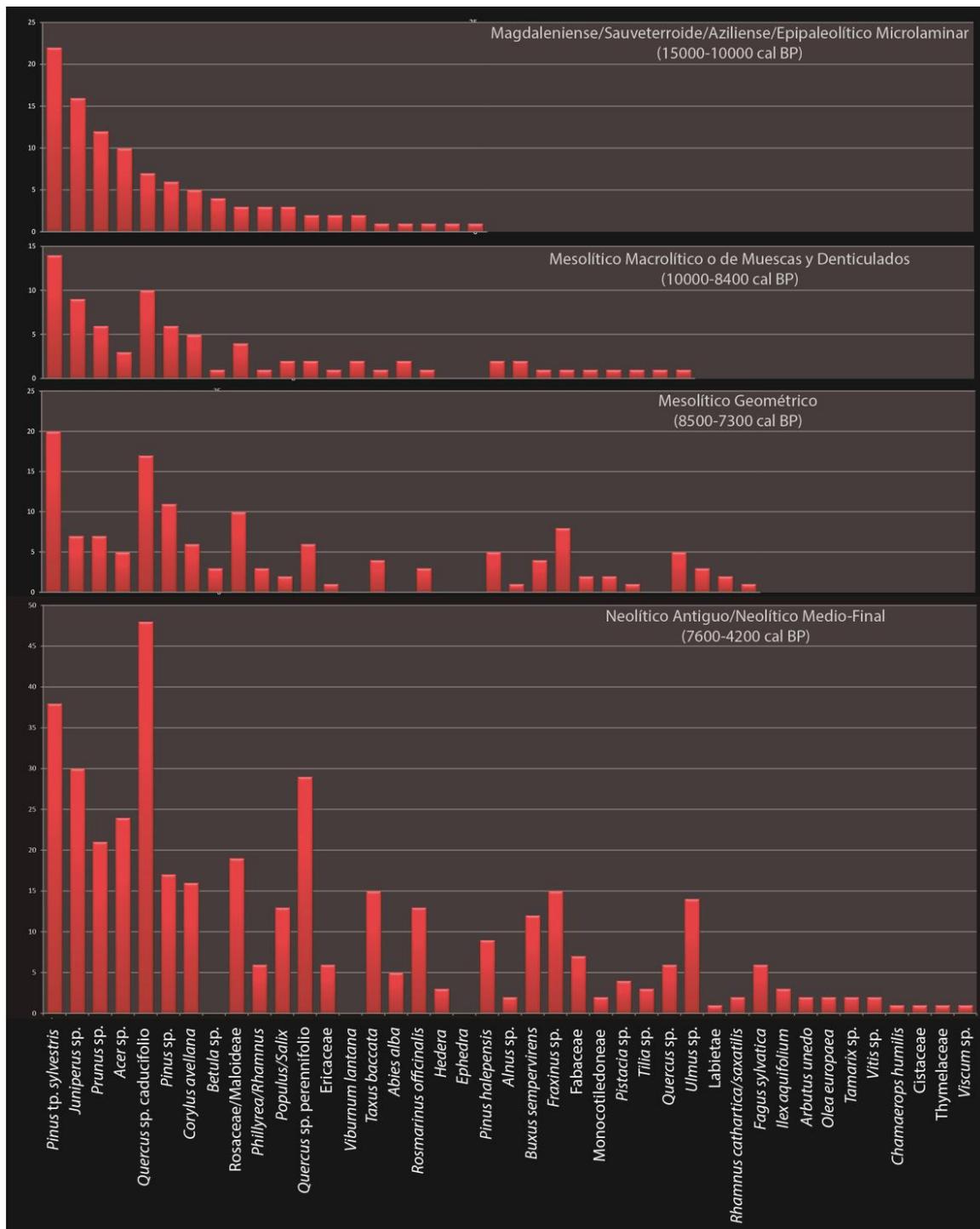


Figura 223. Histogramas que muestran la ubicuidad o recurrencia de los diferentes taxones en el total de conjuntos antracológicos analizados (niveles o unidades estratigráficas) procedentes de yacimientos del valle del Ebro con cronologías comprendidas entre el 15000 y el 4200 cal BP.

7.1.5. El estudio de los macrorrestos vegetales en contextos arqueológicos y su contribución a la investigación paleobotánica y paleocológica del valle medio del Ebro.

Los estudios arqueobotánicos en contextos arqueológicos puede aportar valiosa información acerca de la paleodistribución de determinadas especies vegetales leñosas y su rápida expansión de algunos taxones desde determinadas áreas que funcionan como refugios de vegetación con la mejoría climática holocena. El estudio de los macrorrestos vegetales presenta algunas ventajas frente a otras disciplinas paleoambientales, como la palinología, como pueden ser una mayor precisión en la determinación taxonómica de algunos géneros o la posibilidad de la datación directa mediante radiocarbono. Dos especies forestales, que hoy constituyen poblaciones relictuales en el valle del Ebro, han captado nuestra atención durante el desarrollo de este trabajo de tesis: la sabina albar (*Juniperus thurifera*) y el pino carrasco (*Pinus halepensis*). Los datos paleobotánicos están poniendo de manifiesto que ambas formaciones forestales constuirían formaciones heredadas de la *vegetación primitiva* (Alcalde et al., 2006). Estas habrían tenido una gran importancia en la historia forestal de este territorio desde la reconquista forestal tardiglaciaria que han sobrevivido en algunas zonas en el sector central de la depresión gracias las particularidades climáticas y edáficas de este territorio.

Las formaciones de sabinas y enebros constituyen uno de los bosques más originales del occidente europeo, sin embargo, sólo en la península Ibérica perviven bosques de entidad de las diferentes especies de este género que ocupan lugares adversos para la vegetación arbórea (Costa et al., 1997). De estos bosques ibéricos genuínos, el sabinar albar (*Juniperus thurifera*) desataca por su importancia ocupando cerca de 600.000 ha (Gastón González et al., 2006). La mayor parte de los sabinares peninsulares se distribuyen en una faja altitudinal comprendida entre los 900 y 1800 msnm caracterizando las altas parameras continentales del interior de la Península. Fuera del ámbito ibérico, se considera una especie alpina, estando presente únicamente en las zonas más montañosas de Francia e Italia, en los Alpes, y Marruecos en el Atlas, donde alcanza los 3000 msnm. La depresión central del Ebro constituye un enclave excepcional para el desarrollo de esta especie, situándose su límite inferior en los 140 msnm de Monegrillo (Zaragoza) (Costa et al., 1993). Considerado por algunos fitosociólogos la región de Europa con unas condiciones más adversas para el desarrollo forestal, con apenas 80 mm/anales de precipitación y unas temperaturas que oscilan

entre -10 y 40°C. A estas condiciones extremas de aridez y continentalidad se unen otros factores limitantes, como el sustrato, formado fundamentalmente por yesos de origen mioceno, y el fenómeno de la inversión térmica, que hace descender las masas de aire más frías al fondo de las vales, provocando fuertes heladas (Costa et al., 1997). Muchas veces crece asociada a la encina (*Quercus ilex*), mucho más termófila, que la va sustituyendo paulatinamente salvo en los enclaves más duros, donde encontramos en la actualidad “bosques relictos” sabina albar. En la actualidad, la sabina albar (*Juniperus thurifera*) acompañada de especies gipsófilas, como el romero (*Rosmarinus officinalis*), define el piso de vegetación de menor altitud (hasta 400 msnm), donde las especies más termófilas como el pino carrasco (*Pinus halepensis*) o la encina (*Quercus ilex*) no pueden sobrevivir a causa del fenómeno de *inversión térmica* (Braun y Bolòs, 1987). Existen en la actualidad dos posiciones diferenciadas acerca del carácter actual de los sabinares albares y sus tendencias. Para algunos autores (Rivas Martínez, 1964; 1982; 1987) el clima actual, templado y húmedo, favorece a las quercíneas que van desplazando a los juníperos. Para otros, la tendencia xerotérmica del clima en la actualidad y el abandono de terrenos cultivados favorece que los sabinares y enebrales vayan ganando importancia en los paisajes peninsulares (Ceballos, 1959; Sainz et al., 2010). En nuestra opinión, esta especie de carácter alpino, que ocuparía grandes extensiones durante el periodo glaciario (Badal et al., 2012), quedaría aislada con la mejoría climática holocena en el fondo del valle donde no encontraría competencia a causa del fenómeno de la inversión térmica y el condicionante edáfico. Los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) están bien representados en la cueva del Gato, el único registro pleistoceno (22687±243-21112±320 cal BP) (Blasco y Rodanés, 2009) disponible para el sector central de la cuenca (Carrión, inédito; Alcolea, inédito). Durante el periodo Tardiglaciario y el inicio del Holoceno aparece bien documentado en la cova del Parco (14961±299-12804±100 cal BP) y Filador (11557±190-9512±23 cal BP). Durante este periodo aparece también en ambientes montañosos en Balma Margineda (10042±174-9132±246 cal BP) y Artusia (9252±89 cal BP). Durante el IX milenio cal BP este género tiene una abundante presencia en el depósito mesolítico de Espantalobos (8771±123-8284±54 cal BP), perdiendo importancia en el VIII milenio cal BP, donde sólo tiene una presencia puntual en los depósitos del Cabezo de la Cruz (7965±139 cal BP) y coves del Fem (7563±30 cal BP). Reaparece con fuerza a final de este milenio en el neolítico de la Chaves Ia (7270±80-7023±107 cal BP), Pontet (7335±55-6246±317 cal BP) y los Cascajos (7364±45-6527±101), y el áreas de

montaña en Balma Margineda (7521 ± 134 - 6678 ± 41 cal BP) y la cova del Sardo (6631 - 4786 cal BP) (Ros, 1994; 1997; Heinz y Vernet, 1995; Peña Chocarro et al., 2005; Gassiot et al., 2012-2013; Badal, 2013; Allué, 2013; García Martínez de Lagrán, 2015). La variedad de ambientes biogeográficos en los que aparece este taxón, que no deja de estar presente a lo largo del periodo estudiado, así como la variedad de especies a las que aparece asociado, nos hace pensar en la posible presencia de diferentes especies de este género en el territorio.

El género *Juniperus* plantea serios problemas a la hora de la determinación específica dadas las similitudes en la anatomía de la madera de las distintas especies (ver anexo). Con el objetivo de confirmar la presencia de diferentes especies de este género en el territorio, que nos permita realizar una inferencia térmica más precisa, y con el objetivo de conocer la historia particular de la sabina albar (*Juniperus thurifera*) en este territorio, hemos realizado un estudio bibliográfico y anatómico detallado con el objetivo de diferenciar la sabina albar (*Juniperus thurifera*) de otras especies de este género que crecen en la actualidad en este territorio (*J. phoenicea*, *J. sabina*, *J. communis*, *J. oxycedrus*). Nuestros resultados son prometedores, aunque consideramos que se trata de una primera aproximación a esta problemática, un estudio más exhaustivo sería necesario para poder definir unos criterios biométricos sólidos antes de poder aplicarlos a los carbones arqueológicos que son objeto de nuestro estudio. La creación de una amplia colección de referencia con maderas actuales de diferentes especies, diferentes estaciones y diferentes calibres, que se encuentra en proceso, desborda los objetivos planteados en este trabajo de tesis doctoral. Esperamos en un futuro próximo estar en condiciones de aportar relevante información acerca de la paleofitogeografía de la sabina albar (*Juniperus thurifera*) en el valle del Ebro. El uso de la carpología como complemento, que permite diferenciar con cierta facilidad entre especies, será clave para la consecución de este objetivo (Heinz et al., 1992; Antolín et al., 2010; Bouby, 2014; Badal y Martínez Varea, e.p.).

El caso del pino carrasco (*Pinus halepensis*) es bien distinto. Comparte con la sabina su carácter xerico y frugal, y su gran poder expansivo como colonizadora de espacios vacíos, siendo una de las especies forestales con mayor amplitud ecológica del arco circummediterráneo. Como características propias, podemos resaltar su carácter termófilo, no soporta las heladas, y su gran poder de regeneración post-incendio. La paleodistribución de esta especie en el valle del Ebro no está exenta de controversia.

Para muchos fitosociólogos (Braun y Bòlos, 1987) este pino es un tipo paraclimácico que no constituye más que un estado transitorio hacia los bosques de quercíneas perennifolias. En la actualidad, comparte protagonismo con la coscoja (*Quercus coccifera*) y la encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) en el piso mesomediterráneo formando parte del *Quercetum* degradado. Sin embargo, nuestros datos demuestran que existirían formaciones del pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) bien establecidas mucho antes de la expansión del coscojar y encinar en este territorio. Existen evidencias de que el valle del Ebro funcionó como un refugio de vegetación glacial (Huntley y Birks, 1983) para especies forestales templadas, tal como han puesto de manifiesto las evidencias palinológicas (Médail y Diadema, 2009). Según el registro polínico de la Salada de Mediana (350 msnm) (Valero et al., 2000) la rápida colonización tardiglacial del avellano (*Corylus avellana*) y la encina/coscoja (*Quercus ilex/coccifera*) sugiere que la depresión central del Ebro funcionaría como un refugio para estas especies termófilas durante la última glaciación (González Sampériz, 2004). Es posible que lo mismo ocurriera con esta conífera termófila que se instala rápidamente en el sector central de la depresión del Ebro encontrando seguramente la clave de su éxito en su sistema radical superficial y su capacidad para soportar substratos yesosos. Las masas naturales de este pinar en la Península Ibérica ocupan en la actualidad unas 900.000 ha siendo el valle del Ebro, donde penetra a las Bardenas Reales (Navarra), una de las áreas de mayor expansión junto a toda la costa mediterránea. Presenta su desarrollo óptimo entre 300 y 700 mm de precipitación aunque soporta 200 mm/anales. Este pino crece en las condiciones más adversas del clima mediterráneo. Ampliamente utilizado para repoblaciones ya que facilita la creación de suelo, aumentando la profundidad y la capacidad de retención de la humedad y el control de la erosión. En la actualidad su límite altitudinal se encuentra en torno a los 1000 msnm donde contacta con el pino laricio (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) y albar (*Pinus sylvestris*), sobre todo en las montañas ibéricas del sur de la depresión (Pérez Bujarrabal, 2009).

El pino carrasco (*Pinus halepensis*) si que ha podido ser identificado con seguridad en base a su anatomía en este trabajo de tesis frente a otras especies del género presentes en este territorio (ver anexo). A pesar de la existencia de refugios de vegetación, la presencia puntual de *Pinus halepensis*, y otras especies termófilas como *Olea europaea*, resulta por lo general siempre problemática. En muchas ocasiones se trata de fragmentos de carbón procedentes de las ocupaciones holocenas de los yacimientos

afectados por procesos postdeposicionales (Zilhao et al. 2010a, y b; Lucena et al. 2012). La datación radiocarbónica directa de estas especies que pueden resultar problemáticas en algunos contextos es clave para entender la historia de algunos taxones.

El pino carrasco (*Pinus halepensis*) hace su aparición en los registros antracológicos del sector central de la cuenca durante la primera mitad del IX milenio cal BP tal como confirma la datación radiocarbónica realizada directamente sobre un carbón de esta especie en el yacimiento del Pontet (Maella, Zaragoza). En este yacimiento del Bajo Aragón se data un fragmento de carbón identificado como *Pinus halepensis* fechado en 7941 ± 65 BP (D-AMS 020211), es decir, 8810 ± 128 cal BP utilizando la curva de calibración CalPal2007_HULU (inédito). Este carbón procedente de la transición entre la ocupación mesolítica de muescas y denticulados y la subsiguiente fase geométrica, recogido durante el transcurso de la excavación con el objetivo de obtener una fechación radiométrica para este momento de ocupación, constituyó, por lo tanto, el único fragmento de esta fase disponible para su análisis. Éste, como único componente del registro, aunque no nos ha permitido obtener información acerca de la gestión del combustible leñoso por parte de las sociedades mesolíticas de esta fase macrolítica, nos ha permitido confirmar la presencia de esta especie en el valle del Ebro durante el Holoceno Temprano.

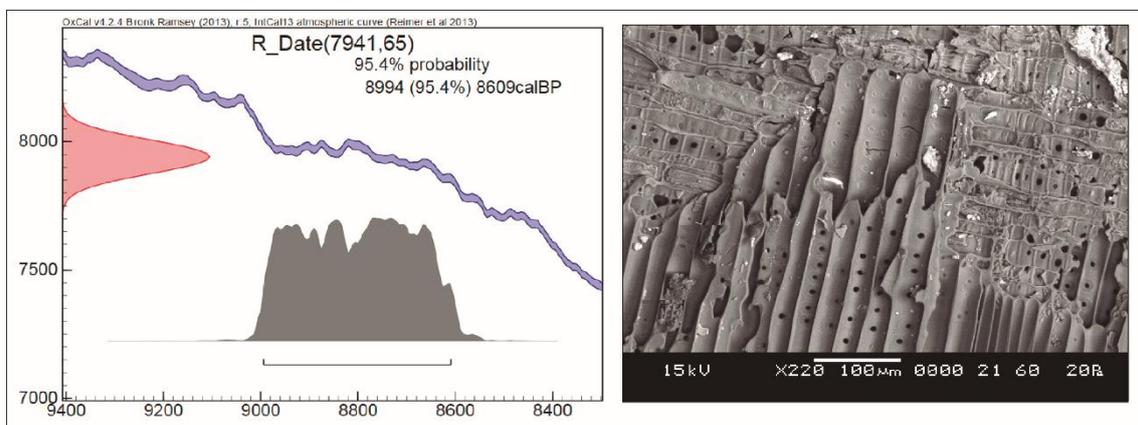


Figura 224. A la derecha representación gráfica de la datación radiocarbónica y su calibración mediante la curva IntCal13 según el programa OxCal realizada directamente sobre un fragmento de carbón de *Pinus halepensis* del nivel e/g de El Pontet (Maella, Zaragoza). A la izquierda fotografía realizada con Microscopio Electrónico de Barrido sobre el mismo fragmento.

En este momento existirían ya formaciones bien establecidas en el límite con las estribaciones pirenaicas tal como revela el nivel e de Espantalobos (Quicena, Huesca) (500 msnm) (8771 ± 123 cal BP) donde la explotación de la madera de este pinar constituye el 16,6% de los fragmentos analizados (Alcolea et al., e.p.). Estos pinos,

xerófilos y termófilos, salpican en la actualidad formaciones abiertas de juníperos (*Juniperus* sp.), constituídas por sabinas negrales (*Juniperus phoenicea*) o albares (*Juniperus thurifera*), y coscojas (*Quercus coccifera*), con las que este pino convive en el sector central del valle del Ebro hasta el dominio del encinar mesomediterráneo que se desarrolla a partir de los 500 msnm (Braun y Bolós, 1987).

En el sector central de la cuenca el depósito pedoantracológico del Barranco de la Poza (Botorríta, Zaragoza) (Pérez Lambán, en revisión) documentamos la presencia del pino carrasco (*Pinus halepensis*) (8303±70 cal BP) acompañado de taxones arbustivos de carácter mediterráneo (*Juniperus* sp., *Quercus* sp. perennifolio, *Prunus* sp.) (Alcolea, inédito). Su uso intensivo por parte de las sociedades mesolíticas queda atestiguado en el Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza) (7965±139 cal BP) (Badal, 2013).

En las estribaciones de la ibérica, el pino carrasco (*Pinus halepensis*) alcanza también los 500 msnm durante la primera mitad del IX milenio cal BP. Lo encontramos documentado en el registro antracológico del nivel 2b1 del yacimiento de Los Baños (Ariño, Teruel) (515 msnm) durante la ocupación mesolítica macrolítica (8906±98-8518±54 cal BP) (Badal, 2004). En este registro el pino carrasco (*Pinus halepensis*) aparece acompañando al pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) de forma que ambos serían explotados por los habitantes mesolíticos del abrigo. Ambas especies de pinos pueden convivir en sus límites de tolerancia ecológica; contacto que en la actualidad, se sitúa en torno a los 1000 msnm. En la actualidad, el pino laricio (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) ha visto su área de distribución natural muy reducida (Roiron et al., 2013), mientras que el pino albar (*Pinus sylvestris*) domina la banda altitudinal por encima de los 1600 msnm. La amplia banda que constituye esta zona de contacto ha sido colonizada por las quercíneas de tipo tanto prennifolio como caducifolio.

Fuera del valle del Ebro, el pino carrasco (*Pinus halepensis*) aparece representado en registros antracológicos procedentes de yacimientos costeros con unas condiciones climáticas de tipo termomediterráneo. Lo encontramos bien representado durante el X milenio cal BP en el nivel B de La Cativera (El Catllar, Tarragona) (65 msnm) (9943±174-9202±67 cal BP) (Allué, 2001), que contiene una ocupación mesolítica microlaminar, donde alcanza el 17,7% de los restos acompañando al enebro/sabina (*Juniperus* sp.) (24,7%) y al arce (*Acer* sp.) (9,5%), un espectro antracológico muy similar al documentado en Espantalobos (Alcolea et al., e.p.). Durante la fase

macrolítica, documentada en el nivel A (8835 ± 116 cal BP), el pino carrasco (*Pinus halepensis*) alcanza el 34% de los restos acompañado de encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio). También durante la fase macrolítica aparece documentado en Font del Ros (8948 ± 229) (Jordá et al., 1992) con menos de un 1% de los restos estudiados, en un contexto dominado por taxones supramediterráneos (*Quercus* sp. caducifolio, *Corylus avellana*, *Buxus sempervirens*). Lo encontramos durante el Mesolítico Reciente en el nivel 1B de Cueva Blanca (Hellín, Albacete) (600 msnm) (8414 ± 22 - 7605 ± 29 cal BP) donde supone el 12% de los restos acompañando a un amplio elenco de arbustos y matorrales mediterráneos (*Rhamnus lycioides*, *Arbutus unedo*, *Quercus* sp. perennifolio, Fabaceae, *Juniperus* sp., *Pistacia* sp.) (Uzquiano et al., 2016). También durante el Mesolítico Reciente, donde existen dataciones directas sobre este taxón en el 8342 ± 43 y el 8098 ± 52 cal BP (García y Aura, 2006), lo encontramos en los niveles VII y VIII de la Falguera (Alcoy, Alicante), con una altitud similar, donde alcanza escasamente el 5% de los fragmentos estudiados, mientras que el registro está dominado por otros taxones como los robles (*Quercus* sp. caducifolio), la encina/coscoja (*Quercus* sp. perennifolio) o el fresno (*Fraxinus* sp.) (Carrión, 2002; Aura et al., 2005).

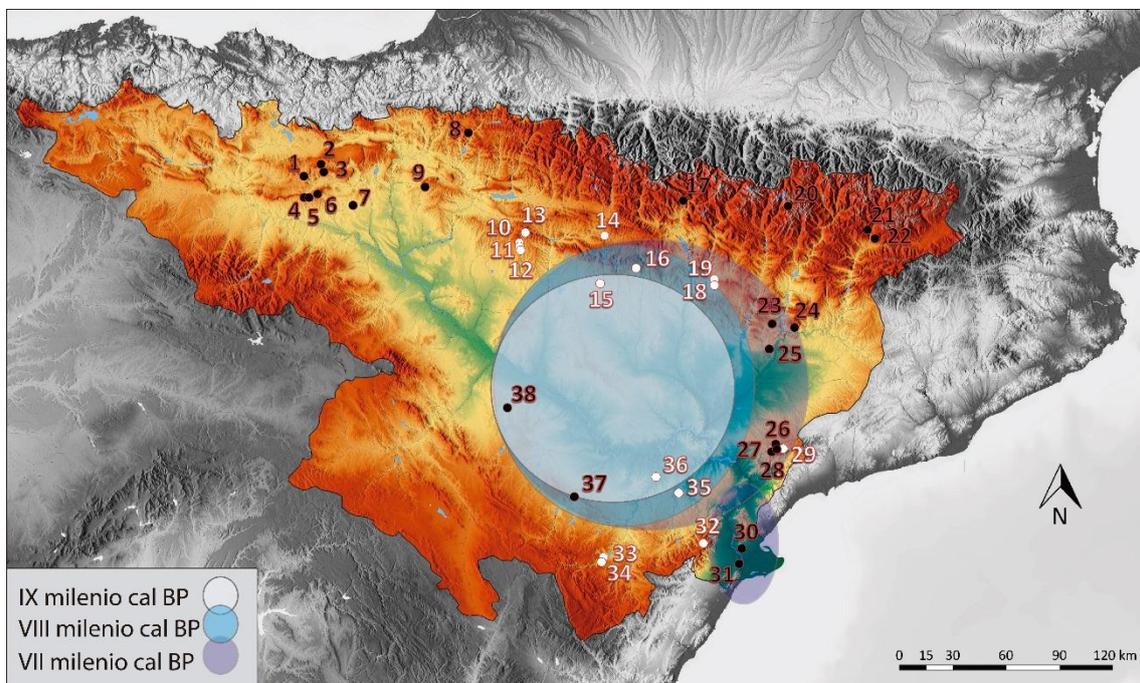


Figura 225. Reconstrucción hipotética de la distribución de *Pinus halepensis* en el valle del Ebro durante el Holoceno Temprano y Medio en base a los datos antracológicos.

A partir del final del VIII y el VII milenio cal BP, el pino carrasco (*Pinus halepensis*) se convierte en un taxón habitual en los yacimientos tanto de la costa mediterránea como del interior peninsular (Ros, 1985; 1996; Badal et al., 1994; Allué, 2001; Carrión, 2002; 2005a). En el valle del Ebro lo encontramos durante el Neolítico en la cueva de Chaves (7630±50-7023±107 cal BP), Pontet (7335±55-6246±317 cal BP), Plano del Pulido (6448±29 cal BP), Barranc d'en Fabra (Ros, 1994-1995) (6707±138 cal BP), Forat de la Conqueta (Allué, 2011) (4549±78 cal BP) y Auvelles (Martín y Piqué, 2008).

7.2. HACIA UNA PALEOECONOMÍA DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS FORESTALES.

En este apartado vamos a tratar de establecer algunas de las posibles características acerca de la gestión forestal desarrollada por las sociedades mesolíticas y neolíticas del valle del Ebro. Como ya ha quedado dicho, las estrategias socioeconómicas desarrolladas por estas sociedades como parte integrante de la gestión del medio, o incluso la ausencia de ellas, son las que han dado origen a la formación de los registros antracológicos en los yacimientos arqueológicos. Para alcanzar el tipo de inferencias que pretendemos, realizaremos un análisis de la variabilidad de los conjuntos estudiados y de las alteraciones registradas, de manera que seamos capaces de reconocer, si se dan, ciertas recurrencias que podamos interpretar a su vez como tendencias en el aprovechamiento de determinados recursos forestales como combustible.

7.2.1. La variabilidad de los conjuntos antracológicos del valle del Ebro.

La variabilidad taxonómica de los conjuntos antracológicos depende de una serie de factores, de incidencia diversa, entre los que podemos citar (i) la representatividad del registro estudiado; (ii) la influencia de variables paleoambientales que condicionan la disponibilidad y accesibilidad de la materia prima o (iii) el carácter socioeconómico de los asentamientos. Conocer y evaluar la incidencia de estos factores en el registro permite una mejor comprensión de estos conjuntos.

Por lo que respecta a la representatividad del registro estudiado (i), este depende directamente del muestreo. Como ya hemos dicho en alguna ocasión nuestro principal hándicap a la hora de interpretar los datos antracológicos desde una perspectiva comparativa ha sido la falta de homogeneidad en los tamaños muestrales de los conjuntos. La falta de aplicación de estrategias de muestreo sistemáticas y exhaustivas en algunos yacimientos, en los que el carbón se ha recogido exclusivamente de forma manual y aislada con el único objetivo de su datación radiocarbónica, conlleva que los datos proporcionados por algunos de estos registros sean a todas luces insuficientes, y sólo nos aporten información acerca de la presencia o no de algunas especies en determinados lugares. No obstante, la validez de una muestra antracológica no depende tanto o sólo de su tamaño, sino también de otras variables, como puede ser la extensión

de la superficie explorada, lo que también compromete en gran medida su representatividad.

Para evaluar esta cuestión hemos representado gráficamente la relación que existe entre el número de fragmentos analizados (sin tener en cuenta los que computan como indeterminados) y el número de taxones documentados en los distintos conjuntos antracológicos del valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. En los conjuntos más antiguos, aquellos con ocupaciones adscritas ya sea al magdaleniense superior/final o al epipaleolítico microlaminar, se ha documentado la presencia de entre 2 y 9 taxones por unidad estratigráfica.

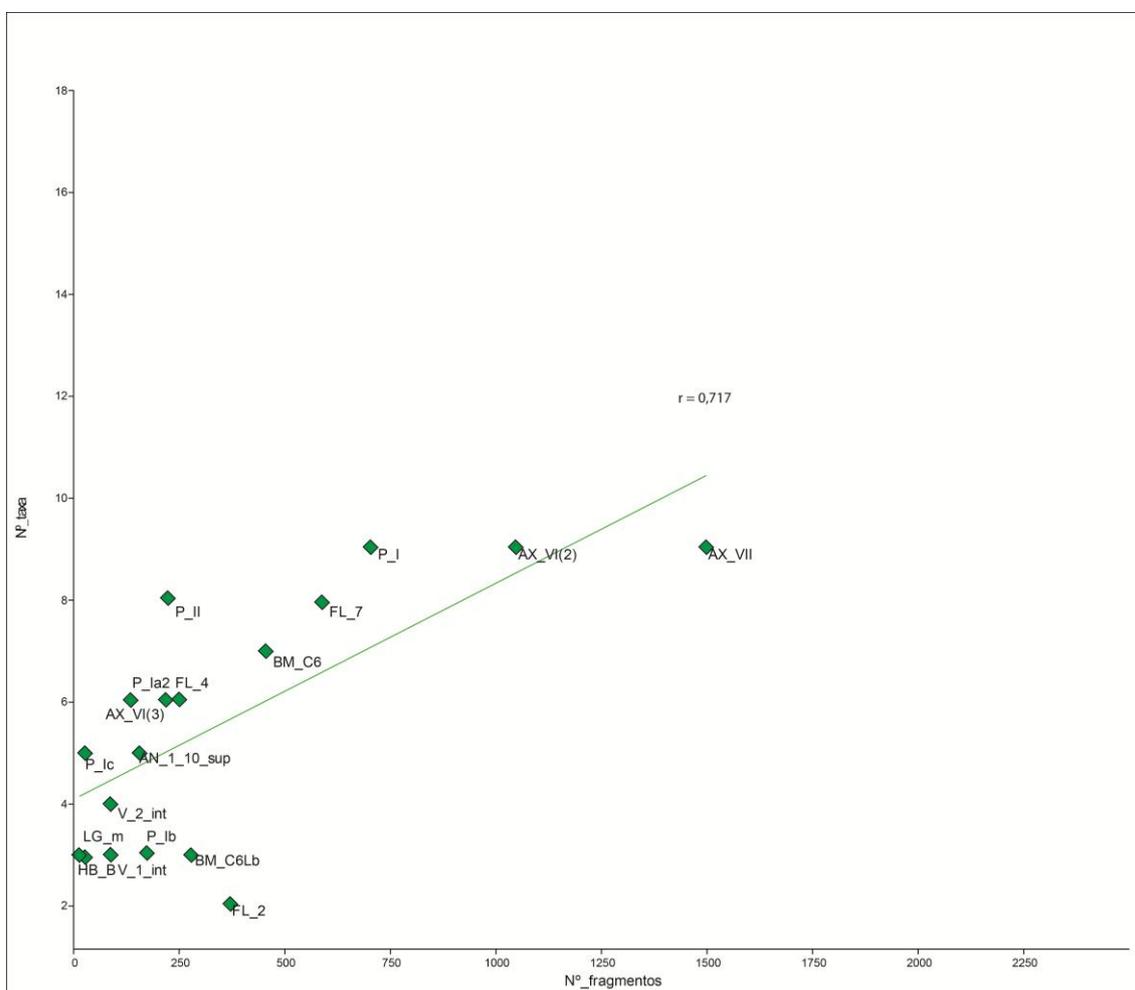


Figura 226. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados de conjuntos antracológicos del valle del Ebro durante el Tardiglaciario y las primeras tradiciones epipaleolíticas holocenas (14500-10000 cal BP).

En la figura 226 vemos que en aquellos conjuntos en los que se han reconocido 9 taxones se han analizados más de 700 fragmentos. El valor del coeficiente de correlación es de 0.71, es decir, existe una correlación positiva pero está lejos de ser una

relación directa. Así, aunque en conjuntos con un número inferior a 100 fragmentos no se supere en ningún caso los 5 taxones documentados, en las series con menos de 300 fragmentos se dan diferencias significativas. Estas cifras ponen de manifiesto que no existe una dependencia directa entre el número de fragmentos analizados y el número de taxones determinados, en tanto que los resultados nos indican que no parece haber diferencias geográficas entre los conjuntos. Algo que en cierto modo es esperable ya que en este momento las formaciones forestales son muy homogéneas, documentándose un total de 20 taxones (*Abies alba*, *Acer* sp., *Betula* sp., *Corylus avellana*, *Ephedra*, Ericaceae, Gymnospermae, *Hedera*, *Juniperus* sp., *Phillyrea/Rhamnus*, *Pinus* sp., *Pinus* tp. *sylvestris*, *Pistacia* sp., *Prunus* sp., *Quercus* sp. caducifolio, *Quercus* sp. perennifolio, Rosaceae/Maloideae, *Rosmarinus officinalis*, *Taxus baccata*, *Viburnum lantana*) sin que existan diferencias regionales.

En los conjuntos correspondientes al Mesolítico de muescas y denticulados parece haber un aumento de la diversidad taxonómica documentada. En este caso los valores oscilan entre los 12 taxones determinados en el *nivel e* de Espantalobos (n=513) y el único taxón determinado en el *nivel b* de Peña 14 (n=3), mientras que en los *niveles V* (n=2362) y *VI(1)* (n=4888) de Atxoste (Ruíz Alonso, 2014), el segundo de los cuales no aparece representado en el gráfico ya que alcanza prácticamente los 5000 fragmentos analizados, se documentan 9 taxones. Los conjuntos de Esplugón (*nivel 5*) (n=208), Artusia (*nivel I*) (n=126) (García Martínez de Lagrán et al., 2015) y Mendandia (*nivel IV*) (n=124) (Zapata y Peña Chocarro, 2004) ponen de manifiesto que entre 100 y 200 fragmentos alcanzamos unos resultados satisfactorios en lo que a variabilidad taxonómica se refiere. El aumento del número de taxones documentados en el total del conjunto asciende a 27: *Abies alba*, *Acer* sp., *Alnus* sp., *Betula* sp., *Buxus sempervirens*, *Corylus avellana*, Ericaceae, *Fraxinus* sp., Gymnospermae, Fabaceae, *Juniperus* sp., Monocotiledoneae, *Phillyrea/Rhamnus*, *Pinus* sp., *Pinus halepensis*, *Pinus* tp. *sylvestris*, *Pistacia* sp., *Populus/Salix*, *Prunus* sp., *Quercus* sp., *Quercus* sp. caducifolio, *Quercus* sp. perennifolio, Rosaceae/Maloideae, *Rosmarinus officinalis*, *Taxus baccata*, *Tilia* sp. y *Viburnum lantana*. Muchos de ellos sólo aparecen en uno o dos de los conjuntos, lo que nos sugiere el inicio de la diversificación y regionalización de las formaciones vegetales (Figura 227).

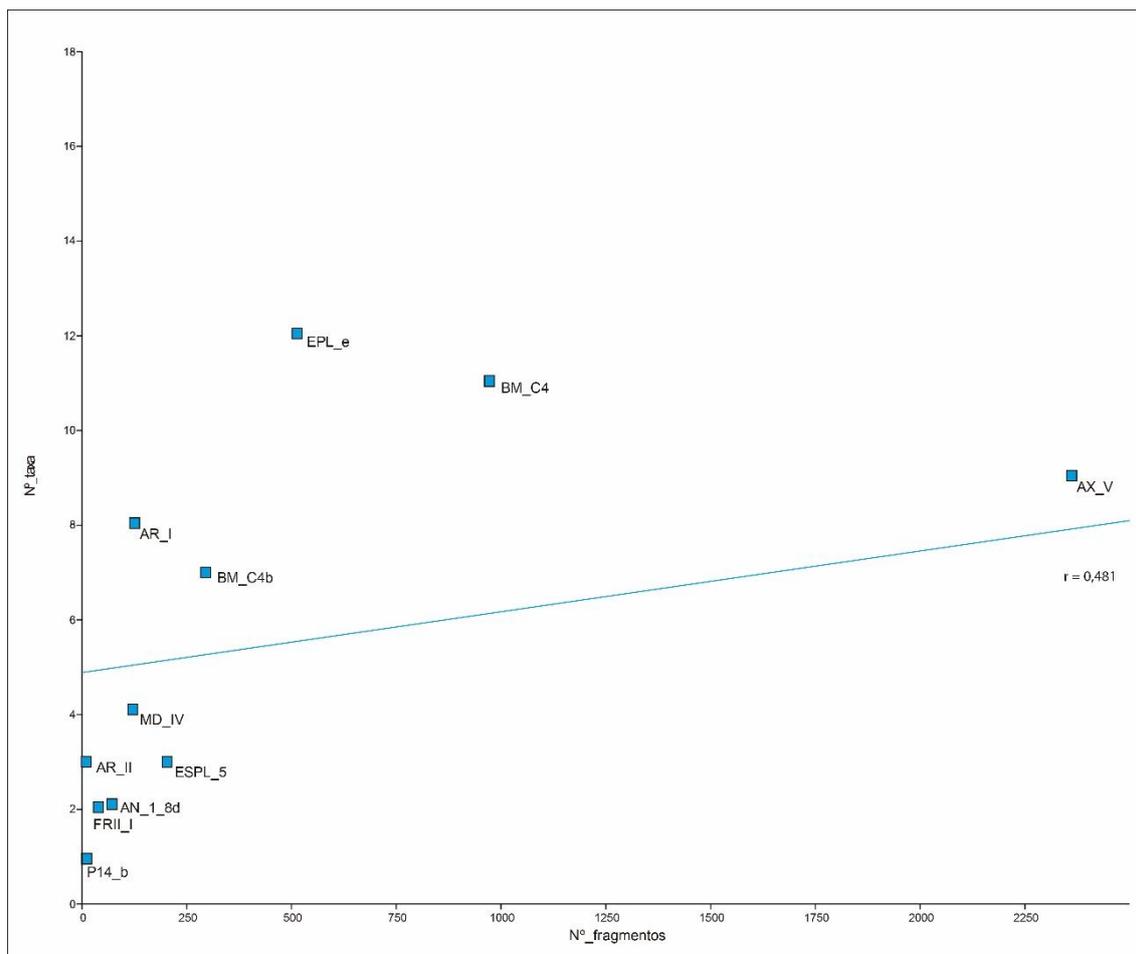


Figura 227. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados de conjuntos antracológicos del valle del Ebro durante el Mesolítico macrolítico (10000-8100 cal BP).

En los conjuntos correspondientes al Mesolítico geométrico la variabilidad taxonómica oscila entre 1 y 4 taxones en aquellos registros en los que se han determinado menos de 100 fragmentos, entre 3 y 7 taxones en aquellos en los que se han analizado entre 100 y 200, y entre 3 y 13 cuando la cifra de fragmentos analizados supera los 200, aunque sólo se superan los 9 taxones en algunos de los registros en los que se han analizado más de 500 fragmentos (Figura 228). La cantidad de taxones documentados asciende como en el caso anterior a 27: *Acer* sp., *Alnus* sp., *Betula* sp., *Buxus sempervirens*, *Corylus avellana*, Ericaceae, Fabaceae, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus* sp., Gymnospermae, *Juniperus* sp., Labietae, Monocotiledoneae, *Phillyrea/Rhamnus*, *Pinus* sp., *Pinus halepensis*, *Pinus* sp. *sylvestris*, *Populus/Salix*, *Prunus* sp., *Quercus* sp. *Quercus* sp. *caducifolio*, *Quercus* sp. *perennifolio*, *Rhamnus cathartica/saxatilis*, Rosaceae/Maloideae, *Rosmarinus officinalis*, *Taxus baccata*, *Ulmus* sp. Por lo que respecta a su frecuencia de aparición, la situación anterior se mantiene estable.

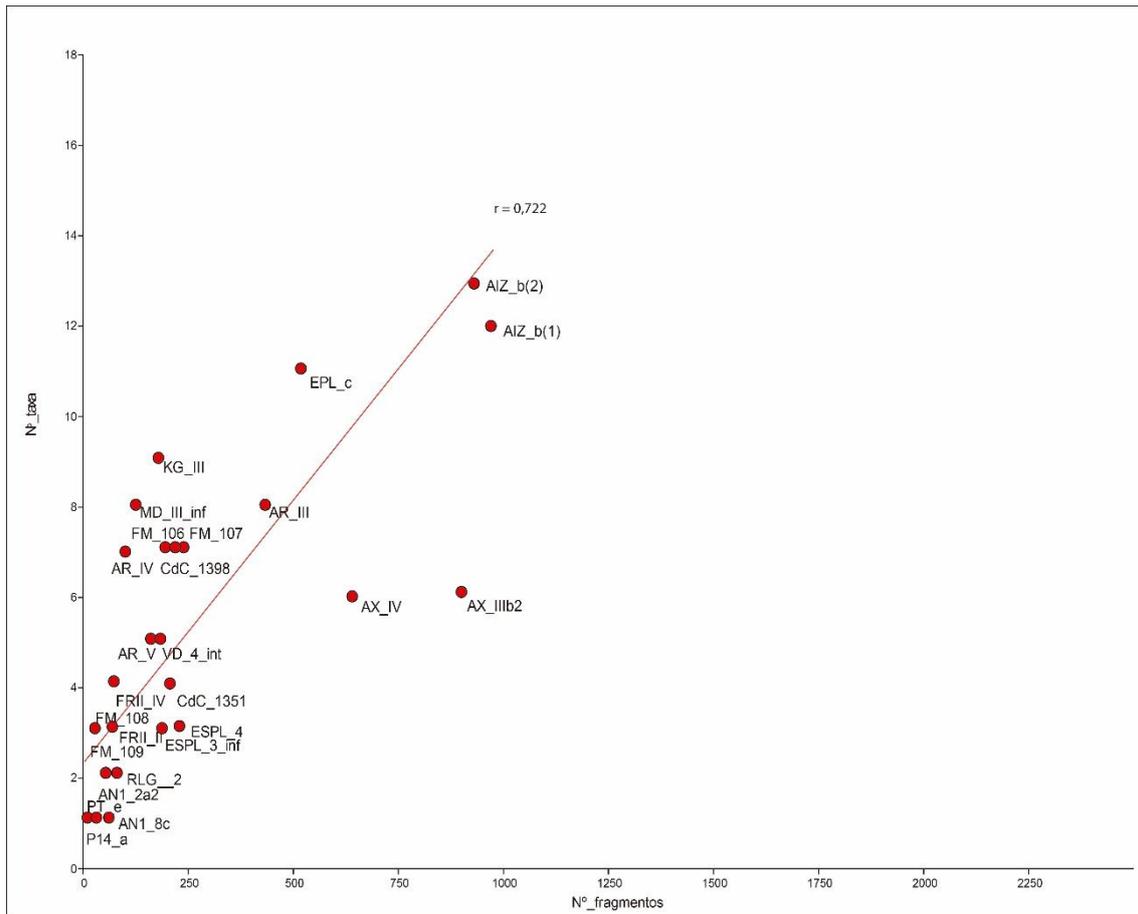


Figura 228. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados de conjuntos antracológicos del valle del Ebro durante el Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP).

En los registros correspondientes al Neolítico (Figura 229) asistimos a un espectacular aumento de la diversidad de la flora documentada, con la aparición de hasta 40 taxones distintos: *Abies alba*, *Acer* sp., *Alnus* sp., *Arbutus unedo*, *Betula* sp., *Buxus sempervirens*, *Chamaerops humilis*, Cistaceae, *Corylus avellana*, *Ephedra*, Ericaceae, Fabaceae, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus* sp., Gymnospermae, *Hedera*, *Ilex aquifolium*, *Juniperus* sp., Labietae, Monocotiledoneae, *Olea europea*, *Phillyrea/Rhamnus*, *Pinus* sp., *Pinus halepensis*, *Pinus* tp. *sylvestris*, *Pistacia* sp., *Populus/Salix*, *Prunus* sp., *Quercus* sp., *Quercus* sp. caducifolio, *Quercus* sp. perennifolio, *Rhamnus cathartica/saxatilis*, Rosaceae/Maloideae, *Rosmarinus officinalis*, *Tamarix* sp., *Taxus baccata*, Thymelaceae, *Tilia* sp., *Ulmus* sp., *Viscum* sp. y *Vitis* sp.

También observamos un aumento de la variabilidad taxonómica dentro de los distintos conjuntos, con unos valores que en este caso oscilan entre 1 y 17 taxones independientemente del tamaño de la muestra. El caso más extremo es el Forat de la

Conqueta (*nivel 1/2*) (n=49) (Allué, 2011) donde con menos de 50 fragmentos estudiados se han documentado 17 taxones diferentes. El caso contrario es Auvelles, donde con más de 1500 fragmentos analizados solo se documentan 7 taxones. Para el resto de conjuntos, vemos que para unas muestras similares a las anteriores, el número de taxones documentados es por lo general mayor, acentuándose la diversificación y regionalización de las formaciones vegetales que son explotadas durante este período.

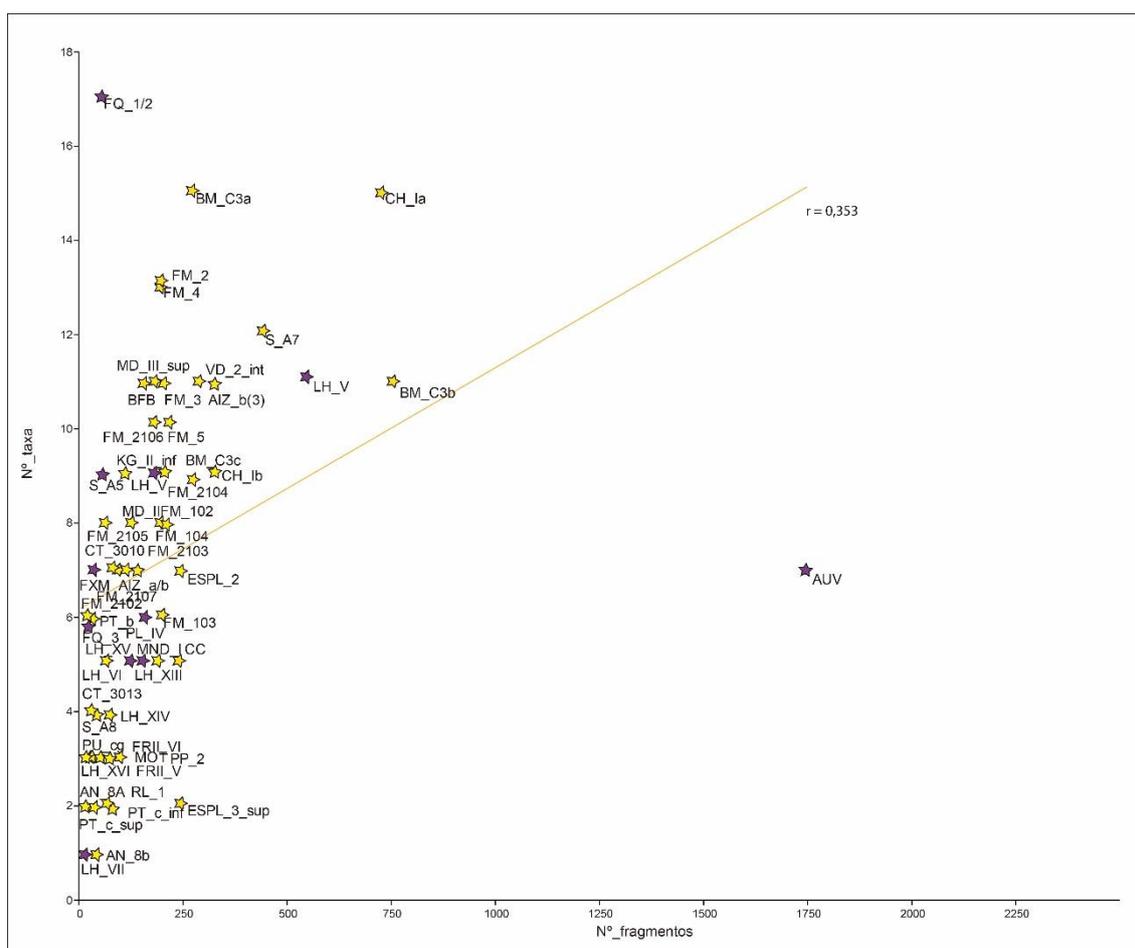


Figura 229. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados de conjuntos antracológicos del valle del Ebro durante el Neolítico antiguo (7600-6500 cal BP) (amarillo) y el Neolítico medio-final (6500-4200 cal BP) (morado).

Si atendemos a una comparativa entre los diferentes momentos analizados (Figura 230) vemos que los factores más influyentes en la variabilidad taxonómica de los conjuntos antracológicos son: (i) los tamaños muestrales y (ii) la cronología de los conjuntos estudiados; mientras que otros factores, como la localización geográfica de los yacimientos, no parecen influir en este caso en la diversidad registrada.

Por lo que respecta al tamaño de la muestra, la correlación registrada es una correlación positiva débil ($r > 0'3$) de manera que un mayor número de fragmentos analizados no garantiza necesariamente un aumento del número de taxones documentados. Los conjuntos con más variabilidad taxonómica no son aquellos con un mayor número de fragmentos analizados. De la misma forma, no siempre los conjuntos con menor número de restos analizados son los que muestran un número menor de taxones registrados. Sin embargo, podemos considerar que por debajo de los 10 fragmentos nos encontramos con muestras incompletas y poco representativas. En estos casos, un muestreo insuficiente es la causa más probable de la ausencia de determinados taxones, y no una selección humana de determinados taxones para su consumo. Por lo que respecta a la cronología de los conjuntos, por lo general, la variabilidad aumenta conforme avanzamos en el tiempo. Esto parece indicar que conforme avanza el Holoceno encontramos una mayor diversidad de formaciones forestales disponibles que son explotadas por los grupos humanos.

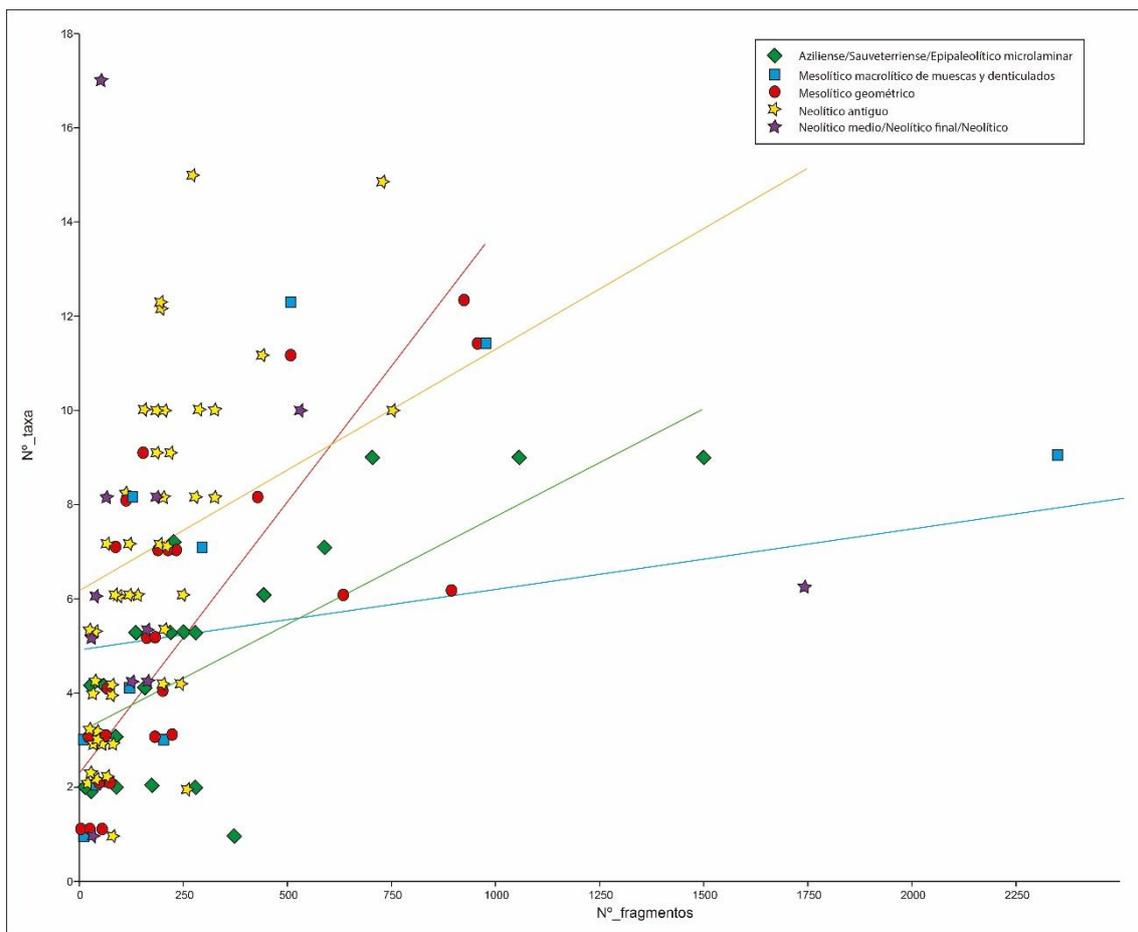


Figura 230. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados en el total de conjuntos antracológicos del valle del Ebro.

A continuación, hemos sometido los datos a un tratamiento estadístico de uso común en arqueología y antracología (Piqué, 1999; 2006; Heinz, 1999; Piqué y Barceló, 2006; Delhon, 2005, Delhon et al., 2010; Henry, 2011; Picornell, 2012; Henry et al., 2013). Como ya hemos expuesto, consideramos el valle del Ebro como una unidad estructural con personalidad propia, por lo que hemos integrado en este análisis los datos procedentes de estudios antracológicos preexistentes que contribuyen a generar un importante corpus de información para el Tardiglacial y la primera mitad del Holoceno en este territorio (Allué, 2011; 2013; Badal, 2004; 2013; Bergadà, 1998; García Argüelles et al., 1990; García Martínez de Lagrán, 2015; Gassiot et al., 2012-2013; Heinz y Vernet, 1995; Llovera, 1985-1986; Martín y Piqué, 2008; Obea, 2014; Obea et al., 2011; Peña Chocarro et al., 2005; Piqué, e.p., Ros, 1994; 1994-1995; 1997; Ruíz Alonso, 2014; Ruíz Alonso y Zapata, 2016; Zapata, 1998; 2001; Zapata y Peña Chocarro, 2004). Nuestros objetivos son (i) valorar la influencia de determinadas variables paleoambientales que condicionan la disponibilidad y accesibilidad del combustible en las tendencias de aprovechamiento y (ii) realizar una aproximación a las tendencias de aprovechamiento del combustible vegetal leñoso por parte de las sociedades cazadoras-recolectoras holocenas y las primeras sociedades productoras en función del carácter socioeconómico de los asentamientos.

El primer paso del análisis ha consistido en la elaboración de una tabla de contingencia de frecuencias en la que las variables utilizadas han sido los diferentes taxones identificados y los niveles arqueológicos o unidades estratigráficas en los que aparecen. Para minimizar la influencia de las grandes diferencias de los tamaños muestrales en los resultados, hemos optado por la utilización de porcentajes en vez de los valores absolutos. Sobre esta tabla de contingencia de frecuencias hemos realizado dos tipos de análisis estadísticos multivariantes: un análisis factorial de correspondencias utilizando el estadígrafo del chi-cuadrado (χ^2) y un análisis de clasificación por conglomerados jerárquicos o análisis *cluster*. Para la realización de los análisis estadísticos se ha utilizado el programa PAST (PAleontological STatistics) (Hammer et al., 2001) en su versión 2.17.

Mediante el análisis factorial de correspondencias (AFC) hemos obtenido una representación gráfica de la correlación entre las frecuencias de los taxones y cada uno de los conjuntos antracológicos en los que aparecen. En las representaciones gráficas se han considerado en ambos casos los dos primeros ejes propuestos (F1 y F2), que

representan el 31,21% (F1 17,403%; F2 13,807%), y en ellos nos centraremos en la descripción. El análisis factorial de correspondencias (AFC) revela la variabilidad entre los conjuntos antracológicos analizados (Figura 231) y nos permite establecer la distribución espacial y temporal de los taxones. Mediante este análisis vincularemos las principales transformaciones en el paisaje y la explotación de recursos leñosos con procesos históricos o ambientales (Piqué, 2006).

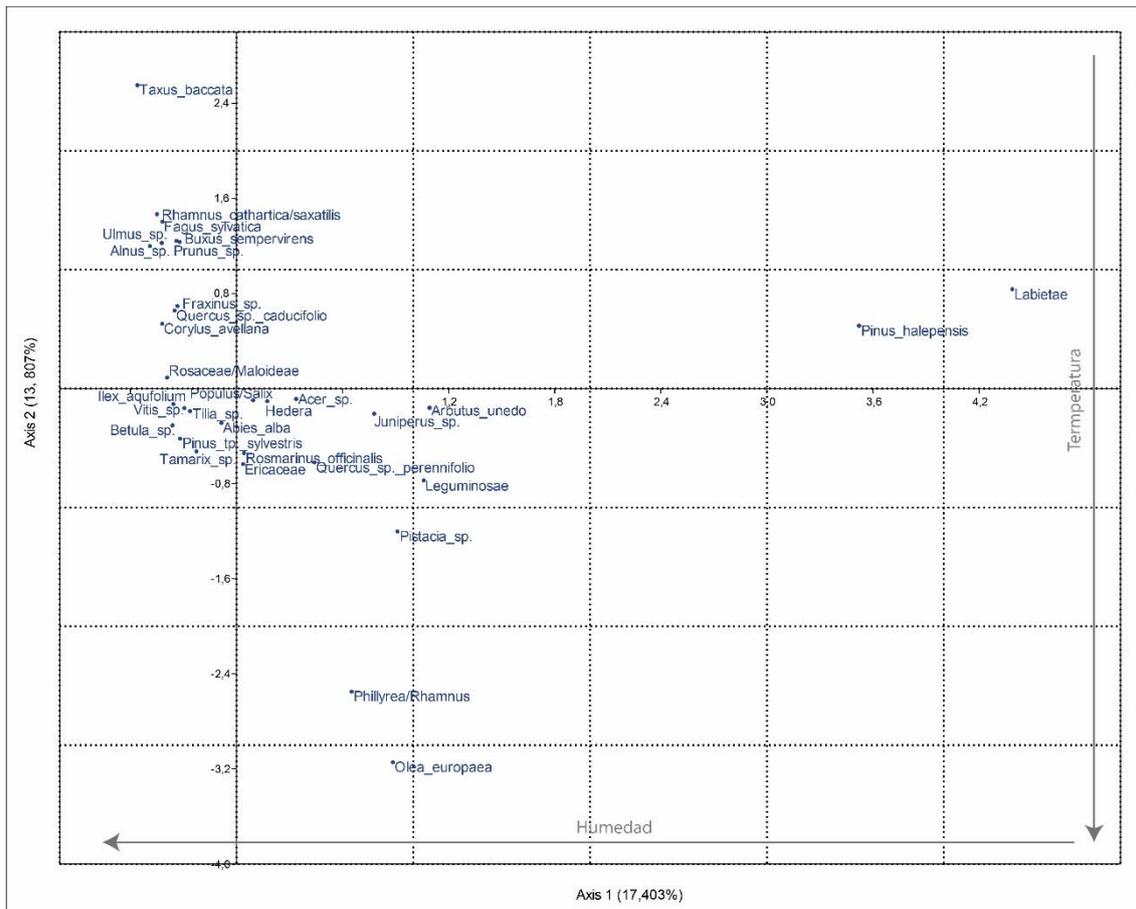


Figura 231. Proyección del análisis factorial de correspondencias (AFC) de los niveles arqueológicos con ocupaciones entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio del valle del Ebro mostrando los taxones consumidos (variables).

Aunque la correlación no es muy elevada, es fácil observar como los taxones se distribuyen en general de forma coherente con sus necesidades ecológicas actuales. Los taxones se distribuyen gradualmente a lo largo de ambos ejes en función de sus requerimientos hídricos y térmicos. En el eje 1, los taxones más resistentes a la aridez tienden a concentrarse en el polo positivo, a la derecha de la gráfica, mientras que los taxones más exigentes con la humedad lo hacen en el polo negativo, concentrándose a la

izquierda de la gráfica. En el eje 2, los taxones más termófilos tienden al polo negativo del eje, en la parte inferior de la gráfica, mientras que aquellos más resistentes al frío lo hacen en el polo positivo, en la parte superior de la gráfica. Siguiendo este esquema, un barrido diagonal desde la esquina inferior derecha de la gráfica a la esquina superior izquierda, que hemos indicado mediante una degradación de color, nos permite observar la oposición de los taxones termo y mesomediterráneos con los supra y oromediterráneos. En una posición intermedia encontramos los taxones que presentan una mayor tolerancia ecológica y/o pueden sobrevivir en diferentes ambientes. Los taxones que quedan insertos en el círculo presentan una altos coeficientes de relación entre ellos, mientras que las especies que quedan fuera (*Pinus halepensis*, *Labietae*, *Olea europea*, *Phillyrea/Rhamnus*, *Taxus baccata*) presentan una menor correlación.

Por lo que respecta a la clasificación de los conjuntos antracológicos, el AFC pone de manifiesto una fuerte homogeneidad entre gran parte de esos conjuntos, especialmente de aquellos ubicados en el sector central de la cuenca. Observamos una elevada concentración de conjuntos antracológicos en el polo negativo de ambos ejes (Figura 232) que se caracterizan por la elevada presencia de *Pinus* tp. *sylvestris*. Alejados de esta concentración, se encuentran los niveles con una composición florística que los singulariza, es decir, que representan valores atípicos respecto al resto del conjunto.

Los yacimientos con ocupaciones tardiglaciares o adscritas a los primeros momentos holocenos presentan una escasa variabilidad taxonómica. Estos niveles, con ocupaciones adscribibles al Magdaleniense Superior, Aziliense, Sauveterriense o Epipaleolítico microlaminar se concentran en la parte central de la gráfica (Figura 232).

Algo similar ocurre durante la fase mesolítica macrolítica o de muescas y denticulados, con la excepción del *nivel e* de Espantalobos, que escapa a esta concentración, evidenciando una diversidad taxonómica que se relaciona con la diversidad de las formaciones forestales explotadas en función de la distribución altitudinal de los depósitos estudiados.

Los conjuntos antracológicos adscritos al Mesolítico geométrico muestran una mayor variabilidad. En este momento observamos una oposición entre los yacimientos situados en el sector central de la cuenca (polo positivo eje 1) y los situados en áreas montañosas (polo negativo del eje 1).

Los niveles de ocupación neolítica muestran la mayor variabilidad de todo el conjunto. En este periodo se produce un desarrollo a lo largo del eje 2, en el que algunos conjuntos, como el *nivel 2 central* de la Coda del Vidre o los distintos niveles de los yacimientos de Los Husos I y Los Husos II, caracterizados por la presencia de tejo (*Taxus baccata*), una especie especialmente exigente con la humedad, se aleja bastante del resto de registros (polo positivo del eje 2), que caracterizados por la presencia de coníferas de carácter más xérico, permanecen concentrados en la confluencia de los ejes. En el extremo opuesto (polo negativo del eje 2), se sitúan los registros de Barranc d'en Fabra y Molló de la Torre, ambos en la desembocadura del Ebro, donde se explota la maquia litoral caracterizada por la presencia de olivo o acebuche (*Olea europea*), la especie más termófila de la flora mediterránea.

De esta forma, mientras que los yacimientos que actualmente se encuentran en una zona de influencia mediterránea se localizan en la parte inferior derecha de la gráfica, por el contrario, los que se encuentran bajo una influencia eurosiberiana tienden a la parte superior izquierda de la gráfica. En la confluencia de ambos ejes se concentran aquellos yacimientos ubicados en las zonas más continentales de la cuenca, es decir, el Ebro medio.

En resumen, vemos que conforme avanza la cronología de los asentamientos la dispersión aumenta. La escasa variabilidad taxonómica del Tardiglaciario, que se mantiene durante el Holoceno Temprano, da paso a una regionalización de las comunidades vegetales a partir del Mesolítico geométrico con el inicio del Holoceno Medio, alcanzando la máxima dispersión al final de este período climático. Este aumento progresivo de la dispersión refleja el establecimiento de diferencias paisajísticas en el entorno de los yacimientos en función de 2 variables principales de tipo geográfico, la latitudinal y la altitudinal. La variabilidad desarrollada a lo largo del eje 1 contrapone los yacimientos en función de su distribución altitudinal, mientras que la variabilidad desarrollada a lo largo del eje 2 contrapone los yacimientos según su influencia oceánica/continental, que es observable sólo a partir del Neolítico. Las recurrencias observadas, en función de variables paleoambientales, como el gradiente altitudinal y la oceanidad/continentalidad, sugieren que disponibilidad y accesibilidad son factores importantes que influyen en la recolección del combustible vegetal por parte de los habitantes prehistóricos del valle del Ebro.

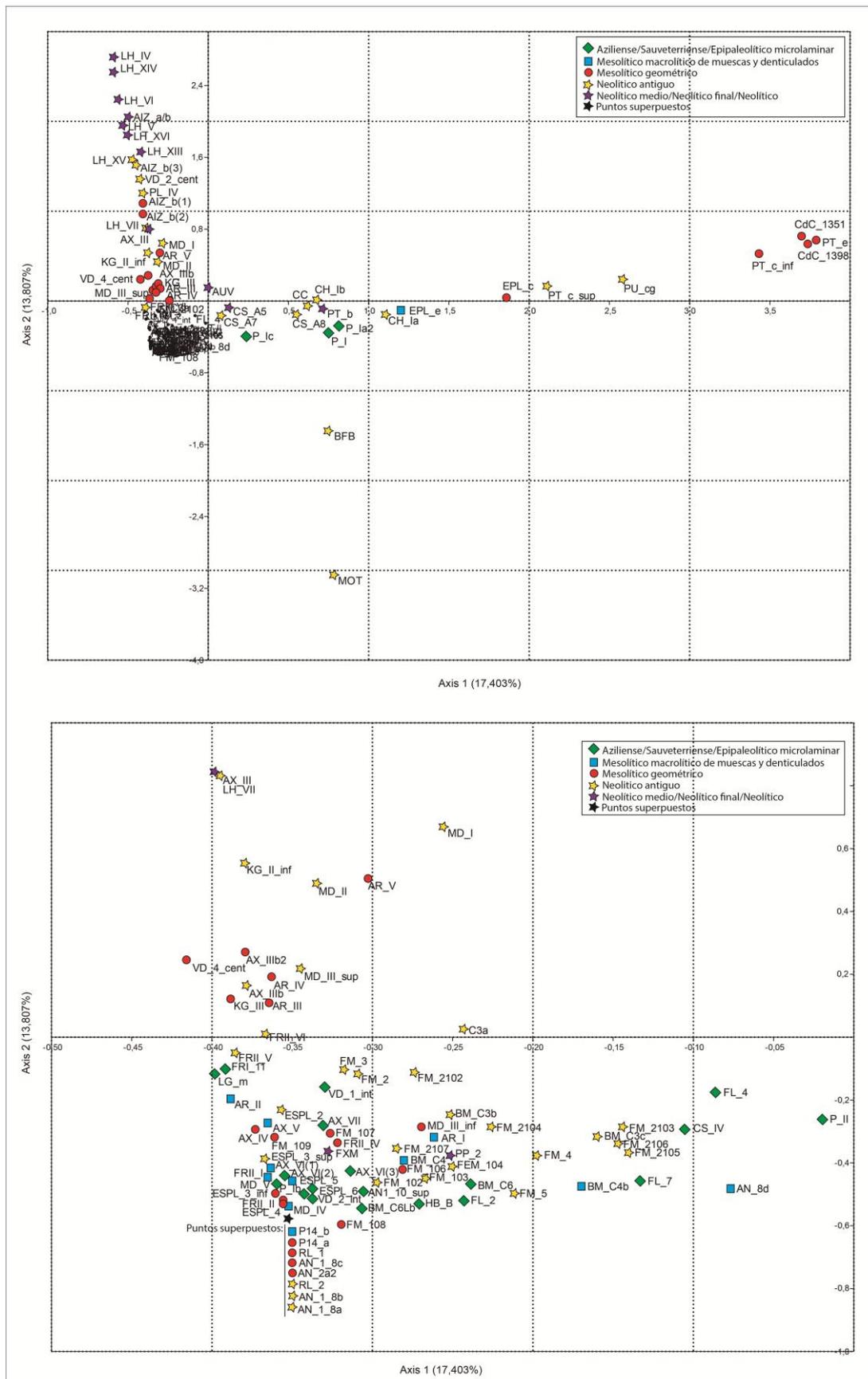


Figura 232. Proyección (arriba) y proyección ampliada (abajo) del análisis factorial de correspondencias (AFC) de los niveles arqueológicos con ocupaciones entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

El análisis *cluster* o análisis de clasificación por conglomerados jerárquicos realizado sobre las mismas tablas de contingencia se representa mediante un dendrograma (Figura 233) y nos ha permitido establecer diferentes niveles de agrupación para los conjuntos de datos introducidos. El dendrograma nos muestra que los yacimientos se organizan en función de factores cronológicos y geográficos, prevaleciendo los segundos sobre los primeros. Como ya se ha visto en el AFC, el dendrograma evidencia una fuerte homogeneidad entre gran parte de los conjuntos antracológicos estudiados. El análisis jerárquico ha desembocado en el establecimiento de 4 grupos de niveles arqueológicos o unidades estratigráficas bien diferenciados, aunque el análisis jerárquico revela que la mayoría de los registros estudiados se encuentran muy próximos entre sí.

- El primer grupo (Grupo 1 - burdeos) en separarse es el compuesto por los registros antracológicos de Barranc d'en Fabra y Motlló de la Torre. Estos dos depósitos, además de su cronología neolítica, comparten su ubicación, ya que son los únicos disponibles para la desembocadura del Ebro y que en la actualidad se encuentran en el piso de vegetación termomediterráneo. Ambos han revelado la explotación de un paisaje de maquia mediterránea con una presencia significativa de *Olea europea*, el taxón más termófilo de la vegetación mediterránea, que se encuentra totalmente ausente en el resto de la cuenca del Ebro al menos hasta el Holoceno Reciente.
- El segundo grupo (Grupo 2 - verde) lo componen aquellos niveles arqueológicos en los que las formaciones vegetales principalmente explotadas son los enebrales/sabinares y/o los pinares mediterráneos, quedando pues este grupo definido por la presencia de coníferas xerófilas y termófilas en los registros. Componen este grupo la ocupación neolítica antigua de Plano del Pulido (*nivel cg*) y todos los niveles del Pontet (*niveles e, c inferior, c superior, b*), ambos en el Bajo Aragón, los dos momentos de ocupación mesolítica de Espantalobos, al norte del Ebro, las unidades estratigráficas de un mismo momento de ocupación mesolítico geométrico del Cabezo de la Cruz (*U.E. 1351, 1398*) y el poblado neolítico antiguo de Los Cascajos, ambos ubicados también en el sector central de la depresión del Ebro, y la ocupación neolítica antigua más reciente de la cueva de Chaves (*nivel Ia*) y las ocupaciones adscribibles al Epipaleolítico microlaminar de la Cova del Parco (*niveles I, Ia2*), situadas en el Prepirineo

central. Completa el grupo la ocupación neolítica más antigua de la Cova del Sardo (*U.E. A-8A4*) en plena montaña pirenaica, con un importante consumo de *Juniperus* sp (72%).

- El tercer grupo (Grupo 3 - azul), que se caracteriza por la presencia no significativa del pinar montano (*Pinus* sp. *sylvestris*), agrupa la mayor parte de los registros antracológicos que se concentran geográficamente en las áreas montañosas del Pirineo occidental y se distinguen por la explotación de formaciones de carácter submediterráneo como el robledal (*Quercus* sp. *caducifolio*) y la tejeda (*Taxus baccata*). En este se puede identificar claramente la existencia de 3 subgrupos. El primero de estos subgrupos, en el que se encuentra el nivel 2 central de la cova del Vidre, lo componen los niveles neolíticos de Aizpea (*niveles b(3), a/b*), Los Husos I (*niveles IV, V, VI, VII*) y Los Husos II (*niveles XIII, XIV, XV, XVI*), ubicados todos ellos en el extremo opuesto de la cuenca, en el Pirineo y Prepirineo occidental. Todos estos conjuntos tienen en común la importancia de la explotación de la madera de tejo (*Taxus baccata*). El segundo subgrupo lo componen algunos niveles neolíticos de yacimientos alaveses como Kampanoste Goikoa (*nivel II inferior*), Atxoste (*niveles III, IIIb*), Peña Larga (*nivel IV*) y Mendandia (*niveles I, II*) y otros mesolíticos como Kampanoste Goikoa (*nivel III*), Aizpea (*nivel b(2)*) y los niveles más recientes de la ocupación de Artusia (*nivel IV, V*), todos ellos concentrados también en el sector más occidental del Pirineo. Completa el grupo un único yacimiento ubicado fuera de este núcleo tan definido, el neolítico reciente de Auvelles, en las estribaciones pirenaicas centro-orientales. En último lugar encontramos una serie de conjuntos caracterizados por el consumo de madera de pino con algunos elementos propios de la vegetación eurosiberiana. Componen este grupo algunos niveles mesolíticos de los yacimientos de Artusia (*nivel I, II*) y Atxoste (*nivel IV, V, VI(1), VI(3), VII*), a los que se unen algunos depósitos tardiglaciares del Prepirineo central, como Legunova (*nivel m*) y Forcas I (*nivel 11*). Vemos que dentro de este grupo, concentrado geográficamente en el sector occidental pirenaico salvo contadas excepciones, es posible establecer unas diferencias cronológicas entre los conjuntos estudiados.

- Para terminar, el cuarto grupo (Grupo 4 - naranja), caracterizado claramente por la presencia significativa de *Pinus* sp. *sylvestris*, es el más numeroso y homogéneo. La mayoría de registros estudiados en este trabajo pertenecen a este grupo: los niveles neolíticos de Rambla de Legunova (*nivel 1*), Paco Pons (*nivel 2*), Forcas (*niveles V, VI*), Coves del Fem (*U.E. 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2, 3, 4, 5, 6*) y Chaves (*nivel Ib*), algunas ocupaciones mesolíticas, como Ángel 1 (*niveles 8c, 8d*), Ángel 2 (*niveles 2a2*), Coves del Fem (*U.E. 109, 108, 107, 106*), Esplugón (*niveles 6, 5, 4, 3 inferior*), Forcas II (*nivel I, II, IV*), Rambla de Legunova (*nivel 2*) y Peña 14 (*niveles a, b*), incluyendo los registros tardiglaciares de Forcas I (*nivel 11*), Legunova (*nivel m*) y Ángel 1 (*nivel 10 superior*) y las ocupaciones neolíticas de Esplugón (*niveles 2, 3 superior*), Coves del Fem (*U.E. 102, 103, 104, 2107*) y Ángel 1 (*niveles 8a, 8b*). Se les unen algunos niveles arqueológicos de yacimientos ubicados también en los rebordes montañosos del sector central de la cuenca, como las ocupaciones epipaleolíticas de Filador (*niveles 7, 4, 2*) y Hort de la Boquera (*nivel B*) en el Montsant o Cova del Parco I (*niveles I, Ic, Ib*) y Balma Margineda (*niveles C4, C4b, C6, C6Lb*) en el Prepirineo y Pirineo orientales respectivamente; así como los niveles mesolíticos de la Cova del Vidre (*niveles 1 interior, 2 interior, 4 central*) en Els Ports. Se agrupan aquí también un buen número de niveles neolíticos pirenaicos centrales y orientales como Balma Margineda (*niveles C3a, C3b, C3c*), Cova del Sardo (*U.E. A5, A7*), Feixa del Moro y Forat de la Conqueta (*niveles 1/2, 3*). Completan el grupo algunos registros antacológicos del Alto Ebro, como los niveles mesolíticos de los yacimientos alaveses de Mendandia (*niveles IV, V, IV, III inferior*) y Atxoste (*nivel VI(2)*) y el *nivel III superior* de Mendandia, el único conjunto oriental considerado neolítico que forma parte de este grupo. Los yacimientos que componen este grupo se articulan en las altitudes medias de las áreas montañosas que bordean la cuenca del Ebro donde las formaciones vegetales principalmente explotadas son los pinares supramediterráneos de *Pinus* sp. *sylvestris*.

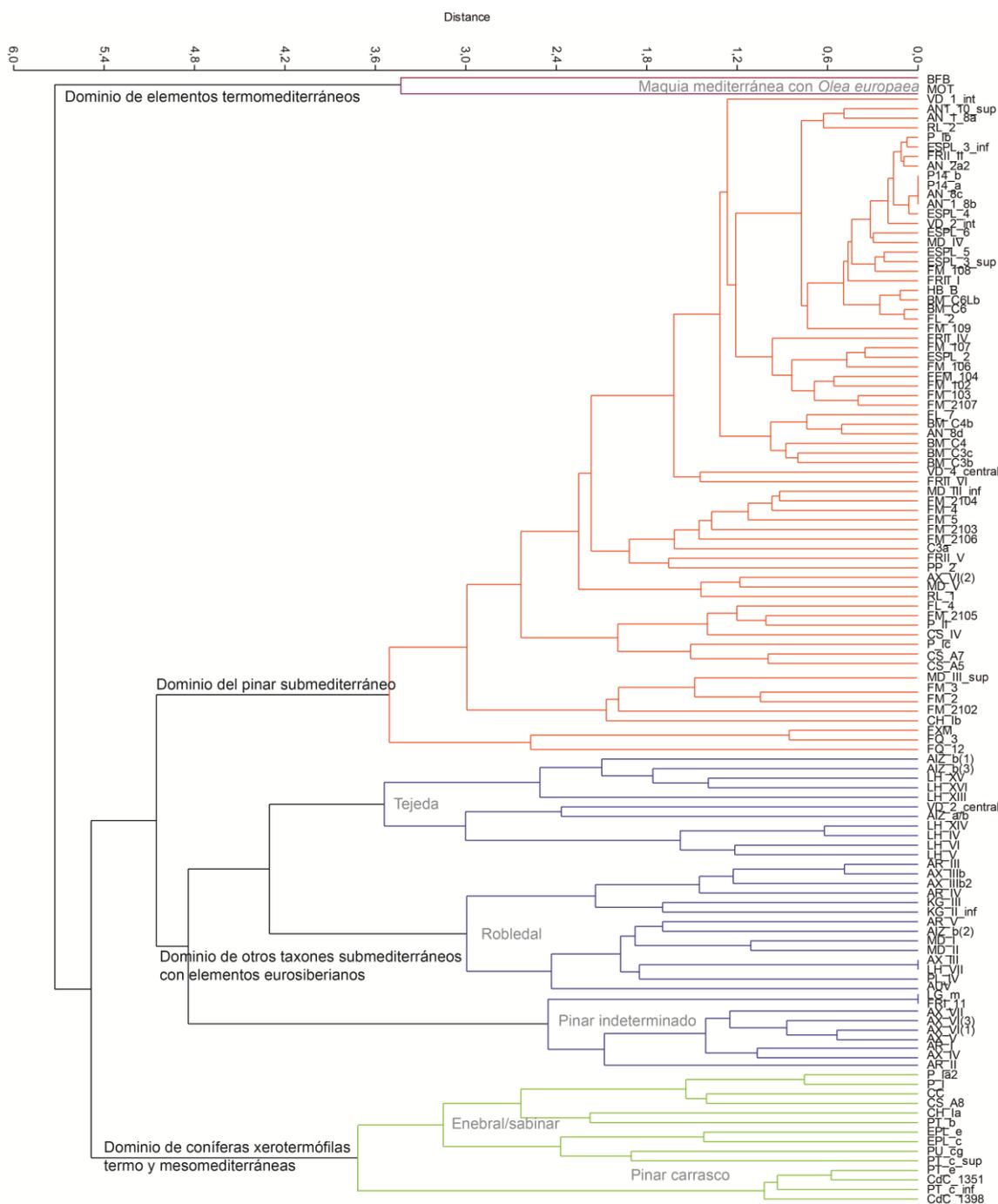


Figura 233. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados jerárquicos de los conjuntos antracológicos epipaleolíticos y neolíticos del valle del Ebro.

Como ocurría con el AFC, el análisis *cluster* ha revelado la escasa variabilidad de los conjuntos antracológicos estudiados, que constituyen un conjunto de datos muy homogéneo, así como las convergencias y divergencias que existen entre estos y otros estudios preexistentes llevados a cabo en diferentes zonas de la cuenca. Las

agrupaciones obtenidas mediante este análisis sugieren que el aprovisionamiento de combustible vegetal se realizaría en los diferentes territorios del área estudiada en función de las formaciones forestales más abundantes en el entorno inmediato de los asentamientos. Las diferencias observadas en diferentes zonas reflejarían la existencia de paisajes distintos y no, por lo general, de diferentes patrones de aprovisionamiento. Este análisis estadístico multivalente confirma el ya supuesto aprovisionamiento local de las materias primas vegetales leñosas utilizadas como combustible. Tal como revela el análisis las diferencias más importantes son regionales y no por cronología o funcionalidad de los asentamientos.

En conclusión, según los resultados del análisis de los datos, en los niveles epipaleolíticos del valle medio del Ebro prima un aprovechamiento oportunista condicionado sobre todo por la disponibilidad en el medio de los taxones. En los niveles neolíticos podemos, en cambio, distinguir entre dos realidades. Por un lado, algunas ocupaciones neolíticas de los abrigos como Esplugón, Forcas II, Pontet, Ángel 1 o Coves del Fem coronan secuencias más o menos amplias que enraízan en distintos momentos epipaleolíticos o incluso anteriores. En estos casos no hemos documentado diferencias en las tendencias de captación del combustible de las últimas sociedades cazadoras-recolectoras y las primeras sociedades productoras del valle medio del Ebro donde primaría el aprovechamiento inmediato de los recursos disponibles en abundancia sin que hayamos podido documentar usos específicos ni intensivos de determinados taxones. Englobaríamos también en este grupo la ocupación más antigua de Chaves (*nivel Ib*) donde a pesar de la duración de la ocupación y la diversificación de actividades desarrolladas en el asentamiento, que se traduce en una ampliación de las áreas de captación, este nivel se agrupa con los niveles neolíticos que coronan secuencias antracológicas en las que los cambios en las secuencias se producen de forma progresiva.

Solo 2 casos concretos, como puede ser el Neolítico Antiguo de la Cova del Vidre (*nivel 2 central*) (7200-7000 cal BP) y el *nivel Ia* de la cueva de Chaves (7200-7000 cal BP), parecen romper este esquema. En el análisis *cluster* ambos aparecen ubicados fuera del lugar (grupo jerárquico) que les correspondería. Este lugar vendría definido por su ubicación geográfica tal como sí cumplen los niveles de ocupación más antiguos en ambos yacimientos, los niveles mesolíticos en el caso del Vidre (*niveles 1 interior, 2 interior, 4 central*) y del nivel neolítico antiguo cardial en el caso de Chaves (*nivel Ib*).

En ambas secuencias se observan además cambios bruscos en los registros antracológicos entre estos niveles y las ocupaciones anteriores. Todo ello apoya la idea de la sobrerrepresentación de determinados taxones, que estarían presentes en el entorno pero tal vez no fueran los dominantes, en relación con un uso específico de la madera, en este caso relacionado con la estabulación y el alimento del ganado, que parece ganar importancia en estos momentos de la ocupación de los asentamientos (Bergadà, 1998; Alcolea et al., e.p.).

Algo similar ocurre con el yacimiento de Auvelles, con una cronología neolítica avanzada, para el que se propuso un uso específico de la madera relacionado con el tratamiento térmico del sílex (Martín y Piqué, 2008), que aparece también fuera de su lugar. Para contrastar la validez este tipo de interpretaciones es fundamental confrontar los datos antracológicos con los resultados de otros estudios realizados en los yacimientos que nos permiten una aproximación paleoeconómica de las ocupaciones. Es necesario integrar los datos antracológicos en el discurso arqueológico.

Yacimiento	U.E.	Etiqueta	Yacimiento	U.E.	Etiqueta	Yacimiento	U.E.	Etiqueta
Aizpea	b(1)	AIZ_b(1)	Parco	Ic	P_Ic	Forcas II	I	FRII_I
Aizpea	b(2)	AIZ_b(2)	Parco	I	P_I	Forcas II	II	FRII_II
Aizpea	b(3)	AIZ_b(3)	Parco	II	P_II	Forcas II	IV	FRII_IV
Ángel 1	8a	AN_1_8a	Parco	III	P_III	Forcas II	V	FRII_V
Ángel 1	8c	AN_1_8c	Parco	IV	P_IV	Forcas II	VI	FRII_VI
Ángel 1	8d	AN_1_8d	Sardo	8A4	S_A8	H.Boquera	B	HB_B
Ángel 1	10sup	AN_1_10	Sardo	7A1	S_A7	K. Goikoa	III	KG_III
Ángel 2	2a2	AN2_2a2	Sardo	5A2	S_A5	K. Goikoa	II inf	KG_IIinf
Artusia	V	AR_V	Espantalobos	e	EPL_e	Legunova	m	LG_m
Artusia	IV	AR_IV	Espantalobos	c	EPL_c	Los Baños	2b1	LB_2b1
Artusia	III	AR_III	Esplugón	2	ESPL_2	Los Baños	2b3	LB_2b3
Artusia	II	AR_III	Esplugón	3sup	ESPL_3sup	Los Cascajos	-	CC
Artusia	I	AR_I	Esplugón	3 inf	ESPL_3inf	Los Husos I	XIII	LH_XIII
Atxoste	IIIb	AX_IIIb	Esplugón	4	ESPL_4	Los Husos I	XIV	LH_XIV
Atxoste	IIIb2	AX_IIIb2	Esplugón	5	ESPL_5	Los Husos I	XV	LH_XV
Atxoste	IV	AX_IV	Esplugón	6	ESPL_6	Los Husos I	XVI	LH_XVI
Atxoste	V	AX_V	El Pontet	b	PT_b	Los Husos II	IV	LH_IV
Atxoste	VI(1)	AX_VI(1)	El Pontet	csup	PT_c_sup	Los Husos II	V	LH_V
Atxoste	VI(2)	AX_VI(2)	El Pontet	cinf	PT_c_inf	Los Husos II	VI	LH_VI
Atxoste	VI(3)	AX_VI(3)	El Pontet	e	PT_e	Mendandia	I	MD_I
Atxoste	VII	AX_VIII	Fem	102	FM_102	Mendandia	II	MD_II
Auvelles	-	AUV	Fem	103	FM_103	Mendandia	III sup	MD_IIIsup
B. Margineda	C6Lb	BM_C6Lb	Fem	104	FM_104	Mendandia	III inf	MD_IIIinf
B. Margineda	C6	BM_C6	Fem	106	FM_106	Mendandia	IV	MD_IV
B. Margineda	C4b	BM_C4b	Fem	107	FM_107	Mendandia	V	MD_V
B. Margineda	C4	BM_C4	Fem	108	FM_108	Molló Torre		MOT
B. Margineda	C3c	BM_C3c	Fem	109	FM_109	Paco Pons	2	PP_2
B. Margineda	C3b	BM_C3b	Fem	2	FM_2	Peña 14	a	P14_a
B. Margineda	C3a	BM_C3a	Fem	3	FM_3	Peña 14	b	P14_b
B. d'en Fabra		BFB	Fem	4	FM_4	Peña Larga	IV	PL_IV
C. de la Cruz	1450	CdC_1450	Fem	5	FM_5	P. del Pulido	cg	PU_cg
C. de la Cruz	1398	CdC_1398	Fem	2102	FM_2102	R. Legunova	1	RL_1
C. de la Cruz	1351	CdC_1351	Fem	2103	FM_2103	R. Legunova	2	RL_2
Chaves	Ib	CH_Ib	Fem	2104	FM_2104	Vidre	2 cent	VD_2_cent
Chaves	Ia	CH_Ia	Fem	2105	FM_2105	Vidre	4 cent	VD_4_cent
Colls	IV	CLS	Fem	2106	FM_2106	Vidre	1 int	V_1_int
Coro Trasito	3010	CT_3010	Fem	2107	FM_2017	Vidre	2 int	V_2_int
Coro Trasito	3013	CT_3013	Filador	2	FL_2	F. Conqueta		FQ_1/2
Parco	Ia2	P_Ia2	Filador	4	FL_4	F. Conqueta	3	FQ_3
Parco	Ib	P_Ib	Filador	7	FL_7			

Tabla 59. Tabla que recoge las etiquetas aplicadas a las diferentes unidades estratigráficas en los gráficos generados a partir de los análisis realizados.

7.2.2. El pino de tipo albar en el valle del Ebro ¿explotación intensiva de un taxón durante el Mesolítico?

Ha quedado patente que nos enfrentamos a un conjunto de datos muy homogéneo. La ubicuidad de la madera de pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) y su importancia relativa respecto al total de los conjuntos estudiados es abrumadora en algunos niveles arqueológicos del valle del Ebro, enmascarando en muchos casos las diferencias cronológicas o geográficas entre registros. ¿Se trata del reflejo de una escasa diversidad paisajística o de una fuerte especialización en el consumo de determinados recursos forestales? A la vista de los resultados ¿se puede plantear una especialización en el uso de la madera de pino de tipo albar por parte de las sociedades mesolíticas del valle medio del Ebro en áreas de media montaña?

Las causas de la aparición casi exclusiva de este taxón en algunos registros antracológicos puede ser múltiples y diversas, siendo el reflejo de:

- i) Un muestreo inadecuado o insuficiente.
- ii) Una escasa duración de la ocupación que reflejaría una o pocas recogidas de leña.
- iii) Una escasa diversidad paisajística que ofrecería pocas posibilidades de selección.
- iv) Una sobrerrepresentación de este taxón por su capacidad para producir madera muerta que implicaría menor esfuerzo en la recolección de leña.
- v) Una fuerte selección de la leña por sus propiedades combustibles, ligadas al factor especie, al estado fenológico o al calibre, en relación con unas necesidades energéticas específicas o una funcionalidad concreta de los asentamientos o determinados hogares.
- vi) La explotación de madera de pino con otros fines, una madera que genera abundantes residuos que son reutilizados como combustible.

A continuación vamos a profundizar en las causas enumeradas y someterlas a discusión tratando de valorar su posible influencia en los registros estudiados.

i) Un muestreo inadecuado o insuficiente.

Lo primero de todo es descartar que la sobrerrepresentación de un taxón en muchos de los registros estudiados aquí se deba a un muestreo inadecuado o insuficiente. Este argumento sería válido para los conjuntos en los que se han estudiado escasos fragmentos de carbón con un muestreo claramente condicionado a la recuperación manual de los fragmentos más grandes para su datación radiocarbónica, lo que sin duda privilegiará la recuperación de las especies más frecuentes. Aunque es innegable que esto ha podido ocurrir en algunos de los registros estudiados, como en Peña 14 o en algunos niveles del abrigo de Ángel, sin embargo, cuando estudiamos muchos carbones ocurre que aunque documentamos algún taxón más de consumo esporádico, el pino continúa siendo el taxón más consumido con porcentajes muy elevados, como ocurre en Esplugón, Coves del Fem o Rambla de Legunova. Además, las secuencias presentan una coherencia interna y con respecto a otras secuencias del valle del Ebro en las que este fenómeno se repite, como Mendandia (Zapata y Peña Chocarro, 2005), Kampanoste Goikoa (Zapata, 1998) o Atxoste (Ruíz Alonso, 2014).

ii) Una escasa duración de la ocupación que reflejaría una o pocas recogidas de leña.

El segundo argumento a descartar es que exista un sesgo en el registro provocado por la escasa duración de las ocupaciones. La representatividad paleológica de los espectros antracológicos se sustenta en que estos depósitos son el resultado de sucesivas recogidas puntuales de leña (Chabal, 1997) de forma que si sólo quedan reflejadas una o pocas recogidas de leña el espectro resultante sería poco representativo de la diversidad paisajística existente.

En el caso de las ocupaciones epipaleolíticas en abrigos del valle del Ebro, aunque tendrían un carácter no permanente, muchas de ellas, serían estacionales y/o recurrentes tal como revela el registro arqueológico (Alday, 2004; Utrilla et al., 2014), de forma que consideramos que tendrían una duración suficiente para que una buena cantidad de recogidas de leña quedarán representadas. Aunque este tipo de sociedades nómadas limitarían el esfuerzo de colecta y el territorio de aprovisionamiento en las recogidas de leña (Delhon y Thiebault, 2009), de forma que las formaciones vegetales más accesibles serán las más explotadas, el tipo de ocupación que en este caso da lugar a la formación

del registro arqueológico no nos parece un argumento suficiente para explicar la práctica monoespecificidad de buena parte de los registros estudiados.

Otro argumento en contra es la reproductibilidad de esta situación varios yacimientos a lo largo de la cuenca. Aunque la información contenida en los depósitos estudiados sintetiza un número desconocido de ocupaciones, los elevados porcentajes de pino se repiten de forma recurrente en muchos de los niveles arqueológicos estudiados en este trabajo, así como en otros yacimientos del valle del Ebro (Zapata, 1998; Zapata y Peña Chocarro, 2005; Ruíz Alonso, 2014) independientemente de la supuesta duración de las ocupaciones que contienen.

iii) Una escasa diversidad paisajística que ofrecería pocas posibilidades de selección.

La escasa diversidad paisajística que ofrecería pocas posibilidades a los habitantes mesolíticos de estas áreas a la hora de seleccionar determinados recursos forestales para su aprovechamiento como combustible es un argumento con fuerza para explicar el consumo casi exclusivo de este taxón en algunos conjuntos antracológicos.

Los datos paleofitogeográficos ponen de manifiesto que la distribución de estos pinares durante el Pleistoceno Final y Holoceno en la península Ibérica sería muy superior a la actual. Las diferentes especies que componen este grupo de pinos criófilos que englobamos bajo este taxón (*Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*) se han identificado a través de macrorrestos vegetales fuera de sus áreas de distribución actual durante el Tardiglaciario y Holoceno, lo cual pone de manifiesto una corología holocena distinta a la actual, que tendrían una importante presencia en la cordillera Cantábrica, el Sistema Central, el valle del Ebro, la cuenca de Padul o el centro de Portugal (Hannon, 1985; Badal et al., 1994; García Antón et al., 1995; Muñoz Sobrino et al., 1996; Roig et al., 1997; Franco et al., 2000; Figueiral y Carcaillet, 2005; Vernet, 2006; Roiron et al., 2013; Rubiales et al., 2008; 2010). Estos pinares criófilos que caracterizarían los paisajes forestales ibéricos durante el Pleistoceno quedan relegados al norte peninsular, por encima del paralelo 40°, y a las áreas montañosas con la mejoría climática holocena (Badal et al., 2012).

En el valle del Ebro, es probable que la reducción del pinar no se produjera hasta etapas holocenas muy recientes en relación con la actividad antrópica (Benavente et al., 1994). Estas especies tienen serias dificultades para regenerarse tras el fuego (Retana et al.,

2002; Rodrigo et al., 2004) por lo que indudablemente perderían terreno frente a otras especies pirófitas, como la encina, que hoy en día domina por completo el piso mesomediterráneo, probablemente favorecida por la estacionalidad del clima (González Sampérez et al., 2017) y, sobre todo, por la acción antrópica durante el Holoceno Reciente (Zapata, 2002; Uzquiano et al., 2016b). La hegemonía de los pinares de tipo albar instalados tras el Último Máximo Glaciar en los rebordes montañosos del sector central de la depresión del Ebro parece resistir en el tiempo a la competencia de los planifolios, principalmente las quercíneas, gracias a las condiciones limitantes de este territorio, como la dureza de las condiciones climáticas ligadas a la continentalidad y la aridez que pueden propiciar la estabilidad los pinares (Franco et al., 2000). Aunque los registros polínicos, como es el caso de la secuencia de Estaña, revelan que la gran expansión del género *Quercus* se produce en el sector central de la cuenca a partir del 8.2 cal BP, lo cierto es que los pinares no pierden presencia en este período (Pérez Sanz, 2014; González Sampérez et al., 2017).

La pobreza específica de los paisajes vegetales tardiglaciares y holocenos en registros de baja y media montaña del medio valle del Ebro podría ser la principal causa de la escasa variabilidad de los registros antracológicos analizados.

iv) Una sobrerrepresentación de este taxón por su capacidad para producir madera muerta que implicaría menor esfuerzo en la recolección de leña.

Sin embargo, la ubicuidad del pino no significa que este taxón no se pueda encontrar sobrerrepresentado en algunos de estos registros dada su capacidad para producir madera muerta que implicaría menor esfuerzo en la recolección de leña.

En principio, todo parece indicar, especialmente en el caso de las sociedades cazadoras-recolectoras, que la explotación del combustible está basada en la utilización de las especies más disponibles y que muestran un mejor acceso. Las especies que producen una mayor biomasa muerta, como es el caso de los pinares, se elegirían como leña, ya que son recursos de utilización inmediata (Allué, 2002). Los estudios etnográficos llevados a cabo en poblaciones cazadoras-recolectoras de Siberia (Henry et al., 2009; Henry, 2011) ponen de manifiesto que las especies más abundantemente representadas en el entorno de los asentamientos serán también las más consumidas. Es decir, se trataría de una colecta local y no selectiva de la madera muerta disponible en un perímetro restringido (Thiebault, 1988; Théry-Parisot, 2001).

Los estudios experimentales llevados a cabo por Allué y colaboradores (Allué et al., 2005; 2007) resultan especialmente interesantes para abordar esta problemática. En ese proyecto, del que por el momento conocemos resultados preliminares, se tiene en cuenta la reproducción experimental de la fase de aprovisionamiento de leña. La recolección, que consiste en recoger la madera muerta caída de los árboles, se llevaría a cabo en formaciones naturales protegidas donde el pino albar (*Pinus sylvestris* L.) es la especie dominante, acompañado de otras especies con presencia minoritaria. Durante la primera experimentación, de las 41 ramas recogidas 34 pertenecen a pino y las 7 restantes a otras especies (*Betula pendula*, *Rosa*, *Sorbus aucuparia*). El estudio del residuo de la combustión revela de los 248 fragmentos de carbón superiores a 4 mm, 227 pertenecen a pino y 21 a las otras 3 especies presentes representadas por un número menor de ramas (1 a 4). Las otras 3 especies presentes en el área de recogida (*Quercus petraea*, *Fagus sylvatica*, *Ilex aquifolium*), no se han recolectado (insistimos en que la recolección se ha realizado de forma aleatoria) y por lo tanto no aparecen representadas en el residuo de combustión. En la segunda experimentación se recogen 113 ramas de las que 100 son de pino y 13 de otros 6 taxones (*Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Sorbus aucuparia*, Monocotiledoneae, Indeterminada). En este caso, de los 244 fragmentos de carbón del residuo de combustión analizados, 214 pertenecen a pino, 26 han quedado englobados en la categoría de indeterminados y los otros 4 pertenecen a 2 taxones (*Betula pendula*, *Quercus petraea*) mientras que los otras 3 especies quemadas (*Fagus sylvatica*, *Sorbus aucuparia*, Monocotiledonea) no se documentan. Este estudio nos sirve para ilustrar como las especies con una mayor producción de biomasa muerta son más accesibles en este tipo de recogida. En cambio, las especies poco productoras no aparecen representadas en la leña recogida ni, por lo tanto, en el residuo de combustión (Figura 234). Por lo tanto, la disponibilidad en relación a la producción de biomasa muerta es un elemento indispensable para la interpretación de los registros antracológicos (Allué et al., 2005).

Efectivamente, vemos que una de las causas de la elevada representación del pino de tipo albar en los registros antracológicos de media montaña estudiados puede ser la recolección de madera muerta generada por formaciones forestales donde esta es la especie dominante.

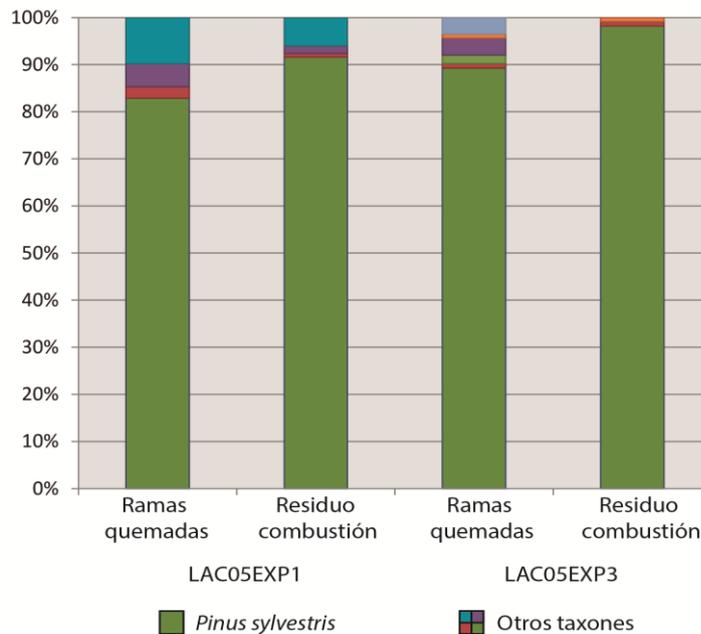


Figura 234. Histograma a partir de los datos del estudio experimental desarrollado por Allué et al., 2005; 2007.

v) Una fuerte selección de la leña por sus propiedades combustibles.

En lo que respecta a la posibilidad de que la presencia del pino en estos registros sea el reflejo de una selección de la leña por sus propiedades combustible, la leña de pino produce llamas muy duraderas y resplandecientes, ideales para el alumbrado (Thèry-Parisot y Thiebault, 2005). Sin embargo la etnografía (Henry et al., 2009; Henry, 2011), también pone de manifiesto que generalmente no es la especie lo que se selecciona, sino que existen otros aspectos que determinan la utilización de uno u otro combustible (Allué y García Antón, 2006). Toda la leña arde, sin embargo, las propiedades combustibles de la madera vienen determinadas de forma compleja por cuatro factores: la especie, la tasa de humedad, el estado sano o alterado y el calibre (Chabal et al., 1999; Badal, 2006). A través del antracoanálisis, somos capaces de reconocer al menos uno de estos cuatro factores: la especie. Otros factores, como la tasa de humedad o el estado de la madera son más difíciles de determinar por lo que no es por lo general posible definir con precisión qué parámetros han sido determinantes para la elección de una determinada madera como combustible. Pero ¿podemos reconocer otros marcadores distintos del factor especie en los carbones arqueológicos que nos informen de las estrategias de gestión del combustible vegetal?

El estudio de las alteraciones de la estructura anatómica de la madera en el carbón arqueológico nos aproximan al estado fenológico y fisiológico en el que la madera fue utilizada (Thèry-Parisot et al., 2016). En nuestro trabajo se ha documentado abundantemente la presencia de dos alteraciones ligadas a los depósitos con especial presencia de pinos de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*): la madera de reacción y la vitrificación.

La madera de reacción (Figura 235), que se manifiesta como un reforzamiento de lignina en las paredes de las células que cumplen una función de sostén, se asocia a las condiciones de crecimiento de la planta. Esta alteración es un indicador de la pérdida de verticalidad de la madera durante su crecimiento (García Esteban et al., 2003), que se produce en troncos que han crecido en una ladera de fuerte pendiente o en las ramas de los árboles, cuyo desarrollo por lo general no es vertical, sino que se desarrollan sometidas a la gravedad. En los registros antracológicos estudiados en este trabajo, la madera de reacción se ha detectado principalmente en relación con una especie arbórea, el pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*), que la presenta casi en exclusiva. Aparece en buena parte de los yacimientos estudiados (Ángel 1, Ángel 2, Rambla de Legunova, Chaves, Esplugón, Fem, Focas II y Vidre), en algunos de los cuales ofrece además frecuencias muy altas, cercanas al 50% de los fragmentos pertenecientes a este taxón. Esto nos lleva a pensar que una parte importante de los fragmentos de pino analizados procederían de ramas de mayor o menor calibre y no del abatimiento de los troncos de estos árboles.

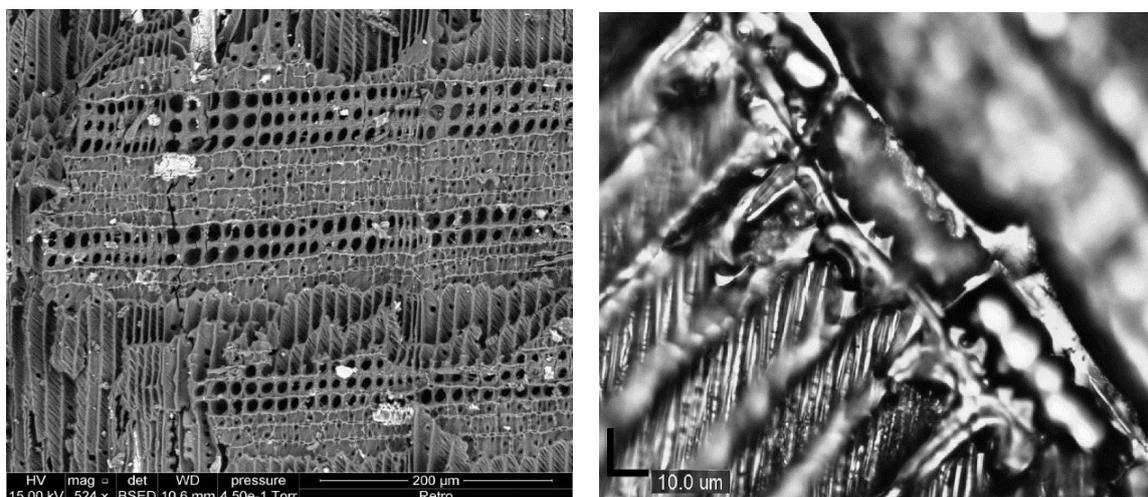


Figura 235. Madera de reacción observada en diferentes fragmentos de carbón de *Pinus* sp. *sylvestris* del yacimiento de Forcas II. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) (izquierda) y Microscopio Óptico de luz incidente (derecha).

Otra de las alteraciones con mayor incidencia en los resgistros antracológicos del valle del Ebro es la vitrificación (Figura 236). Se trata de una fusión y homogeneización de las estructuras celulares dando a los carbones un aspecto vidroso y limitando enormemente las posibilidades de interpretación. Si bien se trata de un fenómeno que está presente en prácticamente todos los contextos arqueológicos estudiados desde el inicio de la antracología, se trata por lo general de un fenómeno raro y aislado, que afecta apenas a algunos fragmentos de cada muestra, con porcentajes por lo general inferiores al 5% (Zapata y Peña Chocarro, 2005; Thèry-Parisot, 2001). Aunque a día de hoy no se conocen las causas que originan la vitrificación, hasta el punto que ni siquiera existe un consenso en torno a si este fenómeno depende de las condiciones de combustión o de las condiciones de la madera previas, se suele asociar con la combustión a altas temperaturas, una carbonización lenta y/o en medio reductor o una tasa de humedad elevada en la madera en el momento de la combustión asociada al estado verde de la leña (Prior y Alvin, 1983; Thinon, 1992; Fabre, 1996; Talon, 1997; Tardy, 1998).

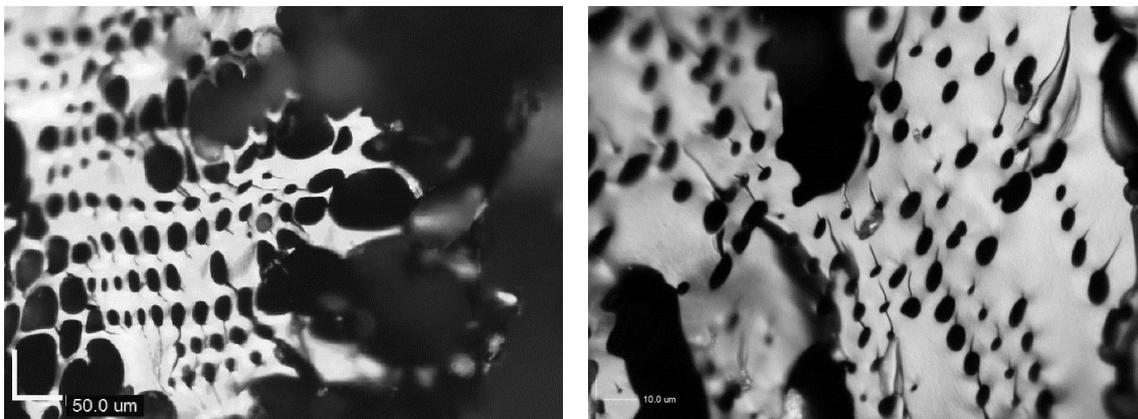


Figura 236. Diferentes grados de vitrificación en diferentes fragmentos de carbón de *Pinus* sp. *sylvestris* del yacimiento de Forcas II. Fotografías realizadas con Microscopio Óptico de luz incidente.

El fenómeno de la vitrificación tiene una incidencia desigual sobre el conjunto antracológico estudiado en este trabajo aunque la documentamos en todos los yacimientos. En Chaves, Espantalobos y Vidre los valores registrados se mueven en torno al 5% esperable en el carbón procedente de contextos arqueológicos. En cambio, en los yacimientos de Ángel 1, Esplugón, Fem y Forcas II, algunos de los niveles afectados alcanzan valores cercanos al 20%, o incluso al 40%, de los fragmentos estudiados, afectados en diferente grado por esta alteración (Figura 237). La incidencia

de esta alteración asociada con depósitos mesolíticos con una importante presencia de pino ya ha sido advertida por otras autoras en algunos sitios del Alto Ebro, como Kampanoste Goikoa, Mendandia y Atxoste (Zapata, 1998; 1999a; Zapata y Peña Chocarro, 2005; Ruíz Alonso, 2014). A pesar de lo que hemos indicado líneas atrás, algunos estudios experimentales realizados por Scheel Ybert (1998) y Zapata y Peña Chocarro (2005), establecen una relación entre el estado verde de la madera y la vitrificación. Aunque los resultados alcanzados no son del todo concluyentes, plantean que el estado verde es “indispensable aunque no suficiente” para la aparición de este fenómeno. Las autoras proponen que la madera se encontraba en estado verde cuando se carbonizó.

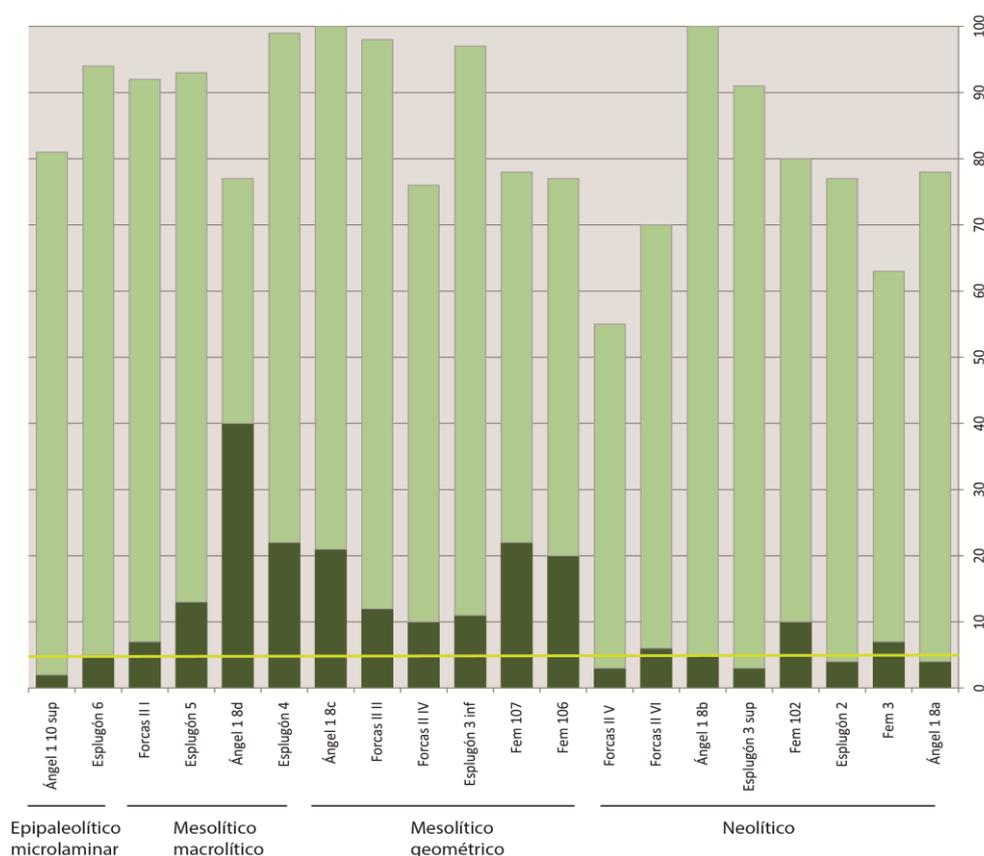


Figura 237. Histograma que muestra la incidencia de la vitrificación (verde oscuro) en los depósitos de algunos de los yacimientos estudiados en este trabajo en los que la presencia de la madera de pino de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) es especialmente abundante (Ángel 1, Esplugón, Fem y Forcas II). La línea amarilla señala la vitrificación esperada en contextos arqueológicos (5%).

A partir de las alteraciones documentadas, podemos deducir que, tal como sugiere la abundante presencia de madera de reacción, una parte importante de la madera de pino quemada procede de ramas y no de troncos, que serían más accesibles y cuya

recolección implicaría, evidentemente un esfuerzo menor. Además, la también abundante presencia de tejidos vitrificados sugiera la posibilidad de que una parte de esta madera podría proceder de ramas verdes u otras partes leñosas de la planta en las que la incidencia de este fenómeno podría ser mayor.

Por otro lado, el consumo de madera en estado verde abogaría por una gestión oportunista de la leña, ya que hay un consumo inmediato y no aplazado. ¿Puede existir una relación directa entre la presencia de ambas alteraciones en el registro? ¿Cómo podemos evaluarlo? Se ha propuesto que la vitrificación se produce a consecuencia de una degradación química de uno de los principales componentes de la madera, la lignina, que tiene un comportamiento termoplástico. La madera de reacción, causada por el estrés que sufre el leño por una pérdida de verticalidad, tiene más contenido en lignina, lo que debería influir en la tendencia a la vitrificación, de modo que según este planteamiento, las ramas se vitrifican más por lo que un mayor índice de vitrificación indicará que la leña procede mayoritariamente de ramas y no de troncos.

Una forma de evaluar la relación entre estas dos variables cualitativas sería someterlas a un análisis estadístico inferencial. Sin embargo, esto no es posible ya que la vitrificación, una alteración supuestamente asociada al proceso de combustión, consiste en un proceso de fusión de los elementos celulares, por lo que enmascara a la madera de reacción, una alteración previa a la combustión. Es decir, por lo general es muy difícil detectar ambas alteraciones en un mismo fragmento de carbón, que es nuestra unidad de análisis. La madera de reacción sólo la detectamos en aquellos fragmentos que no han sido afectados por la vitrificación o lo han sido de forma leve, mientras que en los fragmentos fuerte o totalmente vitrificados esta alteración quedaría enmascarada. Esto nos lleva a pensar que si realmente estas variables están relacionadas, la afectación de la madera de reacción en la madera utilizada será superior a la que documentamos, ya que en este caso, la vitrificación sería la variable dependiente: la madera vitrificada es madera de reacción pero no toda la madera de reacción se vitrifica. El desarrollo de un programa experimental con esta hipótesis de partida nos parece clave para comprender la problemática planteada.

La presencia de ambas alteraciones asociadas nos permite plantear la posibilidad de que no se trate de una gestión oportunista sino que exista una fuerte selección de ramas de pino, tanto de las ramas muertas procedentes de la poda natural como de algunas en

estado verde, relacionadas con una funcionalidad concreta de los asentamientos o de determinados hogares. La función cinegética de los asentamientos, así como el desarrollo de actividades relacionadas con el tratamiento de las pieles se ha documentado en algunos de estos asentamientos (Castaños, 2004; Mazo, 2004; Utrilla y Mazo, 2014, García Martínez de Lagrán, 2015; Utrilla et al., 2016). El ahumado de la carne y/o las pieles son actividades que podrían requerir el uso de madera que produjera importantes cantidades de humo, como es el caso de la madera verde. Es posible también que el humo aromático de las coníferas fuese apreciado para su uso en hogares destinados al ahumado (Alday, 2007).

vi) La explotación de madera de pino con otros fines que genera abundantes residuos que son reutilizados como combustible.

Por último, la abundante presencia del pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) se puede deber al consumo especializado de este taxón para otros fines, de forma que los residuos generados sean arrojados al fuego. Se trataría de una amortización como combustible del subproducto de actividades económicas distintas. Para plantear hipótesis en este sentido, debemos aproximarnos a las actividades paleoeconómicas desarrolladas en los asentamientos mesolíticos del valle del Ebro, lo que no resulta una tarea sencilla. No existe duda acerca de que las sociedades mesolíticas peninsulares desarrollan un sistema económico depredador, utilizando la caza como base y la recolección de productos forestales como complemento (Alday, 2006). La gran mayoría de yacimientos estudiados se interpretan como altos de caza. La abundancia de determinados elementos líticos en yacimientos preagrarios, como las armaduras geométricas, nos conduce inevitablemente a interpretar que la caza sería la principal dedicación de las personas que lo ocuparon, olvidando que existen otras actividades relacionadas con la subsistencia (Zapata, 2000), que por lo general, quedan mal documentadas en el registro arqueológico. La tecnología lítica que define gran parte de este período se caracteriza por la escasa variedad de tipos, por lo que se ha propuesto en numerosas ocasiones que estos se complementarían con útiles fabricados en madera, una materia prima perecedera que no se han conservado en el registro arqueológico (Mazo, 2004; Montes et al., 2006; Alday, 2006; Utrilla et al., 2014; García Martínez de Lagrán et al., 2015). Esta hipótesis se apoya principalmente en la coincidencia de este periodo con la máxima expansión del bosque en la región (González Sampérez, 2004) y la funcionalidad de algunos útiles líticos asociada al trabajo de la madera (Mazo, 2004), en concreto las

muestras y denticulados, que aunque caracterizan al periodo macrolítico, no desaparecen de los contextos geométricos, en algunos de los cuales tienen cierta importancia (Utrilla y Montes, 2009). No obstante, la asociación entre esta fase mesolítica y un medio forestal tupido, que parece evidente en algunos territorios como el valle del Ebro, se diluye en otras áreas peninsulares, como el Levante o la Meseta central, donde este complejo tecno-cultural se desarrolla asociado a medios forestales abiertos donde las formaciones arbustivas mediterráneas dominan el entorno de los yacimientos (Aura et al., 2005; Beihuete et al., e.p.).

En cualquier caso, y dejando al margen la cuestión del determinismo ecológico en el desarrollo industrial de este periodo propuesto por algunos autores (García Martínez de Lagrán, 2015), el uso del instrumental macrolítico se ha asociado tradicionalmente al trabajo de la madera (Cahen y Gysels, 1983). Estos útiles macrolíticos, principalmente representados por las muescas y denticulados, no sólo aparecen en niveles arqueológicos pertenecientes al periodo mesolítico al que dan nombre, sino que perviven en contextos geométricos, incluso neolíticos, en los que apenas se les ha dado importancia dentro del conjunto del instrumental lítico. Es más, estas discrepancias materiales entre la fase macrolítica y la subsiguiente fase geométrica, no se aprecian en lo que respecta a las estrategias económicas, concretadas en la adquisición y manipulación de recursos cárnicos y vegetales para su consumo. Los estudios funcionales sobre útiles macrolíticos realizados hasta la fecha son realmente escasos. No obstante, dado el carácter perecedero de la madera, constituyen una de las escasas vías de que disponemos para aproximarnos al desarrollo de actividades económicas en los asentamientos que generaran como deshecho una gran cantidad de madera de pino.

Si atendemos a las conclusiones del estudio funcional de los útiles macrolíticos del nivel IV de Mendandía (Mazo, 2004), la serie lítica de este periodo cultural más numerosa del valle del Ebro, se pone de manifiesto el carácter multifuncional del asentamiento, si bien podemos hablar de una cierta especialización funcional, de forma que una actividad aparece representada en mayor medida que las demás: el trabajo de materia dura orgánica (53,6%), probablemente madera, realizada especialmente con denticulados, el útil más abundante en el registro. Conclusiones similares se alcanzan con el exiguo lote estudiado en el yacimiento de Artusia (García Martínez de Lagrán, 2015). Para ambos autores, el trabajo de la madera se relaciona con la fabricación de utillaje con una función cinegética, como la preparación, afilado y reparación de astiles,

puntas, arcos u otro tipo de objetos. Pero ¿podrían llevarse a cabo otros usos específicos de la madera que implicaran una explotación intensiva del pinar?

Una explicación, planteada a raíz del depósito de Atxoste (Ruíz Alonso, 2014), es la utilización específica del pino de tipo albar en estado verde, una madera resinosa, para la extracción de resina para el enmangue de piezas líticas para lo que sería necesaria una combustión lenta y a baja temperatura en atmosfera reductora (Hjulström et al., 2006; Lohof et al., 2011). Lo cierto es que no se han realizado análisis de este tipo en contextos mesolíticos peninsulares que puedan confirmar o desmentir esta hipótesis. El ejemplo más cercano es el poblado neolítico de La Draga (Caruso y Piqué, 2014; Piqué com. pers.) donde los análisis sobre las resinas excepcionalmente conservadas revelan que se trata de betulina, una sustancia obtenida del abedul (*Betula* sp.), al igual que se ha constatado en otros contextos neolíticos europeos (Binder et al., 1990; Regert, 1998). En cualquier caso, los estudios antracológicos en nuestro área de estudio revelan que este árbol no sería una especie accesible para los grupos mesolíticos, de forma que estos se verían obligados a utilizar sustancias alternativas.

Otra explicación es la planteada a partir de los depósitos de Mendandia y Kampanoste Goikoa (Zapata, 1998; Zapata y Peña Chocarro, 2005) donde, al igual que ocurre en Atxoste, y en muchos de los yacimientos estudiados en este trabajo, las altas frecuencias de aparición del pino de tipo albar se relacionan con altos porcentajes de carbón no determinable a causa de la vitrificación. Las autoras proponen su utilización alimenticia en el consumo humano. La corteza interior de los pinos jóvenes es una sustancia comestible rica en carbohidratos, proteínas y vitaminas recolectada y consumida por grupos humanos de Siberia, Europa y América (Zackrisson et al., 2000). Estos elementos subcorticales, compuestos principalmente por el *cambium* y el *liber*, pueden ser objeto de un consumo inmediato o aplazado, ya que puede consumirse fresco, seco o tostado, o incluso en forma de harina para la elaboración de otros productos como un posible pan de corteza de pino (Hansson, 1996). La mejor época para la recolección es el final de la primavera o el principio del verano, momento en que la savia circula, lo que aumenta el contenido en azúcares y el valor nutricional y facilita la retirada de la corteza (Niklasson et al., 1994; Prince, 2001). Para su recolección es necesario eliminar la corteza exterior del árbol, que puede sobrevivir o no (Figura 238), dependiendo de la superficie afectada. Es indudable que tanto la extracción de la corteza del árbol como la

separación de esta (desecho) y los elementos subcorticales comestibles, implicarían la utilización de un instrumental lítico con unas características determinadas, adaptado al trabajo de la madera.

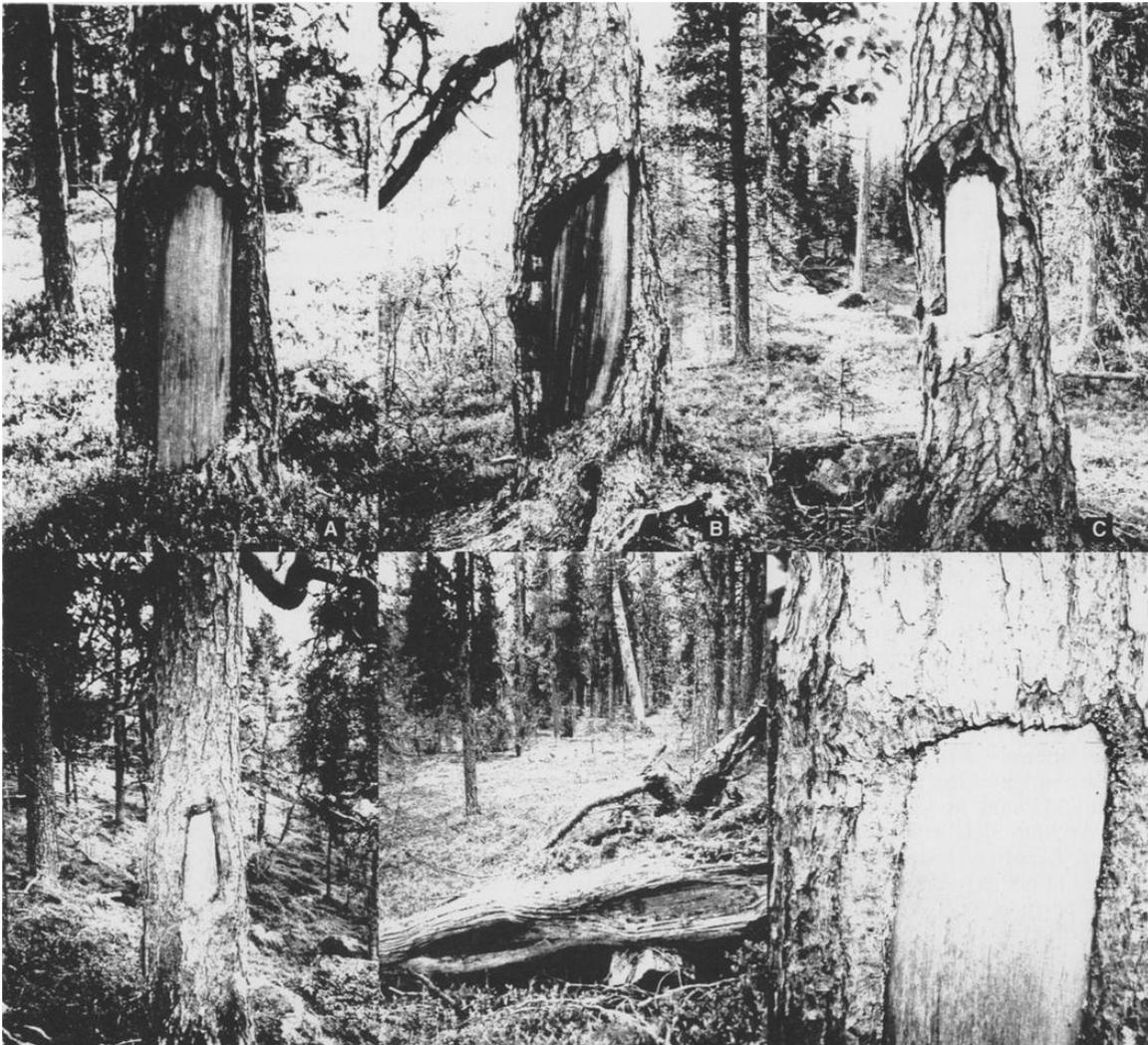


Figura 238. Cicatrices producidas por la extracción de los tejidos subcorticales en los pinos (*Pinus sylvestris* L.) por parte de los Sami según Zackrisson et al., 2000.

Una hipótesis que planteamos es una posible explotación intensiva de los pinares con esta finalidad, lo que generaría una importante cantidad de madera que sería fácilmente aprovechable como combustible. Además, el uso de ramas verdes sería necesario en el caso del ahumado de este alimento para su conservación. La carbonización experimental de corteza y *cambium* frescos de *Pinus sylvestris* realizada por Zapata y Peña Chocarro (2005) dio unos resultados, aunque prometedores, poco concluyentes. Los estudios experimentales llevados a cabo por nosotros a esterespecto, aunque se encuentran todavía en proceso, sugieren que los anillos exteriores del pino, en contacto con la corteza, en estado fresco, y la propia corteza, son más proclives a sufrir un proceso de

vitrificación que otras zonas menos “conflictivas” de la madera. En nuestra opinión, la explotación de este recurso vegetal en relación con la alimentación humana es una forma de explicar su sobrerrepresentación en el registro. La confirmación de esta propuesta pasa por la realización de estudios experimentales y funcionales.

En resumidas cuentas, a pesar de la presumible abundancia del pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) en el entorno del yacimiento, demostrada por los estudios paleoambientales, esta especie parece sobrerrepresentada en algunos depósitos mesolíticos sin que en el estado actual de las investigaciones conozcamos bien las causas. No podemos descartar que esta sobrerrepresentación se deba a una preferencia en las estrategias de aprovisionamiento relacionado con la producción de madera muerta de esta especie o con determinados usos específicos que implican una fuerte selección de los recursos forestales. Sin embargo, queremos resaltar que algunas de las explicaciones dadas no tienen por qué ser excluyentes, sino complementarias entre sí. En los primeros momentos, la recolección del combustible se habría llevado a cabo en formaciones de carácter abierto donde los pinos habrían constituido la masa forestal principal. Sin embargo, a pesar de la rápida expansión de taxones mesotermófilos con la mejoría climática holocena en los territorios circundantes, donde los pinos se enrarecen hasta desaparecer en la mayoría de los registros antracológicos peninsulares siendo reemplazados por las quercíneas esclerófilas y caducifolias (Uzquiano, 1990; Jordà et al., 1992; Yll et al., 1994; Carrión, 2002; Zapata, 2002; Zapata, 2001a; 2002; Aura et al., 2005), en el valle del Ebro los pinares continúan bien representados y el pino sigue siendo el taxón más consumido en las áreas de media montaña en los rebordes montañosos del sector central de la depresión hasta bien entrado el Holoceno Medio.

Los depósitos estudiados proceden de ocupaciones recurrentes pero de corta duración, posiblemente estacionales, en los que las necesidades energéticas serían en general poco importantes. Fuera del área descrita, las necesidades energéticas de estos grupos cazadores-recolectores mesolíticas se verían satisfechas mediante la recolección de madera muerta, principalmente ramas de especies arbóreas, acompañadas de especies arbustivas y matorrales, más fáciles de extraer, algunas de ellas con un fuerte poder de ignición. Buen reflejo de este aprovechamiento de los recursos de carácter oportunista sería por ejemplo el yacimiento de Espantalobos, donde en ambos niveles aparece representado un amplio elenco de recursos vegetales leñosos consumidos como combustible. Por otro lado, el supuestamente arbolado y frondoso paisaje revelado por

la antracología en el entorno del Cabezo de la Cruz en el que se insiste en algunas publicaciones (Utrilla et al., 2009; 2014) no sería tal en nuestra opinión. De acuerdo con la autora del estudio (Badal, 2013) se trataría de un paisaje abierto de coníferas, arbustos esclerófilos y matorrales mediterráneos, muy similar al que documentamos en Espantalobos o en los distintos yacimientos del Bajo Aragón. No obstante, en todos estos lugares se documenta también la presencia de algunos elementos caducifolios en asociados a unas condiciones de mayor humedad, posiblemente ligadas a los cursos de agua cercanos. Una cierta sobrerrepresentación del pino carrasco (*Pinus halepensis*) en algunas unidades estratigráficas del Cabezo de la Cruz estaría en nuestra opinión relacionada con la utilización específica de esta madera prima como elemento constructivo de la cabaña, ya que esta especie produce fustes largos y rectos, y no con la existencia de un paisaje forestado, tal como está revelando el análisis palinológico del sitio, donde aparecen taxones de carácter mediterráneo y estépico (Iriarte, 2013).

7.2.3. La explotación forestal por parte de las primeras sociedades neolíticas del valle del Ebro: rupturas y continuidades.

Los primeros neolíticos llegan a la península Ibérica en torno al 7600 cal BP y rápidamente se expanden hacia el interior de la meseta y el valle del Ebro. Estos se van a instalar sobre las formaciones vegetales apenas alteradas dominadas por especies forestales que constituyen los bosques holocenos característicos de cada región. La importancia económica de las quercíneas para las primeras sociedades agricultoras se evidencia en prácticamente toda la península Ibérica, donde son los taxones mejor representados en casitodos los registros. Estas sociedades explotaron bosques de robledales caducifolios supramediterráneos bien establecidos en Cataluña, la costa Cantábrica y el Alto Ebro y encinares en el sur y Levante, cuya importancia depende del área biogeográfica en la que se localizan (Badal y Grau, 1986; Agustí et al., 1987; Vernet et al., 1987; Badal, 1988; Tarrús y Bosch, 1990; Badal et al., 1994; Ros, 1995; Piqué, 2000; 2002; 2005; Ferré y Piqué, 2002; Badal, 2009b). Como hemos visto, el paisaje que encuentran estos primeros neolíticos en el valle medio del Ebro es algo distinto. En este territorio perduran los bosques tardiglaciares de coníferas, pinares supramediterráneos de pino albar (*Pinus tp. sylvestris*) en la media montaña, y pinares xerófilos y enebrales/sabinares (*Juniperus sp.*) en las cotas más bajas.

En cualquier caso, la adopción de los modos de vida neolíticos va a suponer un giro radical en la gestión los bosques. En primer lugar, la existencia de asentamientos más estables va a implicar una explotación reiterada de las áreas de captación para la obtención de recursos vegetales leñosos durante largos períodos de tiempo. Las necesidades de combustible aumentan y se diversifican. Nuevas actividades, como la producción cerámica, están enormemente ligadas a la disponibilidad y uso de este tipo de recursos (Buxó y Piqué 2008; Badal et al., 2016). Es probable que la poda natural que genera madera muerta en los bosques del entorno más inmediato de los asentamientos no produjese suficiente cantidad como para satisfacer las acentuadas necesidades de estos grupos y que estos tuvieran que desarrollar actividades de captación más *previsoras*, incluyendo la ampliación de las áreas de captación y el almacenamiento para un consumo aplazado.

De nuevo, las alteraciones de la anatomía de la madera registradas en los conjuntos antracológicos estudiados en este trabajo nos aportan información acerca de las estrategias gestión del combustible. Para el periodo Neolítico las alteraciones por microorganismos son las más abundantemente documentadas (Figura 239).

Podemos distinguir principalmente dos tipos de alteraciones por microorganismos: las producidas por hongos y las producidas por insectos xilófagos. Los ataques por hongos se detectan en la madera durante su análisis microscópico por la presencia de hifas y micelios (un conjunto de elementos filamentosos llamados *hifas* que constituye el cuerpo vegetativo de un *hongo*) en la estructura celular que se instalan en la madera previamente y se conservan tras la carbonización. Cuando hay una afectación seria por hongos la madera se ve alterada en su microestructura con un adelgazamiento y pérdida de consistencia (Badal y Carrión, 2004; Carrión, 2005). En lo que respecta a los insectos xilófagos, los barrenadores son los más habitualmente detectados en los carbones arqueológicos, ya que generan galerías verticales y transversales que son visibles en los tres planos anatómicos de la madera (Caruso, 2013).

Ambos suelen instalarse en la madera una vez muerto el árbol, pudiendo afectar tanto a árboles en pie como a la madera muerta y almacenada, sin que podamos determinar si el ataque se produjo antes o después de su recogida (Moskal del Hoyo et al., 2010), pero siempre de forma previa a la combustión (Carrión, 2005; Euba, 2008; Caruso, 2012). Es decir, no podemos determinar si trata de madera sana abatida que se ha contaminado

durante un almacenaje más o menos prolongado o si se trata de madera muerta ya contaminada en el momento del abatimiento o recolección que ha podido o no ser almacenada posteriormente (Thèry-Parisot, 2001; Vidal Matutano y Thèry-Parisot, 2016; Vidal Matutano et al., 2017). En cualquier caso, la presencia de estos elementos fitopatógenos se asocia a la quema de madera degradada.

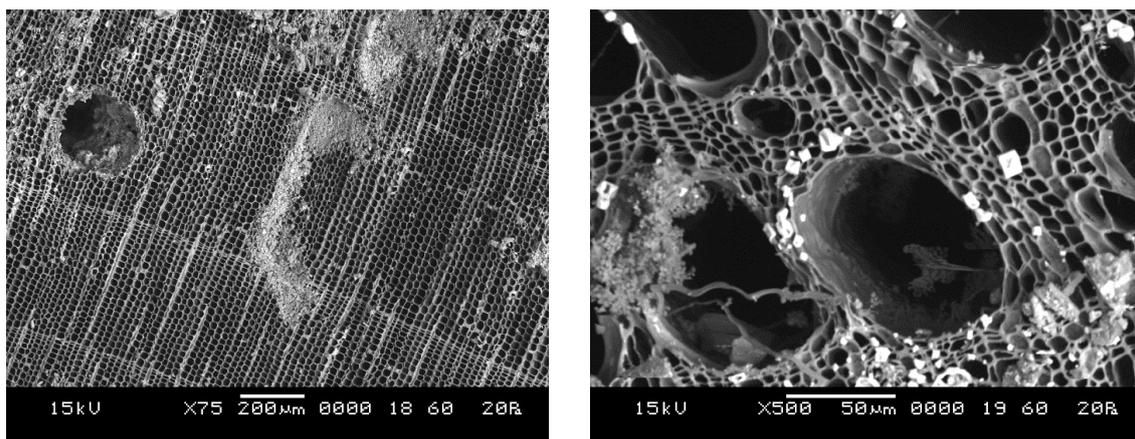


Figura 239. Galería producida por insecto barrenador (izquierda) en un fragmento de *Juniperus* sp. de Chaves y micelios observados en el interior de los vasos (derecha) en un fragmento de *Quercus* sp. caducifolio de Fem. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

En el registro antracológico estudiado en este trabajo se ha detectado la presencia de alteraciones producidas por microorganismos en varias de las muestras estudiadas, si bien su incidencia no es por lo general significativa en la mayoría de depósitos (Figura 240). Se han podido documentar en Ángel 1, Chaves, Esplugón, Fem, Forcas II y Vidre. Es destacable la presencia de hifas y micelios en una cantidad significativa de algunas muestras de carbón en el Neolítico Antiguo de las cuevas de Chaves y el Vidre y, especialmente de Coves del Fem, donde registramos porcentajes cercanos al 20% de los fragmentos en las *U.E. 2013 a 2016* (Figura 241). En este yacimiento observamos un cambio de tendencia en el aprovechamiento del combustible atendiendo al estado fenológico de la madera consumida en base a las alteraciones documentadas a lo largo de la secuencia. En un segundo momento neolítico (Neolítico Antiguo Epicardial) documentamos un descenso de la vitrificación, asociada, como hemos visto, a la quema de madera verde, mientras que hay un claro aumento de la madera afectada por xilófagos, lo que nos lleva a plantearnos la existencia de un consumo aplazado del combustible.

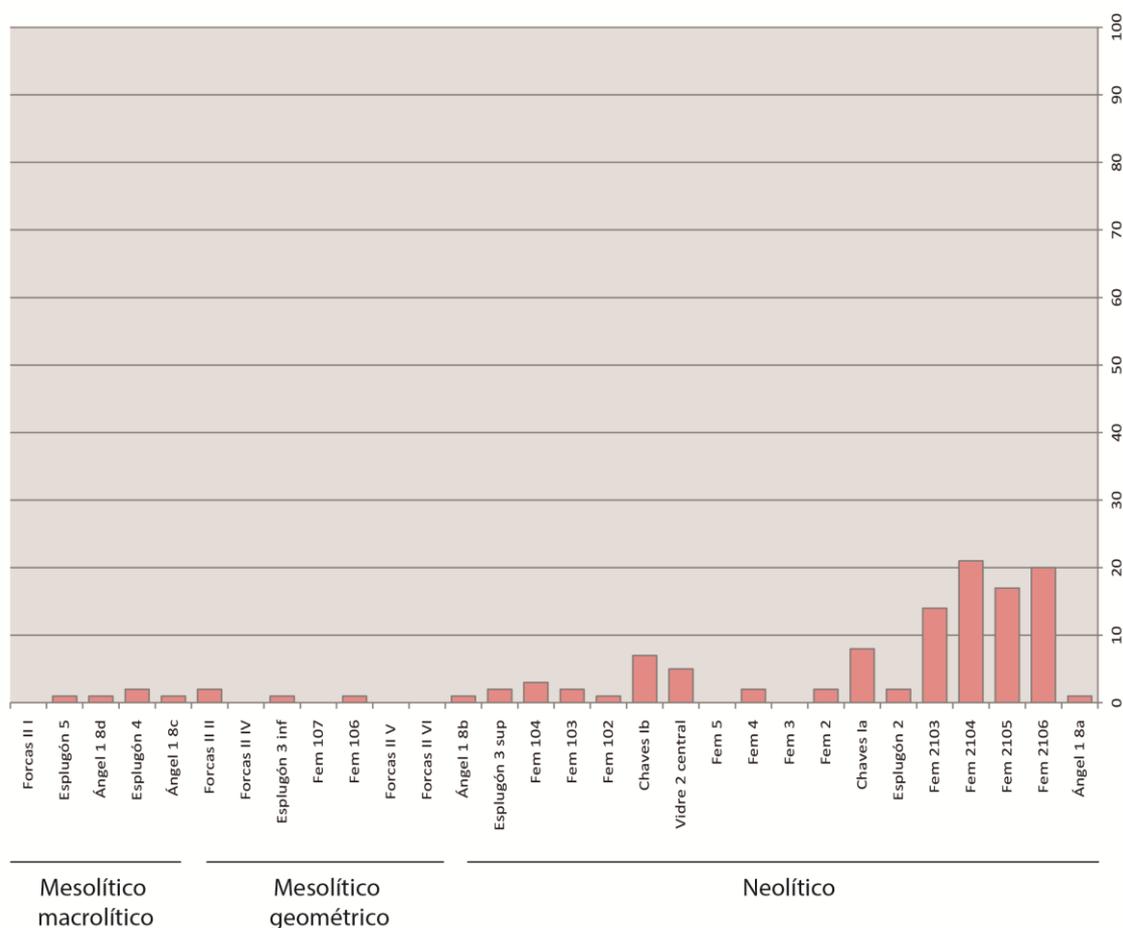


Figura 240. Histograma que muestra la incidencia de la madera afecta por xilófagos en los depósitos de algunos de los yacimientos estudiados en esta tesis.

Este fenómeno, que como decimos, siempre tiene una incidencia menor, también lo documentamos en el nivel 2 central de la cova del Vidre y los niveles Ia y Ib de la Cueva de Chaves, que contienen ocupaciones estables. En otras ocupaciones neolíticas de carácter no permanente o estacional, como Ángel 1, Esplugón, o Forcas II, que coronan amplias secuencias mesolíticas, apenas documentamos la incidencia de este fenómeno (Figura 240). Esto nos lleva a sospechar que no existirían cambios en las estrategias de aprovisionamiento y consumo del combustible en estos asentamientos respecto a etapas anteriores.

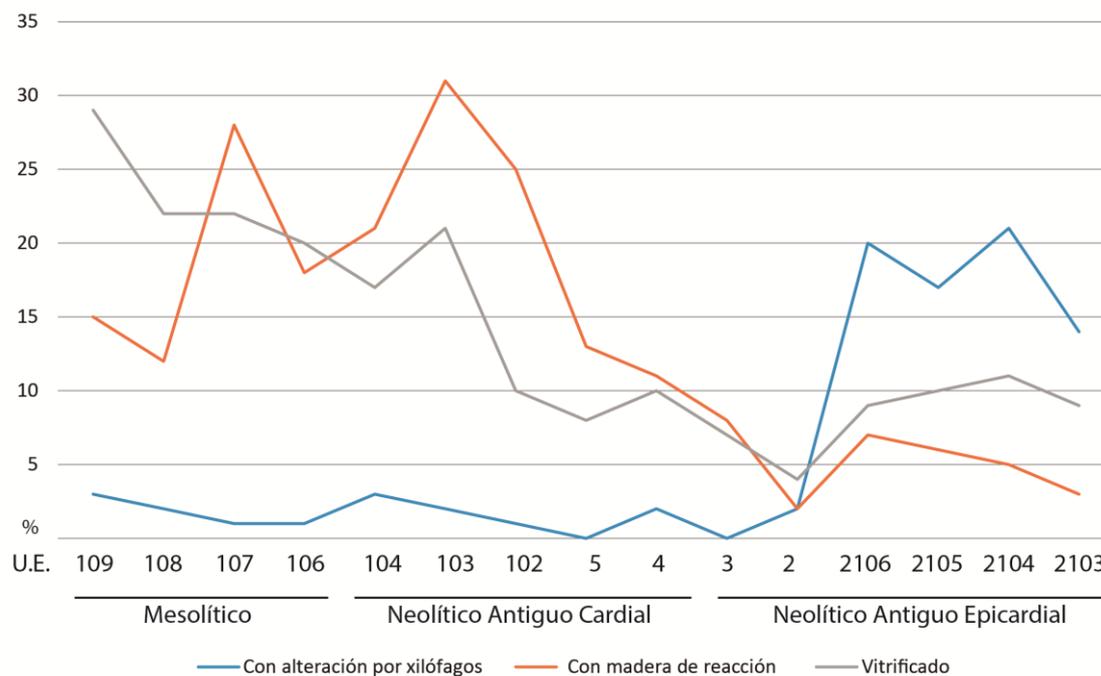


Figura 241. Evolución de la incidencia de determinadas alteraciones de la madera en las Coves del Fem.

En segundo lugar, la obtención de terrenos agrícolas y pastos para el ganado va a suponer un mayor impacto en el entorno. Aparecen en el registro arqueológico las hachas y azuelas, útiles líticos asociados específicamente a la explotación forestal. La obtención de campos destinados al cultivo y ganadería podría haber tenido un impacto importante en la composición de la vegetación de las inmediaciones de los asentamientos, favoreciendo que las comunidades vegetales propias de las etapas de sustitución de los bosques ganaran importancia (Badal et al., 2016). Las especies arbustivas, propias de estas formaciones, serían más accesibles y abundantes en el entorno, por lo que es habitual que aparezcan representadas en los registros antracológicos de este período. La creciente explotación del estrato arbustivo no implica necesariamente una reducción del estrato arbóreo sino más bien una intencionalidad en el aprovechamiento (Buxó y Piqué 2008). No obstante, se correlaciona con el creciente impacto antrópico en el entorno de los asentamientos por las prácticas agropecuarias. Este puede ser muy local, restringido al entorno inmediato de los asentamientos, tal como revelan algunas secuencias polínicas procedentes de yacimientos arqueológicos (López García, 1978) en las que el impacto antrópico en el medio es visible desde muy temprano, mientras que esto no aparece reflejado a nivel regional en secuencias procedentes de contextos no antrópicos (González-Sampériz, 2004).

Por otro lado, como ya hemos planteado, el uso de determinadas especies puede estar relacionado con la funcionalidad de los asentamientos. Los análisis de la madera carbonizada revelan la aparición recurrente de ciertos taxones que tradicionalmente se han relacionado con ciertas prácticas de alimentación del ganado. Los restos de carbón aparecidos en las cuevas que han sido, exclusivamente o dentro de un asentamiento multifuncional, utilizadas como redil pueden proceder de restos de forraje aportado para el ganado tal como ha sido argumentado por un buen número de autores (Thiebault, 1988; Rasmussen, 1989; 1993; Heinz, 1990; Vernet, 1991; Badal, 1999; Carrión, 2002, Zapata et al, 2003; Allué, 2004; Laederich y Thiébault, 2004; Thiébault, 2005; Allué, 2005; Martín et al., 2008; Delhon et al., 2008; Allué et al., 2009; Rodríguez et al., 2016). La práctica del forrajeo arbóreo en la alimentación del ganado doméstico y el uso de las ramas sobrantes como leña ha sido una práctica habitual en las economías agropastorales mediterráneas (Peña Chocarro et al., 2000) y las ramas y hojas de ciertas especies para ser consumidas durante el invierno, cuando el ramoneo es más difícil (Bolaños, 1969, Halstead y Tierney, 1998, Haas et al., 1998). Los casos más llamativos para nosotros son de nuevo la Cova del Vidre, con un importante consumo de madera de tejo (*Taxus baccata*) y, el nivel Ia de la cueva de Chaves, con una importante presencia de enebro/sabina (*Juniperus* sp.). Entre las especies consumidas destacan el fresno (*Fraxinus* sp.) y el acebuche (*Olea europaea*), pero también se ha propuesto este uso para el roble (*Quercus* sp. caducifolio), encina/coscoja (*Quercus ilex/coccifera*), madroño (*Arbutus unedo*), acebo (*Ilex aquifolium*), sauce (*Salix* sp.), avellano (*Corylus avellana*), álamo (*Populus* sp.), hiedra (*Hedera helix*) y en nuestro caso enebro/sabina (*Juniperus* sp.). Objeto de más controversia es el caso de la madera de tejo (*Taxus baccata*). Se ha debatido si su elevada presencia en algunos contextos agropastoriles es consecuencia de la limpieza del bosque para el pastoreo, ya que se trata de un taxón tóxico para algunas cabañas ganaderas, como se propone en el Neolítico antiguo de la Guineu (Allué, 2005), o de su uso como forraje arbóreo para el ganado ovicaprino pese a la toxicidad de la planta, como se propone en la ocupación calcolítica de Peña Parda (Ruíz Alonso y Zapata, 2003). Una tercera opción es su uso con una función sanitaria en niveles de estabulación por sus propiedades fungicidas, tal como se ha propuesto en el yacimiento francés de Grande Rivoire (Delhon et al., 2008). En todos los casos la utilización de esta especie como combustible doméstico puede ser entendida como un subproducto de la actividad pastoril.

En conclusión, en este momento nos encontramos con la existencia de diferentes realidades en lo que a la gestión forestal se refiere en el valle medio del Ebro. Por un lado, las continuidades son evidentes en algunos yacimientos con niveles neolíticos que coronan largas secuencias epipaleolíticas, en los que el registro arqueológico apenas evidencia cambios en los modos de vida desarrollados. Proponemos una utilización oportunista e inmediata del combustible para algunos de estos asentamientos, como Ángel 1, Esplugón o Forcas II, donde las diferencias en el registros evidencias probablemente cambios en la composición vegetal, lo que se hace evidente por la coherencia de los conjuntos antracológicos a lo largo de la secuencia. Por otro lado, asistimos a algunas rupturas importantes. Aparecen usos específicos de la madera asociados a los nuevos modos de vida agropastorales, como hemos visto que ocurre en Chaves (*nivel Ia*) o Vidre. La necesidad de una mayor planificación en el uso de los combustibles en los asentamientos de larga duración, así como la ampliación de las áreas de aprovisionamiento, queda puesta de manifiesto por el aumento en las evidencias de consumo aplazado y el aumento del número de taxones consumidos en yacimientos como Chaves (*nivel Ib*) o las coves del Fem.

7.2.4. Aportaciones del estudio del combustible doméstico a la funcionalidad de las estructuras.

Por último, en este apartado haremos una reflexión acerca de la significación del carbón de origen doméstico en función de la posición que ocupa en el yacimiento. Como hemos avanzado, el carbón concentrado en estructuras, habitualmente de combustión, presenta ciertas particularidades con respecto al carbón que aparece disperso en el sedimento de un nivel. Estas diferencias, por lo general, tienen que ver principalmente con las condiciones de formación del registro antracológico en relación con la duración de la acumulación.

Tradicionalmente se ha considerado que el carbón que aparece en el interior de una estructura de combustión esta reflejando el último uso de esta estructura previo a su abandono. Por ello, las concentraciones de carbón suelen ser pobres en especies, ya que reflejan pocas recogidas de leña (Badal, 1987; Chabal et al., 1999). Estas concentraciones son especialmente interesantes para el estudio de momentos concretos

de la ocupación ya que son el reflejo de un momento puntual y la madera aparece donde fue quemada.

Sin embargo, el carbón que aparece disperso en el sedimento se acumula a consecuencia, principalmente, de limpieza y vaciado de las estructuras de combustión realizadas en un espacio de tiempo no determinado. Por lo tanto, el carbón disperso, acumulado durante un tiempo mayor, producto de diferentes recogidas de leña que se integran en el registro como resultado de las tareas de acondicionamiento del espacio de hábitat, es más diverso (Chabal, 1982; 1997; Uzquiano, 1997; Chabal et al., 1999).

Los hogares mesolíticos del valle del Ebro se caracterizan por una baja variabilidad taxonómica y también por la presencia de un taxón claramente dominante que agrupa más del 60% de los restos (Tablas 60 a 62). Sólo una de las estructuras del nivel c de Espantalobos (*14D*) y el hogar en cubeta del Cabezo de la Cruz (*U.E. 1450*) superan los 5 taxones determinados. El taxón dominante coincide, por lo general, con el más frecuentemente documentado en el carbón disperso en el sedimento correspondiente al momento equiparable de la ocupación. Es algo esperable ya que el carbón disperso procede por lo general de la amortización de sucesivas estructuras de combustión. La escasa variabilidad de estos conjuntos antracológicos no está relacionada con el número de fragmentos analizados, y un buen ejemplo de ello es el *hogar 22D* de Espantalobos, donde tras analizar los 402 fragmentos recuperados en su interior, sólo se ha documentado la presencia de 3 taxones (Figura 242).

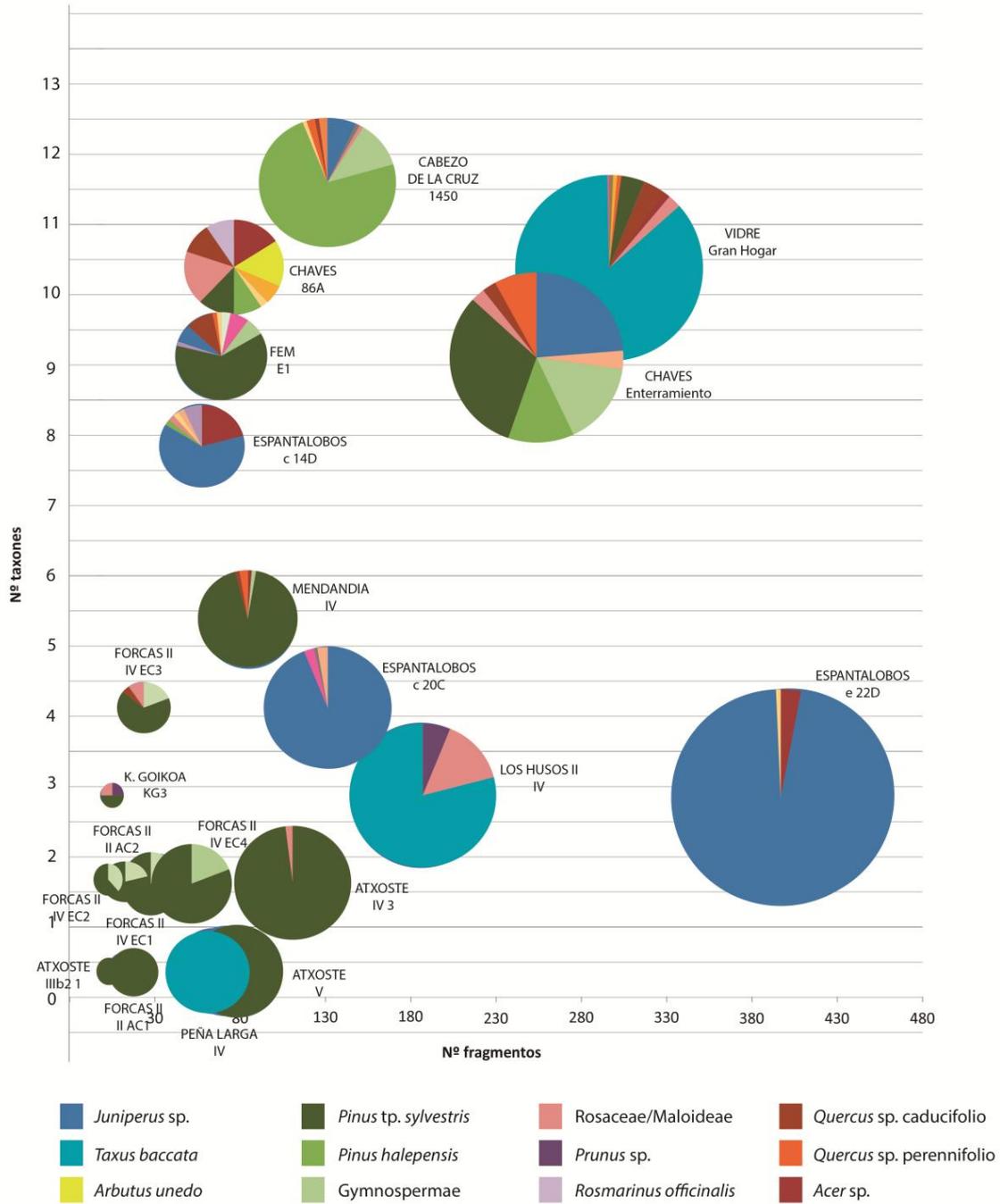


Figura 242. Gráfico que muestra la relación entre el número de fragmentos analizados y el número de taxones documentados en las estructuras de combustión analizadas del valle del Ebro. Los gráficos circulares indican las frecuencias de aparición de cada taxón.

Yacimiento	Espantalobos	Ángel 1	Mendandia	Atxoste			
Nivel/U.E.	e	8c	IV	(V)	(V)	(V)	(VI(1))
Estructura	Hogar 22D	Contexto 35	-	-	-	-	-
	Este trabajo		Zapata, 2004	Ruíz Alonso, 2014			
Datación cal BP	-	-	-	-	-	-	-
Nº fragmentos	402	21	85	15	72	13	31
<i>Acer</i> sp.	8	-	1	-	-	-	-
Gymnospermae	-	9	-	-	-	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	260	-	-	-	-	-	-
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	2	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	-	-	1	5	51	10	2
<i>Pinus halepensis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	-	12	69	-	-	-	23
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	-	-	1	-	-	-	-
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	-	-	2	-	-	-	-
Total determinables	270	21	74	5	51	10	24
Indeterminables	132	0	11	10	21	3	7
Total taxa	3	2	5	1	1	1	2

Tabla 60. Resultados del estudio antracológico de estructuras pertenecientes al Mesolítico macrolítico.

Yacimiento	Espantalobos		Forcas II						Cabezo de la Cruz	K. Goikoa	Atxoste	
Nivel/U.E.	c		II		IV						IIIb2	IV
Estructura	14D	20C	1	2	1	2	3	4	1450	KG3	1	3
	Este trabajo								Badal, 2013	Zapata, 1998	Ruíz Alonso, 2014	
Datación cal BP	-	-	-	-	-	-	-	-	7803 ± 53	-	-	-
Nº fragmentos	57	132	15	10	31	24	23	52	134	4	5	110
<i>Acer</i> sp.	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corylus avellana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Gymnospermae	-	-	-	3	4	5	4	9	5	-	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	27	119	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
Leguminosae	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monocotiledoneae	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	2	48
<i>Pinus halepensis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	-	-	12	6	28	19	14	38	-	2	-	-
<i>Prunus</i> sp.	1	3	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
<i>Quercus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Rosaceae/Maloideae	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Rosmarinus officinalis</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total determinables	43	126	12	10	31	24	21	47	107	4	2	49
Indeterminables	14	6	3	-	-	-	2	5	27	0	3	61
Total taxa	7	4	1	2	2	2	4	2	10	3	1	2

Tabla 61. Resultados del estudio antracológico de estructuras pertenecientes al Mesolítico geométrico.

Por un lado, documentamos la presencia de hogares prácticamente monoespecíficos de pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) en los niveles mesolíticos de Forcas II, Ángel 1, Atxoste (Ruíz Alonso, 2014), Mendandia (Zapata y Peña Chocarro, 2004) y Kampanoste Goikoa (Zapata, 1998) (Figura 242), en los que al margen de los diferentes niveles de indeterminación asociados a la presencia de alteraciones de la madera que dificultan la determinación, principalmente la vitrificación, el taxón alcanza entre el 80 y el 100% de los fragmentos analizados. Esta escasa variabilidad de las estructuras, que se refleja también en la baja variabilidad del carbón disperso en el sedimento, apoya la idea de un consumo especializado de esa especie, ya sea como resultado de una escasa variabilidad paisajística o de una fuerte selección antrópica por sus propiedades para usos específicos (Figura 242).

Yacimiento	Chaves		Vidre	Fem	Peña Larga	Los Husos II
Nivel/U.E.	86A	Fosa	Foc	E1	-	-
Estructura	-	-	2 central	-	IV	VI
	Este trabajo				Ruíz Alonso, 2014	
Datación cal BP	7336±55	7141±86	7080±115	-	-	-
Nº fragmentos	76	255	298	67	65	186
<i>Acer</i> sp.	12	-	2	-	-	-
<i>Arbutus unedo</i>	12	-	-	-	-	-
<i>Buxus sempervirens</i>	5	-	2	-	-	-
<i>Corylus avellana</i>	-	-	-	-	-	11
<i>Fagus sylvatica</i>	-	-	2	-	-	-
Gymnospermae	-	-	-	2	-	-
<i>Juniperus</i> sp.	-	54	-	4	-	-
Leguminosae	-	8	-	-	-	-
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>	2	-	-	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	-	36	-	4	-	-
<i>Pinus halepensis</i>	7	28	-	-	-	-
<i>Pinus tp. sylvestris</i>	9	72	12	38	-	-
<i>Pistacia</i> sp.	-	-	-	1	-	-
<i>Populus/Salix</i>	-	-	-	4	-	-
<i>Prunus</i> sp.	14	6	-	-	-	27
<i>Quercus</i> sp. caducifolio	8	6	12	6	-	-
<i>Quercus</i> sp. perennifolio	-	18	3	1	-	-
Rosaceae/Maloideae	-	-	7	-	-	-
<i>Rosmarinus officinalis</i>	7	-	-	1	-	-
<i>Taxus baccata</i>	-	-	257	-	65	144
<i>Vitis</i> sp.	-	-	1	-	-	-
Total determinables	76	228	298	61	65	182
Indeterminables	0	27	0	6	0	4
Total taxa	9	8	9	10	1	3

Tabla 62. Resultados del estudio antracológico de estructuras pertenecientes al Neolítico.

Por otro lado, los 3 hogares mesolíticos analizados en el yacimiento de Espantalobos están dominados por la madera de enebro/sabina (*Juniperus* sp.), que alcanza entre el 60 y el 90% de los fragmentos analizados (Tablas 60 y 61). El uso de especies arbustivas, que producen numerosas ramas de pequeño calibre, fáciles de recolectar y muy aptas para su uso como combustible, ha sido interpretado por algunos investigadores como una evidencia de un aprovechamiento oportunista de la leña (Henry, 2011). Por el contrario, las especies arbóreas, que no se encuentran mal representadas entre el carbón disperso, como ocurre con el pino carrasco (*Pinus halepensis*), que alcanza el 35% de los restos durante la ocupación geométrica (*nivel c*), apenas aparece se encuentra en las estructuras de combustión analizadas. ¿Cuál es la explicación de la ausencia de pino en los hogares de Espantalobos? ¿Existirían hogares donde se quemó pino que no se han conservado tal como parece sugerir la distribución espacial de los restos (Alcolea et al., e.p.)? ¿La madera de pino habría sido objeto de algún uso específico distinto del uso como combustible que no implicaría el contacto directo con el fuego y por lo tanto ha quedado peor documentado? La selección de este taxón, que produce fustes largos y rectos, para su uso en la construcción de estructuras de hábitat ha quedado documentada en el Cabezo de la Cruz (Badal, 2013). El estudio del carbón aparecido en el interior de los agujeros de poste encontrados en este yacimiento mesolítico ha evidenciado el uso del pino carrasco (*Pinus halepensis*) con una función constructiva. El único hogar excavado, un hogar en cubeta en el interior de la cabaña (7803±53 cal BP) (Rodanés y Picazo, 2013), presenta una composición taxonómica algo inusual (Tabla 62). Tanto el carbón disperso en el sedimento como el concentrado en el hogar están dominados por el mismo taxón, el pino carrasco (*Pinus halepensis*). Sin embargo, en este caso, la variabilidad taxonómica del hogar, con 10 taxones registrados, supera la reconocida fuera de esta estructura, donde sólo se registran 7 taxones. La autora del estudio propone que la propia morfología de la estructura dificulta su vaciado, lo que explicaría la mayor variabilidad de este conjunto. Otra posible explicación podría ser la amortización de la estructura de combustión previa a su abandono, lo que habría favorecido su conservación, mientras que en el exterior de la estructura el taxón mejor representado es el relacionado con los elementos constructivos que conformarían la estructura de hábitat (Figura 243).

Las estructuras neolíticas presentan una variabilidad taxonómica mayor (Tabla 62). Sólo la *estructura EI* de Coves del Fem, en cuyo interior documentamos la presencia de 9 taxones diferentes, está dominada por la presencia del pino de tipo albar (*Pinus tp. sylvestris*) con un 60% , seguido de roble (*Quercus sp. caducifolio*) con un 10% Tanto la composición del registro antracológico contenido en el interior de esta estructura como su variabilidad son muy similares a los reconocidos en la unidad estratigráfica a la que pertenece esta estructura, sin que apreciemos diferencias significativas.

Lo que caracteriza a una buena parte de las estructuras neolíticas analizadas en el valle del Ebro es la importante presencia de la madera de tejo (*Taxus baccata*). Este taxón, que alcanza más del 85% de los restos analizados en el gran hogar neolítico de la Cova del Vidre (7080±115 cal BP), registra también frecuencias muy elevadas (80-100%) en los hogares neolíticos analizados en Atxoste y Peña Larga (Ruíz Alonso, 2014) (Tabla 59). En el caso de la estructura del Vidre, la mayor diversidad taxonómica documentada puede estar relacionada con el mayor tamaño de la muestra, ya que en este caso se analizan casi 300 fragmentos de carbón documentándose la presencia de 9 taxones frente a los 1 y 3 de los otros dos yacimientos, donde el número de fragmentos analizados es significativamente menor. La quema de tejo (*Taxus baccata*) en niveles neolíticos como ya hemos comentado, podría estar relacionada con la función ganadera de los asentamientos como forraje arbóreo o con una función sanitaria (Allué, 2004; Delhon et al., 2008; Martín et al., 2008; Allué et al., 2009; Ruíz Alonso y Zapata, 2015).

Por último, un caso peculiar lo constituyen las dos estructuras analizadas de la cueva de Chaves. En este caso el taxón mejor representado en las estructuras no lo es en el carbón disperso, presentando una composición muy diferente a la del nivel en el que se encuentran. Tienen una composición taxonómica peculiar, donde además de presentar una elevada diversidad taxonómica, no hay ninguna especie que resulte dominante, sino que los porcentajes están muy repartidos. En uno de los casos se trata de un enterramiento en fosa (7141±86 cal BP) correlacionable con la ocupación neolítica del nivel Ia pero localizado fuera de la zona de hábitat (Tabla 62). El espectro antracológico de este enterramiento está dominado por diferentes especies de coníferas, lo que puede ser resultado de una selección de la madera con fines rituales, tal como han planteado algunos autores (Allué, 2011; Picornell, 2012).

La otra estructura documentada es un hogar en cubeta (7336 ± 55 cal BP) (Tabla 62), bien delimitada en el momento de la excavación, interpretada como una estructura especializada en el asado de bellotas para su consumo humano (Zapata et al., 2008; Alcolea et al., e.p.). Esta estructura tiene una composición muy diferente a la del nivel en el que se encuentra. Además de la diversidad de taxones, procedentes de diferentes dominios biogeográficos, y sus proporciones, llama la atención la presencia importante de arbustos característicos del robleal aclarado o degradado, como boj (*Buxus sempervirens*), madroño (*Arbutus unedo*) o prunos (*Prunus* sp.), y matorrales como romero (*Rosmarinus officinalis*) y leguminosas (Fabaceae) que podrían ser considerados como los primeros indicios del impacto antrópico.

En conclusión, la mayoría de las estructuras que se han analizado en el valle del Ebro lo son de combustión, y por tanto es la función como combustible de la madera la que ha quedado mejor documentada. La recogida del contenido de estas estructuras durante el trabajo de campo para su estudio antracológico es clave para comprender aspectos relacionados con su funcionalidad. La composición taxonómica del contenido de las estructuras puede aportarnos información acerca de su funcionalidad pero no resuelve el problema por sí mismo, es necesario poner en relación con la arqueología, tipología de la estructura, relación con otros objetos arqueológicos aparecidos en su interior o alrededores, etc. Las hipótesis planteadas acerca de la funcionalidad de las estructuras en función de su contenido no tienen por qué ser excluyentes, dentro de un mismo yacimiento puede haber diferencias funcionales de las estructuras, que algunas respondan a usos especializados y otras no. A pesar de las diferencias señaladas en los yacimientos de los que disponemos de datos, que hemos podido poner en relación con aspectos paleoeconómicos de las ocupaciones a las que pertenecen, son necesarios muchos más análisis para avanzar en nuestra comprensión acerca de la gestión de los combustibles por parte de las sociedades prehistóricas del valle del Ebro.

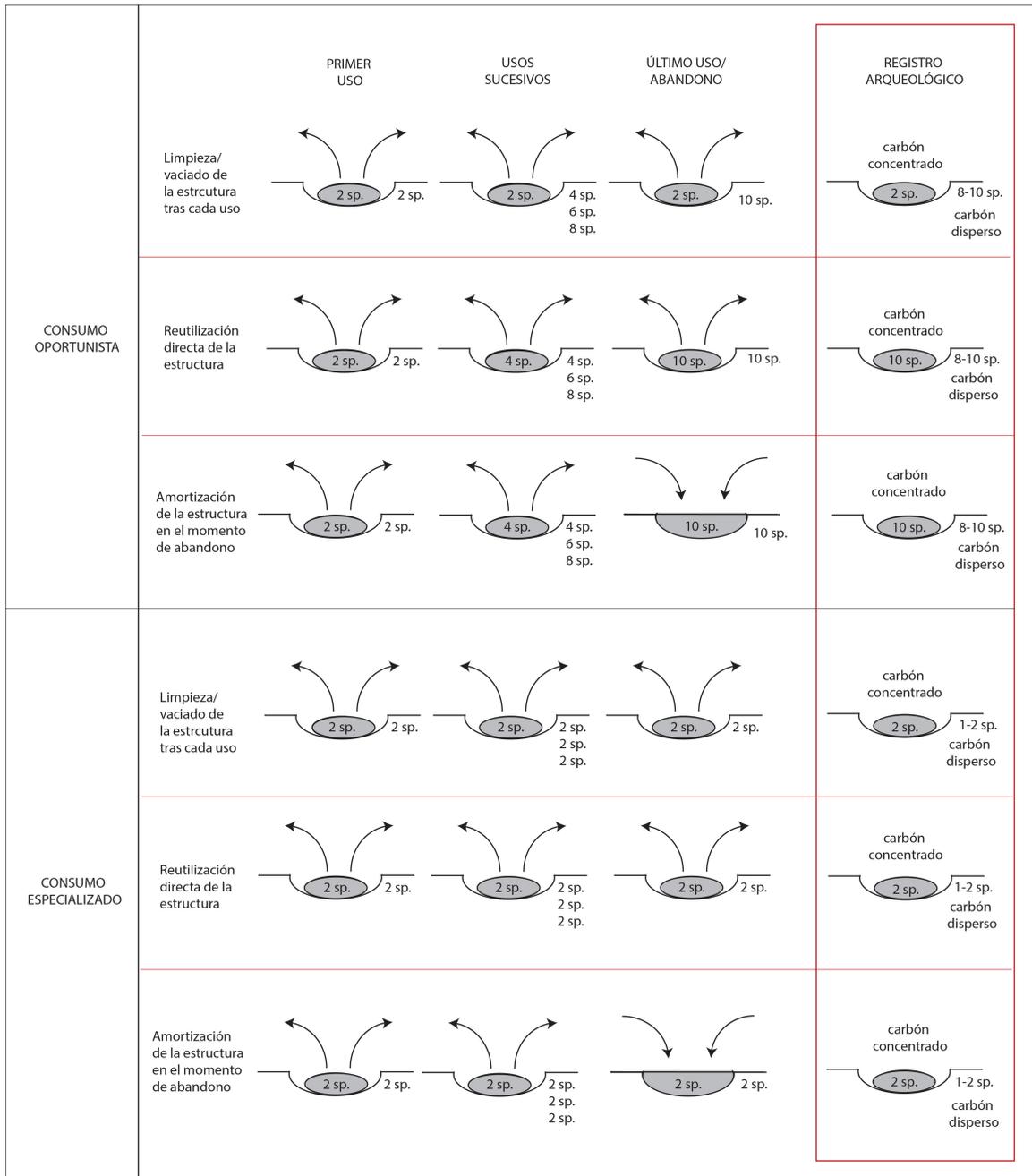


Figura 243. Explicación esquemática de la formación del registro antracológico a partir del consumo de combustible doméstico. sp.= especie.

CONCLUSIONES

Los estudios antracológicos que hemos llevado a cabo en 15 yacimientos arqueológicos han proporcionado nuevos datos para la comprensión de la gestión humana de los recursos vegetales. El desarrollo de un exhaustivo trabajo de síntesis y compendio de datos nos ha permitido insertar los datos obtenidos en un contexto más amplio, documentando convergencias y divergencias. En conclusión, el trabajo desarrollado en esta tesis doctoral nos ha llevado a definir las características de la explotación de los recursos forestales por parte de las últimas sociedades cazadoras recolectoras y las primeras productoras del valle del Ebro y ha contribuido a la reconstrucción de la evolución local y regional de la vegetación leñosa en este territorio entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio.

(i) Por lo que respecta a los **aspectos metodológicos** de nuestro trabajo, la diversidad de las estrategias de muestreo aplicadas nos ha permitido enfrentarnos a realidades bien distintas y, por lo tanto, evaluar la representatividad de los resultados obtenidos. En aquellos casos en los que hemos aplicado técnicas de muestreo y procesado del sedimento sistemáticas y exhaustivas, la cantidad de fragmentos recuperada ha sido elevada y los resultados obtenidos altamente satisfactorios. En algunos casos, debido a que la superficie excavada no era muy grande, hemos practicado un muestreo en columna, como ha ocurrido en el Esplugón o en Coves del Fem. Los resultados obtenidos en estos casos resultan coherentes y representativos de la evolución diacrónica de la explotación de los recursos forestales en el asentamiento. En aquellos sitios en los que hemos realizado un muestreo en superficie, como es el caso de Espantalobos, hemos constatado que aumentar la superficie muestreada puede contribuir a aumentar la variedad de taxones documentados, aumentando así las posibilidades de recuperar aquellas especies con un uso residual, sin embargo, esto apenas influye en las frecuencias documentadas para los taxones de uso más frecuente. Por último, hemos constatado que en aquellos yacimientos en los que no se han aplicado estrategias de muestreo y procesado del sedimento específicas encaminadas a la recuperación de macrorrestos vegetales, como es el caso de El Pontet, Plano del Pulido o Peña 14 esto ha repercutido negativamente en el tamaño y la representatividad de las muestras estudiadas. Sin embargo, la presencia de determinadas especies en estos registros nos aporta datos acerca de su uso y distribución pasada. Podemos concluir que los aspectos más importantes a la hora de plantear las estrategias de muestreo son los tamaños muestrales y la cantidad de sedimento explorada.

(ii) En lo relativo a la **representatividad paleoecológica de los conjuntos estudiados**, los resultados obtenidos son coherentes y reproducibles a nivel ecológico intra-site e inter-site. Las asociaciones vegetales documentadas presentan similitudes con asociaciones modernas y por lo tanto podrían ser consideradas análogas. No obstante, la imposibilidad de determinar los taxones a nivel específico limita la posibilidad de identificar estas asociaciones a un nivel muy detallado pero que a pesar de ello permite plantear hipótesis paleoecológicas coherentes. Conforme avanza la cronología de los asentamientos la variabilidad taxonómica aumenta. La homogeneidad de los registros que documentamos durante el Tardiglacial y el Holoceno Temprano da paso a una regionalización de las comunidades vegetales a partir del inicio del Holoceno Medio, alcanzándose la máxima diversidad al final de este período climático. Este aumento progresivo de la diversidad refleja el establecimiento de diferencias paisajísticas en el entorno de los yacimientos en función de variables paleoambientales como el gradiente altitudinal y la oceanidad/continentalidad. Las recurrencias observadas sugieren que disponibilidad y accesibilidad son factores importantes que influyen la recolección del combustible vegetal por parte de los habitantes prehistóricos del valle del Ebro. Las diferencias entre regiones, que empiezan a hacerse visibles durante el Mesolítico geométrico y se hacen más evidentes durante el Neolítico, son el resultado del aprovisionamiento local y reflejan las discontinuidades del paisaje.

(iii) Por lo que respecta a la **omnipresencia del pino de tipo albar** (*Pinus* sp. *sylvestris*) en la mayoría de los depósitos estudiados son varias las conclusiones que hemos alcanzado.

Por un lado constatamos la **perduración de los paisajes tardiglaciares de coníferas**, que aunque tendrán un carácter abierto durante el Tardiglacial y probablemente más denso con la máxima expansión del bosque documentada por la palinología durante el Mesolítico macrolítico, conservan los mismos elementos, que son explotados por los grupos humanos prehistóricos.

Por otro lado, constatamos el **ascenso altitudinal de los pisos de vegetación a partir de mediados del Holoceno** del orden de 500 m. Los límites entre los distintos tipos de vegetación son dinámicos y fluctúan altitudinalmente dependiendo de la evolución del clima, provocando ascensos o descensos en la distribución del arbolado. En la actualidad, el piso mesomediterráneo de vegetación (350-800 msnm), en el que se

encuentran la mayoría de yacimientos estudiados, está caracterizado por la presencia del pino carrasco (*Pinus halepensis*) y la coscoja/encina (*Quercus coccifera/ilex*). Estos pinos, estarían presentes en el sector central de la depresión por debajo de los 500 msnm durante la primera mitad del Holoceno tal como revelan los registros antracológicos de El Pontet o Espantalobos, pero no entre los 500 y 800 msnm como ocurre en la actualidad, como revelan los estudios del Arenal de Fonseca, Peña de las Forcas, Arba de Biel o Coves del Fem. Esto significa que las condiciones bioclimáticas hasta el mismo borde de la depresión central durante la primera mitad del Holoceno serían más frías que las actuales y aunque secas no existiría un periodo de sequía estival que tanto favorecerá el desarrollo del pino carrasco (*Pinus halepensis*) en épocas posteriores. Además, el pino laricio (*Pinus nigra*), que domina las altitudes medias hasta bien entrado el Holoceno Medio, no tiene la capacidad de regenerarse tras los incendios, por lo que el impacto antrópico habría favorecido su ascenso altitudinal a partir de este periodo. En su lugar las especies pirófitas, como el pino carrasco (*Pinus halepensis*) o la coscoja (*Quercus coccifera*), que apenas documentamos en los registros hasta el Holoceno Medio, con una enorme capacidad de regeneración postincendio, se han visto enormemente favorecidas por el impacto antrópico que acentuará las causas climáticas ya mencionadas, provocando un ascenso altitudinal y la colonización de estos espacios.

Por último, hemos planteado la existencia de una cierta **sobrerrepresentación** de esta especie en algunos depósitos mesolíticos sin que en el estado actual de las investigaciones conozcamos bien las causas. No podemos descartar que esta sobrerrepresentación se deba a una preferencia en las estrategias de aprovisionamiento relacionado con la producción de madera muerta de esta especie, o con determinados usos específicos que implican una fuerte selección de los recursos forestales, o con una combinación de ambas.

(iv) Este trabajo nos ha permitido definir las particularidades del **medio vegetal sobre el que se asientan las primeras sociedades productoras** en el valle del Ebro. En las áreas vecinas, como el norte peninsular y las áreas litorales levantina y nororiental, al igual que ocurre en casi todo el occidente mediterráneo, estos se asientan en el seno de paisajes dominados por bosques de quercíneas caducifolias o perennifolias en función de la latitud y altitud. En el sector central del valle del Ebro, hemos constatado una tardía expansión de las quercíneas respecto a las áreas circundantes. Documentamos en cambio un fuerte resiliencia de las formaciones tardiglaciares de coníferas, compuestas

por pinos (*Pinus* sp.) y enebros/sabinas (*Juniperus* sp.), que perduran hasta bien entrado el Holoceno Medio, dando lugar a un particular paisaje fósil sobre el que se asientan las primeras sociedades neolíticas en este territorio.

(v) En este sentido, es llamativo que las formaciones vegetales explotadas apenas muestran cambios en su composición a lo largo de gran parte del amplio período estudiado, lo que supone miles de años. Retomando el tema planteado en el Capítulo 3 acerca de cómo los cambios ambientales son un factor clave para el desarrollo cultural, parece sorprendente como en este territorio podemos hablar más de continuidad que de ruptura en cuanto a las formaciones forestales explotadas y su composición. Resulta arriesgado, en nuestra opinión, plantear hipótesis acerca de la hipersensibilidad de los grupos humanos a los cambios ambientales, influyendo estos de forma decisiva en aspectos como el desarrollo tecnológico o los patrones de asentamiento, mientras que las formaciones forestales explotadas, que condicionan en gran medida los recursos disponibles, se caracterizan por su resiliencia ante las pulsaciones climáticas que se suceden en este período.

(vi) Los resultados obtenidos nos han permitido plantear algunas hipótesis acerca del desarrollo de **estrategias de aprovisionamiento del combustible** en el valle del Ebro.

Durante el **Epipaleolítico/Mesolítico**, las estrategias desarrolladas serían de tipo oportunista, en las que primaría un aprovechamiento condicionado sobre todo por la disponibilidad en el medio de los diferentes taxones.

Durante el **Neolítico** se plantea la existencia de dos escenarios que representan distintas estrategias de gestión de los recursos forestales. Por un lado, en algunas ocupaciones neolíticas en abrigo como Esplugón, Forcas II, El Pontet o Ángel 1, que coronan secuencias más o menos amplias que enraízan en distintos momentos epipaleolíticos o incluso anteriores, no hemos documentado diferencias en las tendencias de captación del combustible de las últimas sociedades cazadoras-recolectoras y las primeras sociedades productoras. En estos abrigo, que contienen ocupaciones recurrentes pero esporádicas, no hemos observado un cambio económico real con la llegada del Neolítico. Sin embargo, si hemos documentado una creciente explotación del estrato arbustivo durante las ocupaciones más recientes de algunas de estas secuencias. Relacionamos la expansión de determinados taxones, como el boj (*Buxus*

sempervirens), el madroño (*Arbutus unedo*) y otras ericáceas o el enebro/sabina (*Juniperus* sp.), con una apertura de la cobertura forestal que está reflejando las primeras huellas del impacto antrópico en el paisaje. Estas especies, a baja altitud, testimonian la existencia de una vegetación de monte bajo relativamente preservada, antropizada pero no muy abierta todavía. Sin embargo, esto no tiene porqué significar una reducción del estrato arbóreo sino más bien una intencionalidad en el aprovechamiento relacionada con un uso intencional que podría tener que ver con la limpieza del sotobosque o las propiedades combustibles de los arbustos, reservando los taxones arbóreos para otros usos.

Por otro lado, en otras ocupaciones, en cueva en el caso de Chaves y Vidre o abrigo profundo en el caso de Fem, hemos documentado una clara ruptura de las estrategias de aprovechamiento forestal en los niveles neolíticos. En el caso de la Cova del Vidre y la cueva de Chaves, en ambas se observan además cambios bruscos en los registros antracológicos entre estos niveles y las ocupaciones anteriores. En ellos aparecen sobrerrepresentados determinados taxones, el tejo (*Taxus baccata*) en la Cova del Vidre y el enebro/sabina (*Juniperus* sp.) en la cueva de Chaves, que aunque sin duda estarían presentes en el entorno tal vez no fueran las formaciones dominantes. Hemos propuesto que su presencia en el registro se relaciona con un uso específico de la madera relacionado con la estabulación y el alimento del ganado, que parece ganar importancia en estos momentos de la ocupación de los asentamientos. Un caso aparte es el de las Coves del Fem, donde se produce un aumento del consumo de madera alterada por agentes biológicos durante las últimas fases de la ocupación neolítica. La presencia de estos elementos, que sugieren el consumo de madera degradada como combustible, unido a la presencia en el yacimiento de esporas de hongo que actúan como agentes descomponedores de madera, nos ha llevado a proponer la existencia de un consumo aplazado de la leña almacenada en el yacimiento durante la ocupación epicardial. Podemos relacionarlo también con la necesidad de una mayor planificación en el uso de los combustibles en los asentamientos de larga duración, frente a una utilización más oportunista en los asentamientos puntuales.

(vii) Por lo que respecta a los **usos de los recursos vegetales leñosos**, la función de la madera como combustible es la que ha quedado mejor documentada en el registro arqueológico. El carbón analizado procede del combustible doméstico que aparece disperso o concentrado en estructuras. Otros usos de los recursos vegetales leñosos

documentados son la alimentación del ganado mediante forraje arbóreo/arbustivo en el caso de los enebros/sabinas (*Juniperus* sp.) en la cueva de Chaves o una función sanitaria/fungicida en el caso del tejo (*Taxus baccata*) en la Cova del Vidre.

(viii) En cuanto a **las estructuras analizadas**, la gran mayoría son estructuras de combustión, relacionadas con el uso de la madera como combustible doméstico. La composición taxonómica de su contenido puede aportarnos información acerca de su funcionalidad, pero no resuelve el problema por sí mismo, por lo que es necesario ponerlos en relación con otros sitemas arqueológicos, tipologíade la estructura, relación con otros objetos aparecidos en su interior o alrededores, etc. A pesar de las diferencias señaladas en los yacimientos de los que disponemos de datos, que hemos podido poner en relación con aspectos paleoeconómicos de las ocupaciones a las que pertenecen, son necesarios muchos más análisis para avanzar en nuestra comprensión acerca de la gestión de los combustibles por parte de las sociedades prehistóricas del valle del Ebro. Sólo en el caso de Chaves hemos analizado el contenido de una estructura funeraria (enterramiento).

(ix) Los estudios realizados en los contextos arqueológicos analizados han contribuido a comprender la **distribución pasada de algunas especies** de particular interés en los paisajes actuales del valle del Ebro, como el pino carrasco (*Pinus halepensis*), la sabina albar (*Juniperus thurifera*) o el avellano (*Corylus avellana*), complementando los datos obtenidos por otras disciplinas arqueobotánicas, principalmente la palinología.

(x) Por lo que respecta a la **evolución general de la vegetación y de la explotación de los recursos forestales** en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio, el trabajo de síntesis realizado nos ha permitido establecer las siguientes etapas:

Durante el **Tardiglaciario e inicio del Holoceno (14500-10000 cal BP)** los registros antracológicos del valle del Ebro revelan la explotación de un paisaje homogéneo. Los taxones más frecuentes son utilizados de forma recurrente, de forma que documentamos grandes similitudes en todos los registros analizados. En este periodo el aprovisionamiento de combustible se llevaría a cabo en formaciones más o menos abiertas de coníferas que producirían abundante madera accesible para su recolección en un contexto de elevada movilidad de los grupo humanos. Estas formaciones combinarían la existencia de pinares criófilos de pinos de tipo albar (*Pinus* sp.

sylvestris) y enebrales/sabinares (*Juniperus* sp.) cuyas frecuencias, que condicionarían el carácter abierto de estas formaciones, dependerán de factores climáticos o geográficos, principalmente la altitud. El estrato arbustivo presenta una mayor relevancia en las zonas más bajas, situadas por debajo de los 450 msnm, mientras que por encima de esta altitud predomina el estrato arbóreo. Los arbustos espinosos del género *Prunus* sp., que se caracterizan por su resistencia a la inestabilidad en el clima y el régimen hídrico, se asocian con frecuencia a estas formaciones de coníferas tradiglaciares dando lugar a paisajes abiertos y tienen una presencia significativa en el territorio durante este período. Otras especies frecuentes pero que nunca alcanzan porcentajes significativos son los arces (*Acer* sp.) y robles (*Quercus* sp. caducifolio), mucho más exigentes con el régimen hídrico. Por su parte, el avellano (*Corylus avellana*), alcanza valores importantes en algunos registros pirenaicos tardiglaciares mientras que se encuentra totalmente ausente en el resto de áreas. La presencia de estos macrorrestos apoya la hipótesis planteada desde el campo de la palinología que consideramos que el sector central del valle del Ebro pudo funcionar como un refugio de vegetación tardiglaciares para esta especie.

Durante el **Mesolítico Reciente (10000-7500 cal BP)**, se produce la llegada del Óptimo Climático Holoceno que condujo a la culminación de la expansión forestal. Es en este momento cuando las diferencias entre las áreas continentales y litorales se hacen más evidentes. En los extremos oriental y occidental de la cuenca el robledal caducifolio submediterráneo (*Quercus* sp. caducifolio), heraldo de un aumento de la humedad y la estacionalidad del clima, es ya la formación forestal más explotada. En cambio, en las áreas más continentales de la cuenca continúa dominando la explotación de los bosques de coníferas xéricas propios del Tardiglaciares, que perviven en la región hasta el Holoceno Medio. Las altitudes medias de los rebordes montañosos de la cuenca están dominados por los pinares supramediterráneos de tipo albar (*Pinus* sp. *sylvestris*) acompañados en ocasiones de taxones caducifolios supramediterráneos que en ningún caso alcanzan los valores que presentan en las zonas occidentales y orientales de la cuenca. Una de las novedades de este periodo es que contamos con un número mayor de datos para el sector central de la depresión del Ebro. Las cotas más bajas de la depresión central están dominadas por los pinares termófilos de pino carrasco (*Pinus halepensis*) acompañados de enebros/sabinas (*Juniperus* sp.), que representan poblaciones relictas de épocas anteriores. Las condiciones climáticas y edáficas de este territorio,

endurecidas por el impacto del evento árido del 8.2 (8200 cal BP) en la región, contribuirán a la instalación definitiva de estas formaciones frugales en el tramo medio del valle del Ebro frente a otros competidores naturales menos resistentes, como es el caso de la coscoja/encina (*Quercus* sp. perennifolio), que hoy en día tiene una importante presencia en la región. De esta forma confirmamos la presencia de pino carrasco (*Pinus halepensis*) con anterioridad a la llegada del Neolítico a la región y descartamos la hipótesis de que su expansión en el territorio se asocia a causas antrópicas.

Durante el **Neolítico (7500-4200 cal BP)** constatamos una gran diversificación de los paisajes forestales explotados. Es en este momento cuando se observa el cambio más importante en la composición de los registros antracológicos del valle del Ebro, lo que se traducen en grandes diferencias regionales en la composición de la vegetación explotada por los grupos humanos neolíticos. Los pinares (*Pinus* sp.) que han desaparecido prácticamente en el occidente pirenaico se mantienen en las altitudes medias del sector central de la cuenca así como en la alta montaña del pirineo oriental. No obstante, el consumo de quejigo o roble (*Quercus* sp. caducifolio) gana protagonismo en los registros. Observamos además un aumento de la diversidad taxonómica respecto a las etapas mesolíticas precedentes, lo que se traduce en un aumento de la variedad comunidades forestales y especies estudiadas. Se registra también la expansión de elementos mediterráneos esclerófilos de la vegetación (*Quercus* sp. perennifolio, *Pistacia* sp., *Phillyrea/Rhamnus*, *Rosmarinus officinalis*, *Arbutus unedo*, etc.) como respuesta a causas tanto climáticas como antrópicas.

Para terminar, es necesario señalar que dentro del importante trabajo desarrollado algunos aspectos concretos han quedado inacabados. En algunos casos, se trata más bien de **nuevas preguntas generadas** a partir de los resultados obtenidos en este trabajo, que constituye una primera aproximación a un área apenas explorada.

Por un lado, a pesar del importante trabajo de identificación taxonómica desarrollado en un territorio apenas explorado, continúan existiendo **vacíos espaciotemporales**. Algunas zonas de la cuenca continúan vacías de datos antracológicos, como es el caso por ejemplo del sur del Ebro, donde además apenas conocemos yacimientos. También los datos disponibles para algunos periodos son todavía escasos, como ocurre por ejemplo con las etapas iniciales del Holoceno Temprano o la segunda mitad del

Holoceno Medio. Cumplir el objetivo de rellenar estos vacíos y alcanzar una mayor resolución de datos en el territorio pasa necesariamente por la integración definitiva de los estudios arqueobotánicos en los proyectos generales de investigación arqueológica, como una parte importante de la investigación relativa a aspectos socioeconómicos y no como un mero anexo capaz de proporcionar información paleoecológica.

Por otro lado, ha quedado patente el **potencial de la antracología como disciplina paleoecológica** capaz de realizar importantes aportaciones a la historia de determinadas especies forestales en nuestra área de estudio. En este sentido, es necesario, por un lado, profundizar en la realización de estudios comparativos de la anatomía y ecología de estas especies en el territorio y, por otro lado, ampliar los contextos estudiados, ya se trate de contextos arqueológicos o naturales, retrotrayéndonos a cronologías más antiguas. En este sentido, es vital la confrontación de los datos antracológicos con los procedentes de otras disciplinas arqueobotánicas, como la palinología, que cuenta con un amplio recorrido de investigación en el territorio, y la carpología, que apenas se ha desarrollado.

Por último, consideramos necesario en el futuro profundizar en el **estudio tafonómico**. A pesar del esfuerzo llevado a cabo por registrar y explicar las alteraciones de la anatomía de la madera en los carbones arqueológicos estudiados en este trabajo, aún queda mucho por hacer en este sentido. El estudio de las modificaciones anatómicas de la madera es enormemente complejo y los estudios serios realizados hasta la fecha son aún escasos. En este sentido, una línea de investigación muy importante que queda abierta en este trabajo es la de realizar programas experimentales que profundicen en determinados aspectos que intervienen en la propia génesis del registro así como en cómo este se ve afectado por los procesos deposicionales y postdeposicionales. Estos estudios pueden aportarnos valiosa información acerca del estado en el que la madera fue consumida y de las preferencias de los grupos humanos que las consumieron, así como de la forma en la que estos u otros factores influyen en la representatividad del registro.

En cualquier caso, esperamos que las líneas de trabajo aquí esbozadas que surgen del trabajo realizado, puedan ser desarrolladas en un futuro.

CONCLUSIONS

Anthracological analyses carried out in 15 archaeological sites provide new data concerning the human management of plant resources. The development of an exhaustive data compendium and synthesis work has allowed us to insert our data in a broader context analyzing convergences and divergences. In conclusion, this PhD research has allowed us to define the characteristics of the woodland exploitation by the last hunter-gatherers and the early farmers in the Ebro valley and contribute to the reconstruction of the local and regional evolution of the vegetation in this territory from Tardiglacial to Middle Holocene.

(i) Regarding **methodological aspects** of our work, the diversity of the applied sampling strategies and recovery methods has allowed us to confront very different situations and, therefore, to evaluate the representativeness of the obtained results. In those cases where we have applied systematic and exhaustive sampling strategies we have recovered a large amount of fragments and the results obtained are highly satisfactory. In some instances, because of the excavated surface was not very large, we have performed a column sampling, as has occurred in Esplugón or Coves del Fem. The results obtained in these cases are coherent and representative of the diachronic evolution of forest resources exploitation in the settlements. In those sites where we have performed a surface sampling, such as Espantalobos, we have documented that increasing the sampled area we contribute to increase the total amount of different taxa. Thus, we increase the possibility of recovering infrequent taxa but this hardly influences documented frequencies for frequent taxa. Finally, we have observed that in some deposits where specific strategies and techniques for sampling and recovery have not been applied to charcoal recovery, such as El Pontet, Plano del Pulido or Peña 14, it has negatively affected the samples size (number of fragments) and their representativeness. However, the presence of certain species in these records provides valuable data concerning their prehistoric use and distribution. We can conclude that the most important aspects concerning sampling strategies are the sample sizes (number of fragments) and the quantity of explored surface/sediment.

(ii) Regarding **paleoecological representativeness of studied records**, the results obtained are coherent and reproducible at intra-site and inter-site level. Documented associations of plant species have similarities with modern associations and could therefore be considered analogous. However, the impossibility of determining the taxa at

specific level limits the possibilities of identifying these associations in detail. Nevertheless it allows us to establish coherent paleoecological hypotheses. During Lateglacial and Early Holocene, charcoal records were characterized by a high taxonomic homogeneity. Taxonomic diversity increases to the extent the chronology advances. A regionalization of plant communities has documented from the beginning of the Middle Holocene, reaching the maximum diversity at the end of this climatic period. This progressive increase in the variability of records reflects the establishment of differenced landscapes in the surroundings of the archaeological sites depending on paleoenvironmental variables such as the altitudinal gradient and continentality. The recurrences observed among anthracological records suggest that availability and accessibility are important factors influencing the forest management and firewood collection strategies developed by the prehistoric inhabitants of the Ebro valley. Regional divergences beginning during the late Mesolithic (Geometric Mesolithic) and becoming more evident during the Neolithic are the result of local supply of wood and reflect the discontinuities in the landscape.

(iii) Regarding the **omnipresence of Scots pine type** (*Pinus* sp. *sylvestris*) in most of the studied charcoal records, several conclusions have been reached.

On the one hand, our studies reveal that open landscapes dominated by conifers, pinewoods (*Pinus* sp. *sylvestris*) in the mountain areas and junipers (*Juniperus* sp.) in the lowlands, characterized the Lateglacial period. They would probably be denser with the maximum expansion of the forest documented by palynology during the Notches and Denticulate Mesolithic and continued being the main woodland components during the Geometric Mesolithic. We suggest that **conifer forests persisted** as the main woodland components in the central Ebro valley until Middle Holocene and they were recurrently exploited by prehistoric human groups.

On the other hand, we have documented the **rise in altitude of the bioclimatic vegetation belts** around 500 m since Middle Holocene. The boundaries between the different types of vegetation are dynamic and fluctuate in altitude depending on the evolution of the climate, causing rises and drops in the distribution of forests and tree-lines. The majority of the studied archaeological sites are located currently in the mesomediterranean belt of vegetation (350-800 m.a.s.l.), which is characterized by the

presence of Aleppo pine (*Pinus halepensis*) and kermes/holm oak (*Quercus coccifera/ilex*). These pines were already well established in the central Ebro basin below 500 m.a.s.l. during the first half of the Holocene as is revealed by El Pontet and Espantalobos charcoal records. But not between 500 and 800 m.a.s.l. as is revealed by Arenal de Fonseca, Peña de las Forcas, Arba de Biel and Coves del Fem charcoal records. This suggests that the bioclimatic conditions in the mountain edges of the central Ebro basin during the first half of the Holocene would be colder than the present ones. Although bioclimatic conditions were also dry, would not exist a period of summer drought that favored the development of the Aleppo pine (*Pinus halepensis*) during the second half of the Holocene. Highlands pines (*Pinus* sp. *sylvestris*), probably black pine (*Pinus nigra*), dominates the mid-mountain areas during the first half of the Holocene. These pines have significant difficulties regenerating after fire. Climate changes and human impact favored its disappearance in these areas from the Neolithic period and the spread of other Mediterranean plant species, specially pyrophyte plants, such as Aleppo pine (*Pinus halepensis*) or kermes oak (*Quercus coccifera*). These species have an enormous capacity for post-fire regeneration colonize these areas favored by the human impact that accentuate the aforementioned climatic causes.

Finally, we have suggested the existence of a certain degree of **overrepresentation** of this taxon in some mesolithic charcoal records. We have proposed some hypotheses about this (see ap. 7.2.2.). This could be due to a preference in the fuelwood supply strategies related to the production of dead wood of conifers or to certain specific uses that imply a strong selection of the forest resources (or to a combination of both). Really, in the current state of the research we cannot know the causes of this phenomenon.

(iv) This work has allowed us to define the particularities of the **forest landscape where early Neolithic populations were settled** in the Ebro valley. In western Mediterranean, as in neighboring areas, north of Iberia and eastern/northeastern coastal areas, first farmers settle on landscapes dominated by deciduous or evergreen oak forests (*Quercus* sp.) depending on latitude and altitude. However, in the central Ebro valley, we have documented a late spread of oaks in relation with to the nearby areas. As we have already suggested, lateglacial conifers forests present a strong resilience defining a *fossilized landscape* at the beginning of the Holocene on where first Neolithic populations were settled.

(v) In this sense, it is remarkable that exploited plant communities hardly show important changes in their composition over the broad studied period (thousands of years). Returning to the issue suggested in Chapter 3 about how environmental changes are a key factor for cultural development, it seems surprising how in this territory we can speak more about continuity than of rupture in terms of the vegetation cover exploited and their composition. In our opinion, it is risky to formulate hypotheses about the hypersensitivity of human groups to environmental changes, influencing these in a decisive way in aspects such as technological development or settlement patterns, while the plant communities exploited, which condition biomass resource available, are characterized by their resilience facing the climatic events that occur in this period.

(vi) Obtained results have allowed us to propose some hypotheses about the **firewood management strategies** developed in the Ebro Valley by Epipalaeolithic/Mesolithic and Neolithic populations:

During the **Epipalaeolithic/Mesolithic** period, opportunistic and local management of firewood was the paleoeconomical strategy that has prevailed among mobile Lateglacial and Holocene hunter-gatherers. Firewood supply occurred in proximity to the archaeological sites, although factors such as the state of the wood may have had a significant impact on firewood management strategies for these populations, being more important than the species factor, and may condition the overrepresentation of certain taxa.

During the **Neolithic** period, we have documented the existence of two different scenarios based on different plant resources management strategies. On the one hand, Neolithic occupations in rockshelters such as Esplugón, Forcas II, El Pontet or Ángel 1, which contain more or less large archaeological sequences with recurrent but sporadic occupations in the Neolithic and Epipalaeolithic/Mesolithic or even earlier. In these sites we have not documented differences trends in fuelwood management between the last hunter-gatherer groups and the first farmers, that is, we have not observed a real economic change. However, we have documented **an increase in the exploitation of shrubby taxa** during the more recent occupations. We have documented the consumption of certain taxa such as boxwood (*Buxus sempervirens*), strawberry tree (*Arbutus unedo*) and other heather (Ericaceae), or junipers (*Juniperus* sp.) during Neolithic. It could reflect a trend towards landscape opening and the first traces of human impact in the vegetation cover. The presence of these shrubby taxa at lowlands

testify the existence of a relatively well-preserved shrubland, anthropized but not very open yet. This does not have to mean a reduction of the arboreal taxa. An intentional collection of these taxa could be related with the cleaning of shrubs in forest edges or their combustion properties, saving the arboreal taxa for other uses.

On the other hand, in the Early Neolithic occupations in caves, Chaves and Vidre, or in deep rockshelters, Coves del Fem, we have documented a clear rupture in forest resources management regarding the previous period.

In both Vidre (*layer 2*) and Chaves (*layer Ia*) most recent occupations, we observe an abrupt change in charcoal records regarding previous occupations. They appear overrepresented certain taxa in them, yew (*Taxus baccata*) at Vidre and junipers (*Juniperus* sp.) at Chaves. Although they would be present in the environment, perhaps they were not the dominant formations in the surroundings of the sites. The livestock function of the settlements is attested during these occupations by archaeological record. We propose that the important presence of these taxa in the record is related to a specific use of wood related to **livestock feeding by tree fodder**.

Coves del Fem constitute a particular case. We have documented an increase in the consumption of decayed wood by microorganisms during the last Early Neolithic phases of occupation (Epicardial). The presence of these decay traces suggests the **consumption of deadwood as fuel**. Together with the presence of fungus spores and decomposing agents of wood in the palynological analysis led us to propose the delayed consumption of stored firewood during Epicardial Neolithic occupation. We can also relate it to the needs to planning firewood management in the long-term settlements, as opposed to a more opportunistic use in sporadic occupations.

(vii) Regarding the **uses of woody plant resources**, the firewood purpose has been the better documented use of wood in the archaeological record. Analyzed charcoal comes from domestic fuel that appears scattered in the sediment or concentrated in structures. Other documented uses of woody plant resources were livestock feeding by tree fodder in the case of junipers (*Juniperus* sp.) at Chaves and probably yew (*Taxus baccata*) at Vidre where it could have also a sanitary/fungicidal purpose.

(viii) Regarding the **analyzed archaeological structures**, the great majority are combustion structures related to the use of wood as domestic fuel. The taxonomic composition of the samples recovered inside of them can provide us information about

its functionality but it does not solve the problem by itself. It is necessary to put them in relation with other archaeological evidences, objects appearing inside or in its surroundings, the typology of the structure, etc. Only in the case of Chaves we have analyzed the contents of a funerary structure (burial). In spite of the explained differences among different types of records, related to paleoeconomic aspects of the human occupations, further studies are needed to advance in our understanding of the management of forest resources by the prehistoric populations in the Ebro valley.

(ix) Our studies carried out in archaeological contexts have helped to understand the **history of some particular interesting taxa** in the Ebro valley current landscapes. We have obtained data regarding the past distribution of Aleppo pine (*Pinus halepensis*), Spanish juniper (*Juniperus thurifera*) or hazelnut (*Corylus avellana*) that complements the data obtained by other archaeobotanical disciplines, mainly palynology.

(x) Regarding the regional **evolution of vegetation cover and its human exploitation** in the Ebro valley from the Lateglacial to the Middle Holocene, the synthesis work carried out has allowed us to establish the following phases:

During the **Lateglacial and the onset of the Holocene** (14500-10000 cal BP) the antrachological records reveal the exploitation of a very homogeneous landscape. We document great similarities in all the analyzed charcoal records that suggest the most frequent taxa in a poorly diversified environment are recurrently used by human populations. During this period firewood management is developed in a context of high mobility of human groups. The fuel collection would be carried out in more or less open conifers woodlands that produced abundant deadwood. Pinewoods (*Pinus* sp. *sylvestris*) in the mid-mountain altitudes and junipers (*Juniperus* sp.) in the lowlands are the main landscape components. The exploitation of shrubby taxa is more relevant in the lowlands, located below 450 m.a.s.l., while above this altitude the exploitation arboreal taxa predominates. *Prunus* sp. shrubs are frequent in charcoal record of this period, frequently associated with conifers in open landscapes. They were characterized by their resistance to climatic instability and water regime. Mesophytes, such as maples (*Acer* sp.) and deciduous oaks (*Quercus* sp. deciduous), much more demanding with the water regime, are also frequent taxa in many records but not reaches significant percentages. Only hazelnut (*Corylus avellana*) reaches important values in some Pyrenean records

(Arba de Biel and Peña de las Forcas) whereas it is totally absent in the rest of the territory. The presence of its wood remains in archaeological contexts supports the hypothesis according to that the central Ebro Valley was a glacial refuge for temperate trees as proposed by palynologists.

During the **Recent Mesolithic** (10000-7500 cal BP) the Holocene *Climatic Optimum* occurred leading to the greatest forest development in the Mediterranean region of vegetation. Differences between the continental and coastal areas appear and become evident at this period. At both eastern and western sectors of the Ebro valley, deciduous oaks woodlands (*Quercus* sp. deciduous) are already the most exploited forest formations. Their presence was revealing a climate change with an increase in humidity and seasonality. On the contrary, woodlands in the most continental areas remains dominated by conifers. These continue being the most exploited taxa until the Middle Holocene. Mid-mountaun areas in the basin edges are dominated by supramediterranean pinewoods (*Pinus* sp. *sylvestris*) accompanied occasionally by mesophytes. One of the novelties of this period is that we have a greater amount of data from the lowlands of the central Ebro depression. The most exploited taxa in these areas were also conifers, in this case thermophilous mediterranean pinewoods (*Pinus halepensis*) accompanied by shrubs of junipers (*Juniperus* sp.). Aleppo pine pinewoods (*Pinus halepensis*) were well-established and they probably represent relict populations. The arid climatic and edaphic conditions in the lowlands, accented by the impact of the *8.2 event* (8200 cal BP) in the region, contributed to the definitive installation of these woodlands in central Ebro depression. We confirm the presence of Aleppo pine (*Pinus halepensis*) before the arrival of the Neolithic at the region and discard the hypothesis that its expansion in the territory is associated with anthropic causes.

During the **Neolithic period** (7500-4200 cal BP) we have documented the most important change in the taxonomic composition of the charcoal records in the Ebro valley. A great diversification of the exploited woodlands by Neolithic groups reveals important regional differences in the composition of vegetation cover. Pinewoods (*Pinus* sp.) have disappeared in the western sector of the Ebro valley but already remained in central sector, specially in lowlands and mid-mountain areas. In high mountain areas pinewoods are also important in the eastern and central Pyrenees. However, the consumption of deciduous oaks (*Quercus* sp. deciduous) gains presence progressively in charcoal records. We also recorded an increase in taxonomic diversity respect to the

respect to the previous epipaleolithic/mesolithic phases and the expansion of Mediterranean evergreen trees, shrubs and scrubs (*Quercus* sp. evergreen, *Pistacia* sp., *Phillyrea/Rhamnus*, *Arbutus unedo*, *Rosmarinus officinalis*, etc.) in response to both climatic and anthropic causes.

Finally, it is necessary to point out that some specific aspects have remained unfinished in spite of the important work developed in this thesis. This work constitutes a first approximation from charcoal analysis in the framework of a barely explored area. So that, obtained results generate **new questions**.

On the one hand, large **space-time gaps** still exist despite the important work developed in taxonomical identification. Data vacuum remain in some areas of the Ebro valley, as for example is the case of the south of the Ebro River, where we know just a few archaeological records. Also the data available for some periods are still scarce, as for example is the case of the onset of the Early Holocene or the second half of the Middle Holocene. Achieve the objective of filling these gaps and reaching a higher data resolution necessarily involves the definitive integration of archaeobotanical studies in general archaeological research projects as an important part of the research concerning socio-economic aspects and not as a simple annex providing paleoecological information.

On the other hand, the **potential of charcoal analysis in archaeological contexts** to understand the history of certain plant species in our study area has become evident. It is necessary lead the research to realize comparative studies in wood anatomy and particular ecology of certain species in the middle Ebro valley. Also is necessary to increase the amount of studies including archaeological and natural records and going back in time to older chronologies. In this sense, it is vital the contrastation of anthracological data obtained with other archaeobotanical disciplines, such as palynology, well developed in our study area, and carpology, which has hardly been developed yet.

Finally, we consider it will be necessary to develop further studies focused on **charcoal taphonomy** in the future. We have made an effort recording and trying to explain the causes of documented alterations in wood charcoal anatomy. However, the understanding of these aspects is enormously complex and studies in charcoal taphonomy are still scarce. In this sense, is very important to develop experimental

archaeology research programs that delve into taphonomic processes modifying charcoal assemblages from formation processes to the affection by depositional and postdepositional processes. These studies can provide us valuable information about the firewood features when it was consumed and the preferences of human groups.

In any case, we hope that the research topics sketched out here and that emerge from our work, could be developed in the close future.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A

- ABAD, J. (1970). Yacimiento prehistórico inédito en una cavidad del complejo kárstico de la Sierra de Guara. *Mediterránee*, 1-6.
- AKKEMIK, Ü., EFE, A., KAYA, Z., DEMIR, D. (2007). Wood anatomy of endemic *Rhamnus* species in the mediterranean region of Turkey. *IAWA Journal* 28 (3), 301-310.
- AGUSTÍ, B., ALCALDE, G., BURJACHS, F., BUXÓ, R., JUAN MUNS, N., OLLER, J., ROS, M.T., RUEDA, J.M., TOLEDO, A. (1987). *Dinàmica de la utilització de la cova 120 per l'home en els darrers 6000 anys*. Serie Monografica 7, Centre d'Investigacions Arqueològiques. Girona.
- ALCALDE, C., GARCÍA AMORENA, I., GARCÍA ÁLVAREZ, S., GARCÍA CALVO, D., GARCÍA GARCÍA, R., GÉNOVA, M., GIL BORRELL, P., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MALDONADO, J., MORLA, C., DEL NIDO, J., POSTIGO, J.M., REGATO, P., RÍO, S., ROIG, S., RUBIALES, J.M., SÁNCHEZ HERNANDO, L.J. (2006). Contribución de la Paleofitogeografía a la interpretación del paisaje vegetal ibérico: estado de conocimientos y nuevas perspectivas de investigación. *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales* (Fuera de serie), 40-54
- ALCALDE, G., SAÑA, M. (eds.) (2008). *Procés d'ocupació de la Bauma del Serrat del Pont (La Garrotxa) entre 7400 i 5480 cal aC*. Publicacions eventuals d'arqueologia del Museu Comarcal de la Garrotxa. Olot.
- ALCARAZ, F., CLEMENTE, M., BARREÑA, J.A., ÁLVAREZ ROGEL, J. (1999). *Manual de teoría y práctica de Geobotánica*. ICE Universidad de Murcia. Murcia.
- ALCOLEA, M. (2014). Antracología: la gestión del combustible en la ocupación mesolítica de Forcas II. En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas Universidad de Zaragoza. Prehistoria 46, 87-95.
- ALCOLEA, M. (2015). La secuencia antracológica de Forcas II (Graus, Huesca) y su contribución al conocimiento de la evolución paleoambiental holocena del Prepirineo central. *Saldvie* (15), 53-63.
- ALCOLEA, M. (2016a). Una aproximación a la arqueobotánica. Estado de la cuestión y perspectivas de los estudios antracológicos en Aragón. En J.M. Rodanes y J.I. Lorenzo (eds.): *Actas I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés*, 485-495.
- ALCOLEA, M. (2016b). El uso de los recursos vegetales leñosos en el abrigo de El Esplugón (Billobas-Sabiñánigo, Huesca). Resultados preliminares. En J.M. Rodanes y J.I. Lorenzo (eds.): *Actas I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés*. 573-580.
- ALCOLEA, M. (2016c). Mesolithic fuel use and woodland in the Middle Ebro Valley (NE Spain) through wood charcoal analysis. *Quaternary International* 431, 39-51.

- ALCOLEA, M. (en prensa). El paisaje vegetal: datos antracológicos. En P. Utrilla, R. Domingo, M. Bea (eds.): *El Arenal de la Fonseca (Ladruñán-Castellote, Teruel). Ocupaciones prehistóricas del Gravetiense al Neolítico*. Monografías Arqueológicas, 52. Universidad de Zaragoza.
- ALCOLEA, M. (inédito). *Estudio antracológico de la cueva del Gato 2 (Épila, Zaragoza). Campaña 2011*. Informe inédito, 2014.
- ALCOLEA, M. (inédito). *Informe preliminar acerca del estudio pedoantracológico de los carbones procedentes del perfil del barranco de la poza (Botorríta, Zaragoza)*. Informe inédito, 2015.
- ALCOLEA, M., DOMINGO, R., PIQUÉ, R., MONTES, L. (en prensa): Landscape and firewood at Espantalobos mesolithic site (Huesca, Spain). *Quaternary International*.
- ALCOLEA, M., UTRILLA, P., PIQUÉ, R., LABORDA, R., MAZO, C. (en prensa). Fuel and acorns: Early Neolithic plant use from Cueva de Chaves (NE Spain). *Quaternary International*.
- ALCOLEA, M., PIQUÉ, R. (en prensa). Estudi dels recursos llenyosos del neolític antic a la Cova del Vidre. En J. Bosch (dir.): *Caro, la muntanya de la llum. 12.000 – 5000 a. n. e.*
- ALCOLEA, M., TARONGI, M., AGUILERA, I. (en prensa). Estudio arqueobotánico de la Cueva de Majaladares II (Borja, Zaragoza). En J. Cambra, J.I. Lorenzo (eds.): *Actas del Congreso Nacional de Arqueología Profesional*. Zaragoza.
- ALDAY, A. (1996). El abrigo de Atxoste - Puerto de Azáceta. *Arkeoikuska: investigación arqueológica* 1996, 35-43.
- ALDAY, A. (1998). El depósito prehistórico de Kanpanoste Goikoa (Vírgala, Álava). *Memoria de las actuaciones arqueológicas. 1992 y 1993*. Memorias de Yacimientos Alaveses, 5.
- ALDAY, A. (1999). Dudas, manipulaciones y certezas para el Mesoneolítico vasco. *Zephyrus* 52, 129-72.
- ALDAY, A. (2002). Las unidades industriales mesolíticas en la alta-media cuenca del Ebro. *Complutum* 13, 19-50.
- ALDAY, A. (2004). *El campamento prehistórico de Mendandia: ocupaciones mesolíticas y neolíticas entre el 8500 y el 6400 B.P.* Colección Barandiarán 9, Fundación J.M. Barandiarán/Diputación Foral de Álava, Vitoria.
- ALDAY, A. (coord.) (2006a). *El Mesolítico de Muescas y Denticulados en la Cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular*. Memoria de Yacimientos alaveses, 11. Diputación Foral de Álava. Vitoria.
- ALDAY, A. (2006b). El Neolítico antiguo de Mendandia y la radiocronología de la primitiva industria alfarera peninsular. En A. Alday (coord.): *El legado arqueológico de los últimos cazadores en la Prehistoria de Treviño. Memoria, Arqueología en Castilla y León* 15, 639-668.
- ALDAY, A. (2007). Mésolithique et Néolithique au Pays Basque d'après l'abri de Mendandia (8500–6400BP): l'évolution de l'industrie lithique, le problème de la céramique et les stratégies d'occupation. *L'anthropologie* 111(1), 39-67.
- ALDAY, A. (2014). El yacimiento de Atxoste (Virgala, Álava). En R. Sala (ed.): *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el estrecho de Gibraltar*. Universidad de Burgos y Fundación Atapuerca. Burgos. 148-151
- ALDAY, A., MONTES, L., BALDELLOU, V. (2012). El Neolítico en la Cuenca del Ebro. En M. Rojo, R. Garrido Pena, I. García Martínez de Lagrán (coords): *El Neolítico en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Madrid. Ed. Cátedra. 291-331.

- ALDAY, A., CAVA, A. (2006). La unidad de muescas y denticulados del Mesolítico en el País Vasco: La formalización de un modelo cultural. En A. Alday (coord.): *El Mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular*. Diputación Foral de Álava. Vitoria-Gasteiz. 223-300.
- ALDAY, A., CAVA, A. (2009). El mesolítico geométrico en Vasconia. En P. Utrilla, L. Montes (eds.): *El Mesolítico Geométrico en la Península Ibérica*. Monografías Arqueológicas 44, 93-130.
- ALDAY, A., MORAL DEL HOYO, S. (2012). El dominio de la cerámica boquique: discusiones técnicas y cronoculturales. *Sagvuntvm Extra* 12, 65-80.
- ALDAY, A., SOTO, A., LÓPEZ DE HEREDIA, J., PERALES, U. (2012). El abrigo de Martinarri (Obécuri, Treviño): una ocupación del Tardiglaciario en la cuenca alta del Ebro. *Trabajos de Prehistoria* 69(2), 257-272.
- ALDAY, A., PERALES, U., SOTO, A. (en prensa). Beyond the archaeological contexts: The debate on the records of the Mesolithic and early Neolithic in the upper Ebro Basin. *Quaternary International*.
- ALLEN, H.D. (2003). Response of past and present Mediterranean ecosystems to environmental change. *Progress in Physical Geography* 27(3), 359-377.
- ALLEY, R.B., AGUSTSDOTTIR, A. M. (2005). The 8k event: cause and consequences of a major Holocene abrupt climate change. *Quaternary Sciences Review* 24, 1123-1149.
- 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. Universitat Rovira i Virgili (Tarragona).
- ALLUÉ, E. (2004). Aspectos ambientales y económicos durante el Neolítico Antiguo a partir de la secuencia antracológica de la Cova de la Guineu (Font Rubí, Barcelona). En: P. Arias, C. Ontañón, C., García-Moncón (eds.): *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Santander. 53-61.
- ALLUÉ, E. (2006). Análisis antracológico: una disciplina arqueobotánica para el conocimiento del paisaje vegetal y la explotación de los recursos forestales. En J. Enrich, J. Font, J., Sales Carbonell (coords.): *Actes Congrès d'Analítiques Aplicades a l'Arqueologia 2005*. 195-218.
- ALLUÉ, E. (2011). Estudi antracològic del jaciment de Forat de Conqueta (Santa Linya, Lleida). *Treballs d'Arqueologia* 17, 27-35.
- ALLUÉ, E., EUBA, I., CÁCERES, I., ESTEBAN, M., PÉREZ, M. J. (2005). Experimentación sobre recogida de leña en el parque faunístico de los Pirineos 'Lacuniacha' (Huesca). Una aproximación a la tafonomía del registro antracológico. *Avances en Arqueometría*, 16-19.
- ALLUÉ, E., EUBA, I., CABANES, D., CÁCERES, I., ESTEBAN, M., PÉREZ, M.J. (2007). El uso de los recursos forestales del parque faunístico de los Pirineos Lacuniacha como herramienta científica para la experimentación aplicada al paleolítico. En Ramos, M.L., González Urquijo, J.E., Baena, J. (coords.): *Arqueología experimental en la Península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio*. 89-97.
- ALLUÉ, E., EUBA, I., SOLÉ, A. (2009a). Charcoal Taphonomy: The Study of the Cell Structure and Surface Deformations of *Pinus sylvestris* type for the Understanding of Formation Processes of Archaeological Charcoal Assemblages. *Journal of Taphonomy* 7 (2/3), 57-72.
- ALLUÉ, E., GARCÍA ANTÓN, M.D. (2006). La transformación de un recurso biótico en abiótico: aspectos teóricos sobre la explotación del combustible leñoso en la prehistoria. En Martínez, G., Morgado, A., Alfonso, J.A. (coords.): *Sociedades prehistóricas, recursos abióticos y territorio*. Fundación Ibn al-Jatib de Estudios de Cooperación Cultural. 19-31.

- ALLUÉ, E., FULLOLA, J.M., MANGADO, X., PETIT, M.A., BARTROLI, R., TEJERO, J.M. (2013). La séquence anthracologique de la grotte du Parco (Alòs de Balaguer, Espagne): paysages et gestion du combustible chez les derniers chasseurs-cueilleurs. *L'anthropologie* 117, 420–435.
- ALLUÉ, E., MARTÍNEZ MORENO, J., ALONSO, N., MORA, R. (2012). Changes in the vegetation and human management of forest resources in mountain ecosystems at the beginning of MIS 1 (14.7–8 ka cal BP) in Balma Guilanyà (Southeastern Pre-Pyrenees, Spain). *Comptes Rendues Palevol* 11, 507–518.
- ALLUÉ, E., VERNET, J.L., CEBRIÀ, A. (2009b). Holocene vegetational landscapes of NE Iberia: charcoal analysis from Cova de la Guineu, Barcelona, Spain. *The Holocene* 19(5), 765–773.
- ALTUNA, J. (1978). Fauna del yacimiento prehistórico de Botiquería dels Moros, Mazaleón (Teruel). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses* 5, 139–142.
- ÁLVAREZ, A., MELGUIZO, S. (1994). Informe preliminar sobre excavaciones arqueológicas en el Abrigo del Pulido (Caspe, Zaragoza): Estratigrafía. *Arqueología Aragonesa* 1991, 79–82.
- ÁLVAREZ, A., BACHILLER, A. (1995). Excavaciones en el Abrigo del Pulido (Caspe, Zaragoza): estratigrafía niveles superiores. *Caesaraugusta* 71, 7–22.
- ANDRÉS, T. (1998). *Colectivismo funerario neo-eneolítico. Aproximación metodológica sobre datos de la cuenca alta y media del Ebro*. Institución Fernando el Católico. Diputación Provincial, Zaragoza.
- ÁNDRÉS, M.T., BENAVENTE, J.A. (1989). El yacimiento neolítico de Alonso Norte (Alcañiz, Teruel). Memoria de las prospecciones y excavaciones arqueológicas de 1984–85. *Al-Qannis* 1, 2–56.
- ANTOLÍN, F., BLANCO, A., BUXO, R., CARUSO, L., JACOMET, S., LOPEZ, O., MARLASCA, R., PALOMO, A., PIQUÉ, R., TERRADAS, X. (2013). The application of systematic sampling strategies for bioarchaeological studies in the Early Neolithic Lakeshore site of La Draga (Banyoles, Spain). *Journal of wetland archaeology* 13(1), 29–49.
- ANTOLÍN, F., BUXÓ, R. (2011). Proposal for the systematic description and taphonomic study of carbonized cereal grain assemblages: a case study of an early Neolithic funerary context in the cave of Can Sadurní (Begues, Barcelona province, Spain). *Vegetation History and Archaeobotany* 20(1), 53–66.
- ANTOLÍN, F., CARUSO, L., MENSUA, C., OLÀRIA, C., PIQUÉ, R., ALONSO, N. (2010). Forest resources exploitation in the Late Mesolithic and Early Neolithic site of Cova Fosca (Ares del Maestre, Castelle, Spain). En C. Delhon, I. Théry-Parisot, S. Thiébault (eds.): *Des hommes et des plantes. Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la préhistoire à nos jours, XXXe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*. Editions APDCA. Antibes. 317–327.
- ANTOLÍN, F., JACOMET, S. (2015). Wild fruit use among early farmers in the Neolithic (5400–2300 cal bc) in the north-east of the Iberian Peninsula: an intensive practice? *Vegetation history and archaeobotany* 24(1), 19–33.
- ANTOLÍN, F., NAVARRETE, V., SAÑA, M., VIÑERTA, Á., GASSIOT, E. (en prensa). Herders in the mountains and farmers in the plains? A comparative evaluation of the archaeobiological record from Neolithic sites in the eastern Iberian Pyrenees and the southern lower lands. *Quaternary International*.
- ARANBARRI, J. (2016). *Impactos de la variabilidad climática rápida en el paisaje vegetal del noreste peninsular durante el Holoceno a partir de datos palinológicos*. Tesis doctoral inédita. Universidad del País Vasco.

- ARANBARRI, J., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO-GARCÉS, B., MORENO, A., GIL-ROMERA, G., SEVILLA, M. GARCÍA PRIETO, E. MAGRI, D. (2014). Rapid climatic changes and resilient vegetation during the Lateglacial and Holocene in a continental region of south-western Europe. *Global and Planetary Change* 114, 50-65.
- ARANBARRI, J., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., IRIARTE, E., MORENO, A., ROJO, M., PEÑA CHOCARRO, L., VALERO, B., LEUNDA, M., GARCÍA PRIETO, E. SEVILLA-CALLEJO, M., MAGRI, D., RODRÍGUEZ-LÁZARO, J. (2015). Human–landscape interactions in the Conquezueta–Ambrona Valley (Soria, continental Iberia): From the early Neolithic land use to the origin of the current oak woodland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 436, 41-57.
- ARANBARRI, J., BARTOLOMÉ, M., ALCOLEA, M., SANCHO, C., CELANT, A., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., ARENAS, C., MAGRI, D., RODRÍGUEZ LÁZARO, J. (2016). Palaeobotanical insights from Early-Mid Holocene fluvial tufas in the Moncayo Natural Park (Iberian Range, NE Spain): Regional correlations and biogeographic implications. *Review of Palaeobotany and Palynology* 234, 31-43.
- ARMENDÁRIZ, A. (1997). Anton Koba: Cazadores azilienses en la sierra de Aitzkorri (Guipúzcoa). En P. Bueno, R. Balbín (coord.): *II Congreso de Arqueología Peninsular*. Fundación Rei Alfonso Henriques. Zamora. 297-310.
- ARNANZ, A.M. (1993). Recuperación de macrorrestos vegetales en contextos arqueológicos. *Trabajos de Prehistoria* 50(1), 229-234.
- ARRANZ OTAEGUI, A. (2015). *Beyond vegetation and plant food production. Exploring wood gathering strategies, crop husbandry and plant use at EPPNB Tell Qarassa North (south Syria)*. Tesis doctoral inédita. UPV/EHU. Vitoria-Gasteiz.
- ARRANZ OTAEGUI, A. (en prensa). Evaluating the impact of water flotation and the state of the wood in archaeological wood charcoal remains: Implications for the reconstruction of past vegetation and identification of firewood gathering strategies at Tell Qarassa North (south Syria). *Quaternary International*.
- ARRANZ OTAEGUI, A., IBÁÑEZ, J. J., ZAPATA, L. (2016). Hunter-gatherer plant use in southwest Asia: The path to agriculture. En K. Hardy, L. Kubiak-Martens (eds.): *Wild Harvest: Plants in the Hominin and Pre-Agrarian Human Worlds*. Oxbow Books, Oxford, UK. 91-110.
- ARRANZ OTAEGUI, A., LÓPEZ SÁEZ, J. A., ARAUS, J. L., PORTILLO, M., BALBO, A., IRIARTE, E., GOURICHON, L., BRAEMER, F., ZAPATA, L., IBÁÑEZ, J.J. (2017). Landscape transformations at the dawn of agriculture in southern Syria (10.7–9.9 ka cal. BP): Plant-specific responses to the impact of human activities and climate change. *Quaternary Science Reviews* 158, 145-163.
- ASOUTI, E. (1995). Woodland vegetation and the exploitation of fuel and timber at Neolithic Çatalhöyük: report on the wood charcoal macro-remains. En I. Hodder (ed.): *Inhabiting Çatalhöyük: reports from the 1995-1999*. 213-258.
- ASOUTI, E. (2003). Wood charcoal from Santorini (Thera): new evidence for climate, vegetation and timber imports in the Aegean Bronze Age. *Antiquity* 77(297), 471-484.
- ASOUTI, E., AUSTIN, P. (2005). Reconstructing woodland vegetation and its exploitation by past societies, based on the analysis and interpretation of archaeological wood charcoal macro-remains. *Environmental Archaeology* 10(1), 1-18.

- ASOUTI, E., FULLER, D.Q. (2012). From foraging to farming in the southern Levant: The development of Epipalaeolithic and Pre-Pottery Neolithic plant management strategies. *Vegetation History and Archaeobotany* 21(2), 149-162.
- ASOUTI, E., HATHER, J. (2001). Charcoal analysis and the reconstruction of ancient woodland vegetation in the Konya Basin, south-central Anatolia, Turkey: results from the Neolithic site of Çatalhöyük East. *Vegetation History and Archaeobotany* 10(1), 23-32.
- AURA, J.E. (2001). Cazadores emboscados. El Epipaleolítico el País Valenciano. En V. Villaverde (ed.): *De Neandertales a Cromañones. El inicio del poblamiento humano en tierras valencianas*. Universitat de València. 219- 238.
- AURA, J.E., CARRIÓN, Y., ESTRELLES, E., PÉREZ JORDÀ, G. (2005). Plant economy of hunter-gatherer groups at the end of the last Ice Age: plant macroremains from the cave of Santa Maira (Alacant, Spain) ca. 12000–9000 BP. *Vegetation History and Archaeobotany* 14(4), 542-550.
- AURA, J.E., CARRIÓN, Y., GARCÍA PUCHOL, O., JARDÓN GINER, P., JORDÀ, F. J., VERDASCO, C MORALES PÉREZ, J.V., PASCUAL BENITO, J.L., PÉREZ JORDÀ, G., PÉREZ RIPOLL, M., RODRIGO GARCÍA, J., MOLINA BALAGUER, L. (2006). Epipaleolítico-Mesolítico en las comarcas centrales valencianas. En A. Alday (ed.): *El mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular*. Vitoria-Gasteiz. 65-118.

B

- BADAL, E. (1984). *Contribución al estudio de la vegetación prehistórica del sur de Valencia y el Norte de Alicante a través del análisis antracológico*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Valencia.
- BADAL, E. (1987). La Antracología: Método de recogida y estudio del carbón prehistórico. *Saguntum* 21, 169-182.
- BADAL, E. (1990). *Aportaciones de la antracología al estudio del paisaje vegetal y su evolución en el Cuaternario reciente, en la costa mediterránea del País Valenciano y Andalucía (18.000-3.000 BP)*. Tesis Doctoral. Universitat de València.
- BADAL, E. (1992): L'antracologie préhistorique: à propos de certains problèmes méthodologiques. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités botaniques* 139(2/3/4), 167-189.
- BADAL, E. (1999). El potencial pecuario de la vegetación mediterránea: las cuevas redil. *Saguntum* Extra 2, 69-76.
- BADAL, E. (2001). Leña al fuego. En V. Villaverde (ed.): *De neandertales a cromañones: el inicio del poblamiento en las tierras valencianas*. Servei de Publicacions Universidad de Valencia. 105-106.
- BADAL, E. (2004). Análisis antracológico de los restos del fuego doméstico en el abrigo de Los Baños (Ariño, Teruel). En P. Utrilla, P., J.M. Rodanés (eds.): *Un asentamiento epipaleolítico en el Valle del Río Martín. El abrigo de los Baños (Ariño, Teruel)*. Universidad de Zaragoza. Monografías Arqueológicas 36, 63-74.
- BADAL, E. (2005). Nuevas aplicaciones de la antracología o de la identificación botánica del carbón y la madera. En J. Molera, J. Farjas, P. Roura, T. Pradell (coords.): *Avances en Arqueometria 2005. Actas del IV Congreso de Arqueometria*. Girona. 37-44.
- BADAL, E. (2006). Carbones y cenizas, ¿qué nos cuentan del pasado? En J.S. Carrión, S. Fernández, N. Fuentes (coords.): *Paleoambientes y cambio climático*. Fundación Séneca. Murcia. 103-116.

- BADAL, E. (2009). El combustible y el paisaje vegetal. En J.V. Picazo, J.M. Rodanés (dirs.): *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza)*. Gobierno de Aragón. Zaragoza. 132-155.
- BADAL, E. (2009b). Estudio antracológico de la secuencia holocena de la Cova de les Cendres. En J. Bernabeu, Ll. Molina (eds.): *La Cova de les Cendres (Moraira-Taulada, Alicante)*. MARQ. Museo Arqueológico provincial de Alicante. Serie Mayor 6, 125-134.
- BADAL, E. (2013). El uso de los vegetales leñosos en el Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza) durante la ocupación mesolítica. En J.M. Rodanés, J.V. Picazo (eds.): *El campamento mesolítico del Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza)*. Universidad de Zaragoza. Monografías Arqueológicas 45, 83-99.
- BADAL, E., BERNABEU, J., VERNET, J. L. (1994). Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000–4000 BP) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany* 3(3), 155-166.
- BADAL, E., CARRIÓN, Y. (2001). Del glaciario al interglaciario: Los paisajes vegetales a partir de los restos carbonizados hallados en las cuevas de Alicante. En V. Villaverde (ed.): *De neardentales a cromañones: el inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas*. Servei de Publicacions Universidad de Valencia. 21-40.
- BADAL, E., CARRIÓN, Y. (2004). La presencia de hongos e insectos xilófagos en el carbón arqueológico: propuestas de interpretación. En J., Martín Calleja, M.J. Feliu Ortega, M.C. Edreira (coords.): *Avances en arqueometría 2003* Servicio de Publicaciones Universidad de Cádiz. 98-106.
- BADAL, E., CARRIÓN, Y., FIGUEIRAL, I., RODRÍGUEZ ARIZA, M. O. (2012). Pinares y enebrales. El paisaje solutrense en Iberia. *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I. Prehistoria y Arqueología* 5, 259-271.
- BADAL, E., CARRIÓN, Y., NTINOU, M., MOSKAL, M., VIDAL, P. (2016). Punto de encuentro: los bosques neolíticos en varias regiones de Europa. En H. Bonet (ed.): *Del Neolític a l'Edat del Bronze en el Mediterrani occidental. Estudis en homenatge a Bernat Martí Oliver*. Museo de Prehistoria de Valencia, Diputación de Valencia (Trabajos Varios del SIP, 119). Valencia. 275-292.
- BADAL, E., CARRIÓN, Y., PICAZO, J.V., RODANÉS, J.M. (2008): Los usos de los vegetales en el Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza) durante la Edad del Hierro. En S. Rovira, M. García Heras, M. Gener, I. Montero (eds.): *Actas III Congreso Ibérico de Arqueometría*. Madrid. 5-19.
- BADAL, E., CARRIÓN, Y., RIVERA, D. UZQUIANO, P. (2003). La arqueobotánica en cuevas y abrigo: objetivos y métodos de muestreo. En R. Buxó y R. Piqué (dirs.): *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. 17-27.
- BADAL, E., GRAU, E. (1986). El paisaje vegetal eneolítico de la comarca valenciana de La Safor a través del análisis antracológico. En J. Gil Albert (ed.): *El Eneolítico en el País Valenciano*. Diputación Provincial de Alicante. 35-42.
- BADAL, E., MARTÍNEZ VAREA, C. (en prensa). Different parts of the same plants. Charcoals and seeds from Cova de les Cendres (Alicante, Spain). *Quaternary International*.
- BALDELLOU, V. (1982). El Neolítico de la cerámica impresa en el Alto Aragón. En *Le Néolithique Ancien Méditerranéen. Archéologie en Languedoc*. Actes du Colloque International de Préhistoire, Montpellier, 1981. Archéologie en Languedoc, nº spécial, 165-180.
- BALDELLOU, V. (1985). La Cueva del Forcón (La Fueva-Huesca). *Bolskan* 1, 149-176.

- BALDELLOU, V. (1987). Avance al estudio de la Espluga de la Puyascada. *Bolskan* 4, 3-42.
- BALDELLOU, V. (1994). Algunos comentarios sobre el Neolítico en Aragón. *Bolskan* 11, 33-51
- BALDELLOU, V. (2011). La cueva de Chaves (Bastaras-Casbas, Huesca). En J. Bernabeu, M. Rojo, L. Molina (coords.): *Las primeras producciones cerámicas en el VI milenio cal. AC en la Península Ibérica. Saguntum Extra* 12, 141-144.
- BALDELLOU, V., CASTAN, A. (1983). Excavaciones en la Cueva de Chaves de Bastarás (Casbas-Huesca). *Bolskan* 1, 9-39.
- BALDELLOU, V., MESTRES, J. (1981). Les Guixeres de Vilobí, hàbitat del Neolític Antic a l'aire lliure. En *El Neolític a Catalunya Taula Rodona de Montserrat 1980*. Publicacions de l'Abadia de Montserrat. Barcelona. 69-74.
- BALDELLOU, V., MESTRES, J., MARTÍ, B., JUAN CAVANILLES, J. (1989). *El Neolítico antiguo: los primeros agricultores y ganaderos en Aragón, Cataluña y Valencia*. Diputación Provincial de Huesca.
- BALDELLOU, V., RAMÓN, N. (1995). Estudio de los materiales cerámicos neolíticos del conjunto de Olvena. *Bolskan* 12, 105-169.
- BALDELLOU, V., UTRILLA P. (1999). Le Néolithique en Aragon. En J. Vaquer (ed.): *Le Néolithique du Nord-Ouest méditerranéen*. XXIV Congrès Préhistorique de France. Carcassonne. 223-237.
- BALDELLOU, V., UTRILLA, P., GARCÍA GAZÓLAZ, J. (2012). Variscita de Can Tintorer en el Neolítico Antiguo del Valle Medio del Ebro. *Rubricatum* 5 (Congrés Internacional Xarxes al Neolític Bellaterra, 2011), 307-314
- BALDEÓN, A., GARCÍA, E., ORTIZ, L., LOBO, P. (1983). Excavaciones en el yacimiento de Fuente Hoz (Anúcita, Álava). *Estudios de Arqueología Alavesa* 11, 7-68.
- BALOUT, L. (1952). A propos des charbons préhistoriques. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord* 43, 160-163.
- BARANDIARÁN, I. (1978). El abrigo de la Botiquería dels Moros, Mazaleón (Teruel). Excavaciones arqueológicas de 1974. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense* 5, 49-138.
- BARANDIARÁN, I. (1982). Datación del C14 de la cueva de Zatoya. *Trabajos de arqueología Navarra* 2, 43-57.
- BARANDIARÁN, I. (1993-1994). Cueva de Berroberría (Urdax). Informe de las campañas de excavación V (1990), VI (1991), VII (1992) y VIII (1993). *Trabajos de Arqueología Navarra* 11, 243-247.
- BARANDIARÁN, I., CAVA, A. (1981). Epipaleolítico y Neolítico en el abrigo de Costalena (Bajo Aragón). *Baja Aragon Prehistoria* 3, 5-20.
- BARANDIARÁN, I., CAVA, A. (1989). *La ocupación prehistórica del abrigo de Costalena (Maella, Zaragoza)*. Arqueología y Paleontología 6. Diputación General de Aragón. Zaragoza.
- BARANDIARÁN, I., CAVA, A. (1989). El yacimiento arqueológico de Zatoya y las condiciones de su ocupación desde fines del Tardiglaciario a mediados del Holoceno. En I. Barandiarán y A. Cava (eds.): *El yacimiento prehistórico de Zatoya (Navarra). Evolución ambiental y cultural a fines del Tardiglaciario y en la primera mitad del Holoceno*. Trabajos de Arqueología Navarra 8, 291-351.
- BARANDIARÁN, I., CAVA, A. (1992). Caracteres industriales del Epipaleolítico y Neolítico en Aragón: su referencia a los yacimientos levantinos. En P. Utrilla (ed.): *Aragón/litoral mediterráneo: Intercambios culturales durante la Prehistoria*. 181-196.

- BARANDIARÁN, I., CAVA, A. (2000). A propósito de unas fechas del Bajo Aragón: reflexiones sobre el Mesolítico y el Neolítico en la cuenca del Ebro. *SPAL* 9, 293-326.
- BARANDIARÁN, I., CAVA, A. (2001a). El Paleolítico superior de la cueva de Zatoya (Navarra): actualización de los datos en 1997. *Trabajos de Arqueología Navarra* 15, 5-100.
- BARANDIARÁN, I., CAVA, A. (2001b). *Cazadores-Recolectores en el Pirineo navarro. El sitio de Aizpea entre 8000 y el 6000 años antes de ahora. Veleia* Serie Mayor 10. Vitoria-Gasteiz.
- BARANDIARÁN, I., CAVA, A. (2008). *Cazadores y tallistas en el abrigo de Portugain. Una ocupación de Urbasa durante el Tardiglaciario*. Fundación José Miguel de Barandiarán. Vitoria-Gasteiz.
- BARANDIARÁN, I., CAVA, A., ALDAY, A. (2006). Ocupaciones de altura e interior durante el Tardiglaciario: la Llanada alavesa y sus estribaciones montañosas. *Zona Arqueológica* 7. Miscelánea en Homenaje a Victoria Cabrera, 534-551.
- BARDAJÍ RUÍZ, J.A. (2005). Flora y vegetación en la comarca de Bajo Aragón Caspe. En M. Caballú, F.J. Cortés (coords.): *Comarca de Bajo Aragón-Caspe*. Colección territorio 30, 45-57.
- BAREFOOT, A.C., HANKINS, F.W. (1982). *Identification of Modern and Tertiary Woods*. Clarendon Press. Oxford.
- BATON, F., TU, T.T.N., DERENNE, S., DELORME, A., DELARUE, F., DUFRAISSE, A. (en prensa). Tree-ring $\delta^{13}C$ of archeological charcoals as indicator of past climatic seasonality. A case study from the Neolithic settlements of Lake Chalain (Jura, France). *Quaternary International*.
- BAZILE-ROBERT, E. (1979). Flore et végétation du sud de la France pendant la dernière glaciation d'après l'analyse anthracologique. Tesis doctoral inédita. Université des Sciences et techniques du Languedoc. Montpellier.
- BAZILE-ROBERT, E. (1980). Les groupements à *Amygdalus* et *Prunus* de la fin du Tardiglaciario et du début du Postglaciario en Méditerranée Nord-Occidentale. *Géobios* 13(5), 777-781.
- BEA, M., DOMINGO, R., PÉREZ LAMBÁN, F., URIBE, P., REKLAITYTE, I. (2012). La Ambrolla (La Muela, Zaragoza). *Sagvntvm Extra* 12, 145-146.
- BENAVENTE, J.A., ANDRÉS, T. (1985). La excavación de urgencia de Alonso Norte (Alcañiz, Teruel). *Arqueología Aragonesa* 1985, 37-41.
- BENAVENTE, J.A., ANDRÉS, T. (1989). El yacimiento neolítico de Alonso Norte (Alcañiz, Teruel). Memoria de las prospecciones y excavaciones arqueológicas de 1984-85. *Al-Qannis* 1, 2-56.
- BENAVENTE, J.A., NAVARRO, C., STEVENSON, A.C., MACKLIN, M.G., PASSMORE, D., DAVIS, B.A.S. (1994). Datos para el estudio de la evolución medioambiental del área edorreica de Alcañiz (Teruel). En *Jornadas sobre el futuro de las saladas de los Monegros y el Bajo Aragón*. IFC-CECBAC. Caspe. 137-150.
- BENNETT, K.D., TZEDAKIS, P.C., WILLIS, K.J. (1991). Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography* 18(1), 103-115.
- BERDEJO, A., OBÓN, A. (2013). Un nuevo yacimiento Neolítico Antiguo en el Prepirineo central. *Bolskan* 24, 139-144.
- BERGEDÀ, M.M. (1996). *Contribució a l'estudi geoarqueològic dels assentaments prehistòrics del pleistocè superior i l'holocè inicial a Catalunya*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- BERGADÀ, M. M. (1997) Actividad antrópica en el Neolítico Antiguo catalán a través del análisis micromorfológico. *Trabajos de Prehistoria* 54(2), 151-162.

- BERGADÀ, M. M. (1998). *Estudio gearqueológico de los asentamientos prehistóricos del Pleistoceno superior y Holoceno inicial en Cataluña*. Oxford. BAR International Series, 742.
- BERIHUETE, M., ALCOLEA, M., PIQUÉ, R., BAENA, J. (2017). Explotación de recursos vegetales en el Mesolítico: el sitio Parque Darwin (Madrid). En J. Fernández Eraso, J.A. Mujika, A. Arrizabalaga, M. García Díez (eds.): *Miscelánea en Homenaje a Lydia Zapata Peña (1965-2015)*. Servicio Editorial UPV/EHU. Universidad del País Vasco. 83-106.
- BERIHUETE, M., ANTOLÍN, F. (2012). A les avellanes, foc i flames: Tafonomia i quantificació de les closques d'avellana recuperades en contextos arqueològics. Revisió del registre documentat a la Península Ibèrica. *Cypsela* 19, 281-294.
- BERIHUETE, M., ANTOLÍN, F., LOPEZ, O. (2014). The exploitation of wild plant resources: methodological, archaeobotanical and ethnobotanical approaches to the identification of their type of management and its social implications. *The European Archaeologist* 42, 43-44
- BERIHUETE, A. M., LOZOVSKAYA, O. (2014). Evolution of plant use at the wetland site Zamostje 2, Russia: first results. En *Paleoenvironment and Models of adaptations of lake settlements in the Mesolithic and Neolithic of the forest zone of Eastern Europe. Materials of the International Conference, May, 19-21, 2014*. San Petesburgo. 74-79.
- BERIHUETE, M., PIQUÉ, R. (2006). Semillas, frutas, leña, madera: el consumo de plantas entre las sociedades cazadoras-recolectoras. *Revista atlántica mediterránea de prehistoria y arqueología social* 8, 35-51.
- BERNABEU, J. (1982). La evolución del Neolítico en el País Valenciano. Aportaciones al conocimiento de las culturas neolíticas en el extremo occidental del Mediterráneo. *Revista del Instituto de Estudios Alicantinos* 37, 85-137.
- BERNABEU, J., AURA, J.E., BADAL, E. (1993). *Al oeste del edén: las primeras sociedades agrícolas en la Europa mediterránea*. Ed. Síntesis. Madrid.
- BERNABEU, J., BADAL, E., (1990). Imagen de la vegetación y utilización económica del bosque en los asentamientos neolíticos de Jovades y Niuat (Alicante). *Archivo de Prehistoria Levantina* 20, 143-166.
- BERNABEU, J., BARTON, C.M., PARDO, S., BERGINC, S.M. (2015). Modeling initial Neolithic dispersal. The first agricultural groups in West Mediterranean. *Ecological Modelling* 307, 22-31.
- BERNABEU, J., FUMANAL, M.P. (2009). La excavación. Estratigrafía y dataciones C14. En J. Bernabeu, Ll. Molina (eds.): *La Cova de les Cendres (Moraira-Teulada, Alicante)*. MARQ. Museo Arqueológico Provincial de Alicante. Serie Mayor 6, 55-84.
- BERNABEU, J., GARCÍA PUCHOL, O., BARTON, C.M., McCLURE, S., PARDO, S. (2016). Radiocarbon dates, climatic events, and social dynamics during the Early Neolithic in Mediterranean Iberia. *Quaternary International* 403, 201-210.
- BERNABEU, J., GÓMEZ PÉREZ, O., MOLINA BALAGUER, L., GARCÍA BORJA, P. (2012). La cerámica neolítica durante el VI milenio cal AC en el Mediterráneo central peninsular. *Sagvntvm Extra* 12, 153-178.
- BERNABEU, J., MARTÍ, B. (2014). The first agricultural groups in the Iberian Peninsula. En *Transitions in the Mediterranean or how hunters became farmers*. Archives d'Écologie Préhistorique. Ed. Errance. Tolouse. 419-438.
- BATTENTIER, J., THIEBAULT, S., BINDER, D., THERY-PARISO, I., CARRE, A., DELHON, C. (2015). L'abri Pendimoun (Castellar, Alpes-maritimes): nouvelles données sur l'évolution du

- couvert forestier et l'exploitation du milieu au néolithique (5800-2000 ans cal. BCE). *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 26(4), 279-293.
- BINDER, D., BOURGEOIS, G., BENOIST, F., VITRY, C. (1990). Identification de brai de bouleau (*Betula*) dans le néolithique de Giribaldi (Nice, France) par la spectrométrie de masse. *Revue d'Archéométrie* 14, 37-42.
- BINFORD, L.R. (1968). *New Perspectives in Archaeology*. Aldine Publishing Company. Chicago.
- BINFORD, L.R. (1972). *An archaeological perspective*. New York Seminar Press.
- BISHOP, R.R., CHURCH, M.J., ROWLEY-CONWY, P.A. (2015). Firewood, food and human niche construction: the potential role of Mesolithic hunter-gatherers in actively structuring Scotland's woodlands. *Quaternary Science Reviews* 108, 51-75.
- BLANCO TOMÁS, M. J. (1989). Alonso Norte (Alcañiz) Análisis polínico. En J.A. Benavente, T. Andrés (eds.): El yacimiento neolítico de Alonso Norte (Alcañiz, Teruel). Memoria de las prospecciones y excavaciones arqueológicas de 1984-85. *Al-Qannis* 1, 2-56.
- BLASCO, M.F., CASTAÑOS, P. (2014a) Estudio arqueozoológico de Forcas I (Graus, Huesca). En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas Universidad de Zaragoza. Prehistoria 46, 299-307.
- BLASCO, M.F., CASTAÑOS, P. (2014b) Estudio arqueozoológico de Forcas II (Graus, Huesca). En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas Universidad de Zaragoza. Prehistoria 46, 307-322.
- BLASCO, M. F., RODANÉS, J. M. (2009). Las fases de ocupación de la cueva del Gato 2 (Épila, Zaragoza). *Saldvie* 9, 311-334.
- BLOCKLEY, S.P.E., LANE, C.S., HARDIMAN, M., RASMUSSEN, S.O., SEIERSTAD, I.K., STEFFENSEN, J.P., SVENSSON, A., LOTTER, A.F., TURNEY, C.S.M., BRONK RAMSEY, C. (2012). Synchronisation of palaeoenvironmental records over the last 60,000 years, and an extended INTIMATE1 event stratigraphy to 48,000 b2k. *Quaternary Science Reviews* 36, 2-10.
- BOGDANOVIC, I., PALOMO, A., PIQUÉ, R., ROSILLO, R., LÓPEZ BULTÓ, O. (2016). Memòria dels treballs arqueològics desenvolupats al jaciment neolític de coves del Fem i de les prospeccions a la conca del riu Montsant (Ulldemolins). 2013-2016. Informe inédito.
- BOLAÑOS, M. M. (1960). Las plantas leñosas en la alimentación y pastoreo de la ganadería española. *Montes* 16, 347-351
- BOND, G., SHOWERS, W., CHESEBY, M., LOTTI, R., ALMASI, P., PRIORE, P., CULLEN, H., HADJAS, I., BONANI, G. (1997). A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates. *Science* 278(5341), 1257-1266.
- BOND, G. C., SHOWERS, W., ELLIOT, M., EVANS, M., LOTTI, R., HAJDAS, I., BONANI, G., JOHNSON, S. (1999). The North Atlantic's 1-2 Kyr Climate Rhythm: Relation to Heinrich Events, Dansgaard/Oeschger Cycles and the Little Ice Age. *Mechanisms of global climate change at millennial time scales* 112, 35-58.
- BOND, G., KROMER, B., BEER, J., MUSCHELER, R., EVANS, M. N., SHOWERS, W., HOFFMANN, S., LOTTI-BOND, R., HADJAS, I. BONANI, G. (2001). Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science* 294(5549), 2130-2136.

- BORRELL, F., BOSCH, J., VICENTE, O. (2009). Datacions per radiocarboni a les mines neolítiques de la serra de les Ferreres de Gavà. *Rubricatum* 4, 241-246.
- BOSCH, A., BUXÓ, R., PALOMO, A., BUCH, M., MATEU, J., TABERNERO, E., CASEADEVALL, J. (1999). El Poblado de Plansallosa y la neolitización del valle del Llierca (Prepirineo oriental). En J. Bernabeu, T. Orozko (eds.): *Actes del II Congrés del Neolític a la Península Ibérica*. Universidad de Valencia. *Sagvntvn* Extra 2, 329-335.
- BOSCH, A., CHINCHILLA, J., TARRÚS, J. (2000). *El poblat lacustre neolític de La Draga. Excavacions de 1990 a 1998*. Monografias del CASC 2. Museu d'Arqueologia de Catalunya. Girona.
- BOSCH, A.; CHINCHILLA, J., TARRUS, J. (2006). *Els objectes de fusta del poblat neolític de La Draga. Excavacions 1995-2005*. Monografies del CASC 6. Museu d'Arqueologia de Catalunya. Girona.
- BOSCH, À., MERCADAL, O., TARRÚS, J. (1988-1989). La cova sepulcral del neolític antic de l'Avellaner. *Tribuna d'Arqueologia* 1989, 15-27.
- BOSCH, J. (1989). *Memòria de les excavacions 1989: el Molló de la Torre (Amposta, Montsià)*. Informe inédito.
- BOSCH, J. (2001). Les ocupacions prehistòriques de caçadors recol·lectors a la Cova del Vidre (Roquetes). Assentament i clima. *Recerca* 5, 9-20.
- BOSCH, J. (2015a). La Cueva del Vidre (Roquetes, Bajo Ebro). Asentamiento del Mesolítico y del Neolítico Antiguo en la Cordillera Costera Catalana meridional. En V. Gonçalves, M. Diniz, A.C. Sousa (eds.): *Actas del 5º Congresso do Neolítico peninsular*. Lisboa.182-189.
- BOSCH, J. (2015b). La cerámica de la Cova del Vidre (Roquetes) y el Neolítico Cardial Franco-Ibérico. En H. Bonet (ed.): *Del neolític a l'edat del bronze en el Mediterrani occidental. Estudis en Homenatge a Bernat Martí Oliver*. TV SIP 117, Valencia. 109-116.
- BOSCH J., FORCADELL, T., VILLALBÍ, M.M. (1996). El "Barranc de Fabra": asentamiento de inicios del IV milenio a.C. en el curso inferior del Ebro. *Rubricatum* 1(1), 391-396.
- BOUBY, L. (2014). *Agriculture dans le bassin du Rhône du bronze final à l'antiquité. Agrobiodiversité, économie, cultures*. Ed. Archives d'Écologie Préhistorique. Toulouse.
- BRAADBAART, F., POOLE, I. (2008). Morphological, chemical and physical changes during charcoalification of wood and its relevance to archaeological contexts. *Journal of Archaeological Science* 35, 2434- 2445.
- BRAADBAART, F., POOLE, I., VAN BRUSSEL, A.A. (2009). Preservation potential of charcoal in alkaline environments: an experimental approach and implications for the archaeological record. *Journal of archaeological science* 36(8), 1672-1679.
- BRAUN, J., BÓLOS, O. (1987). *Las Comunidades Vegetales de la depresión del Ebro y su dinamismo*. Delegación de Medio Ambiente. Ayuntamiento de Zaragoza.
- BREUIL, H. (1903). Les fouilles dans le grotte du Mas d'Azil (Ariège). *Bulletin Archéologique*, 421-436.
- BREWER, S., CHEDDADI, R., DE BEAULIEU, J.L., REILLE, M. (2002). The spread of deciduous *Quercus* throughout Europe since the last glacial period. *Forest Ecology and Management* 156, 27-48.
- BRIET, L. (1909). Les grottes de Bastaras. *Spelunca* 55, 114-131.

- BROECKER, W. S., KENNETT, J. P., FLOWER, B. P., TELLER, J. T., TRUMBORE, S., BONANI, G., WOLFLI, W. (1989). Routing of meltwater from the Laurentide Ice Sheet during the Younger Dryas cold episode. *Nature* 341, 318–321
- BRONK RAMSEY, C., LEE, S. (2013). Recent and planned developments of the program OxCal. *Radiocarbon* 55(2/3), 720-730.
- BURJACHS, F., GIRALT, S., RIERA, S., ROCA, J. R., JULIÀ, R. (1996). Evolución paleoclimática durante el último ciclo glacial en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica. *Notes de Geografia Física* 25, 21-39.
- BURJACHS, F., JONES, S.E., GIRALT, S., FERNÁNDEZ LÓPEZ DE PABLO, J. (2016). Lateglacial to Early Holocene recursive aridity events in the SE Mediterranean Iberian Peninsula: The Salines playa lake case study. *Quaternary International* 403, 187-200.
- BURILLO, F., MARTÍN, A., PICAZO, J. (1989). Informe sobre las pinturas levantinas del Arenal de Fonseca (Ladruñán-Castellote, Teruel). *Arqueología Aragonesa* 10, 19-22.
- BUXÓ, R. (1990). *Metodología y técnicas para la recuperación de restos vegetales (en especial referencia a semillas y frutos) en yacimientos arqueológicos*. Cahier Noir 5. Ayuntamiento de Girona.
- BUXÓ, R. (1997). *Arqueología de las plantas: la explotación económica de las semillas y los frutos en el marco mediterráneo de la Península Ibérica*. Barcelona. Ed. Critica.
- BUXÓ, R., PIQUÉ, R. (dirs.). (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*. Encuentro Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica. Barcelona.
- BUXÓ, R., PIQUÉ, R. (2008). *Arqueobotánica: los usos de las plantas en la península Ibérica*. Barcelona. Ed. Ariel.
- C
- CAHEN, D., GYSELS, J. (1983). Techniques et fonctions dans l'industrie lithique du groupe de Blicquy (Belgique). *Travaux de la Maison de l'Orient* 5(1), 37-52.
- CARMONA, P. (en prensa) Estudio sedimentológico. En P. Utrilla, R. Domingo, M. Bea (eds.): *El Arenal de la Fonseca (Ladruñán-Castellote, Teruel). Ocupaciones prehistóricas del Gravetiense al Neolítico*. Monografías Arqueológicas 52. Universidad de Zaragoza.
- CARRIÓN, J.S., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., LÓPEZ SÁEZ, J.A., LÓPEZ GARCÍA, P., DUPRÉ, M. (2009). Quaternary pollen analysis in the Iberian Peninsula: the value of negative results. *Internet Archaeology* 25.
- CARRIÓN, J.S., MUNUERA, M., DUPRÉ, M., ANDRADE, A. (2001). Abrupt vegetation changes in the Segura Mountains of southern Spain throughout the Holocene. *Journal of Ecology* 89, 783-797.
- CARRIÓN, J. S., YLL, E. I., WALKER, M. J., LEGAZ, A. J., CHAÍN, C., LÓPEZ, A. (2003). Glacial refugia of temperate, Mediterranean and Ibero-North African flora in south-eastern Spain: new evidence from cave pollen at two Neanderthal man sites. *Global Ecology and Biogeography* 12(2), 119-129.

- CARRIÓN, J.S., YLL, E.I., WILLIS, K.J., SÁNCHEZ, P. (2004). Holocene forest history of the eastern plateaux in the Segura Mountains (Murcia, southeastern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 132, 219–236.
- CARRIÓN, J.S., FERNÁNDEZ, S., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., GIL ROMERA, G., BADAL, E., CARRIÓN, Y., LÓPEZ-MERINO, L., LÓPEZ SÁEZ, J.A., FIERRO, E., BURJACHS, F., (2010). Expected trends and surprises in the Lateglacial and Holocene vegetation history of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162, 458–475.
- CARRIÓN, Y. (2002). Charcoal analysis at La Falaguerra rockshelter (Alcoi, Alacant, Spain) from the Mesolithic to the Bronze Age: Landscape and the use of plant resources. En S. Thièbault (ed.): *Chacoal Analysis. Methodological Approaches, Palaeoecological Records and Wood Uses. Proceedings of the Second Intenational Meeting of Anthracology, Paris*. BAR International Series 1063, 103-108.
- CARRIÓN, Y. (2003). *Afinidades y diferencias de las secuencias antracológicas en las vertientes mediterránea y atlántica de la península Ibérica*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia
- CARRIÓN, Y. (2005a): *La vegetación mediterránea y atlántica de la Península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas*. Museu de Prèhistoria de València. Serie Trabajos Varios 104. Valencia.
- CARRIÓN, Y. (2005b). Dendrología y arqueología: las huellas del clima y de la explotación humana de la madera. En J. Molera, J. Farjas, P. Roura, T. Pradell (eds.): *VI Congreso Ibérico de Arqueometría*. 273-282.
- CARRIÓN, Y. (2007): Woodland in the middle Ebro valley (Spain). Dendrological analysis of archaeological timber from Bell Baker and Iron Age periods. *ArchéoSciences* 31, 151-161.
- CARRIÓN, Y. (2009): La construcción en madera. En J.V. Picazo, J. M. Rodanés, (dirs.): *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza)*. Gobierno de Aragón. 155-169.
- CARRIÓN, Y. (inédito). Informe de los restos vegetales de la cueva del Gato 2 (Épila, Zaragoza). Informe inédito.
- CARRIÓN, Y., NTINOU, M., BADAL, E. (2010). *Olea europaea* L. in the north Mediterranean Basin during the Pleniglacial and the Early–Middle Holocene. *Quaternary Science Reviews* 29(7), 952-968.
- CARUSO, L. (2012). *Modalidades y uso del material leñoso entre grupos cazadores-recolectores patagónicos (Argentina)*. *Métodos y técnicas de estudio del material leñoso arqueológico*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- CARUSO, L. (2013). *Los recursos vegetales en arqueología. Estrategias de muestreo y estudio del material leñoso*. Editorial Dunken. Buenos Aires.
- CARUSO, L., CIVALERO, M. T. (2014). Holocene landscape changes and wood use in Patagonia: Plant macroremains from Cerro Casa de Piedra 7. *The Holocene* 24(2), 188-197.
- CARUSO, L., PIQUÉ, R. (2014). Landscape and forest exploitation at the ancient Neolithic site of La Draga (Banyoles, Spain). *The Holocene* 24(3), 266-273.
- CARUSO, L., THÉRY-PARISOT, I. (2011). Experimentation and combustion properties of Patagonian Andean wood. *Sagvntvm Extra* 11, 39–40.
- CARUSO, L., THÉRY-PARISOT, I., PIQUÉ, R. (2013). ¿Recolectar o cortar? Modalidades de adquisición del material leñoso en cazadores-recolectores de Patagonia. En *Acta del VIII Jornadas de Arqueología de la Patagonia*. 281-287.

- CARUSO, L., IRIARTE, E., BORRERO, L.A. (2015). Tracing driftwood in archaeological contexts: experimental data and anthracological studies at the Orejas De Burro 1 Site (Patagonia, Argentina). *Archaeometry* 57(1), 175-193.
- CARUSO, L., VELÁZQUEZ, N., MARTÍNEZ TOSTO, A.C., YAGUEDDÚ, C., BURRY, L.S., CIVALERO, M T. (en prensa). Multiproxy study of plant remains from Cerro Casa de Piedra 7 (Patagonia, Argentina). *Quaternary International*.
- CASTAÑOS, P. (1993). Estudios de los macromamíferos de los niveles paleolíticos de la cueva de Chaves. *Bolskan* 10, 9-30.
- CASTAÑOS, P. (2004a). Estudio Arqueozoológico de los macromamíferos del Neolítico de la cueva de Chaves (Huesca). *Saldvie* 4, 125-172.
- CASTAÑOS, P. (2004b). Estudio arqueozoológico de la fauna de Mendandía (Sáseta, Treviño). En A. Alday, A. (ed.): *El campamento prehistórico de Mendandía: ocupaciones mesolíticas y neolíticas entre el 8500 y el 6400 B.P.* Colección Barandiarán 9. Diputación Foral de Álava. Vitoria. 427-449.
- CASTELLETTI, L. (1975). Depositi mesolitico del passo della Comunelle (reggio E.), Apennino Tosco-Emiliano. *Preistoria Alpina* 11, 148-154.
- CASTROVIEJO, S. (Coord. Gen.) (1986-2012). *Flora Iberica*. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- CAVA, A. (1994). El Mesolítico en la Cuenca del Ebro: un estado de la cuestión. *Zephyrus* 47, 65-91.
- CAVA, A. (2000). La industria lítica del Neolítico de Chaves (Huesca). *Saldvie* 1, 77-164.
- CAVA, A. (2004a). Los procesos culturales del comienzo del Holoceno en la cuenca del Ebro y su contextualización. *Saldvie* 4, 17-40.
- CAVA, A. (2004b). *La ocupacion prehistórica de Kanpanoste en el contexto de los cazadores-recolectores del Mesolítico*. Memorias yacimientos alaveses 9. Vitoria.
- CAVA, A., ALDAY, A., TARRIÑO, A. (2007-2008). La circulación de materia primas líticas en la transición Mesolítico/Neolítico antiguo en el País Vasco. Los abrigos de Mendandía, Kanpanoste y Aizpea. *Homenaje a Ignacio Barandiarán Maestu. Veleia* 24-25, 581-609.
- CAVA, A, BEGUIRISTAIN, M.A. (1991-1992). El yacimiento prehistórico del abrigo de la Peña (Marañón, Navarra). *Trabajos de Arqueología Navarra* 10, 69-116.
- CEBALLOS, L. (1959). Pasado y presente del bosque en la región mediterránea. *Montes* 90, 587-596.
- CEBRIÀ, A., FULLOLA, J.M., GARCÍA ARGÜELLES, P., GRACIA, V., MILLAN, M. (1981). Avance al estudio de los asentamientos con cerámica del Filador (Margalef de Montsant, Priorat, Tarragona). *Saguntum* 16, 37-61.
- CELMA, M. (2015). *El estado forestal de El Argar (ca. 2200-1550 cal ANE). Nuevas aportaciones antracológicas desde La Bastida (Murcia, España) para el conocimiento paleoecológico y paleoeconómico de la Prehistoria Reciente*. Tesis doctoral inédita. Universitat Autònoma de Barcelona.
- CHABAL, L. (1982). *Méthode de prélèvement des bois carbonisés protohistoriques pour l'étude des relations Homme-végétation (Exemple d'un habitat de l'Age du Fer: Le Marduel - Saint Bonnet du gard - Fin VIII- fin 1er siècle avant J.C.)*. Trabajo de DEA. Universidad de Montpellier II.
- CHABAL, L. (1988). Pourquoi et comment prélever les charbons de bois pur la période antique: les méthodes utilisées sur le site de Lattes (Hérault). *Lattara* 1, 187-222.

- CHABAL, L. (1991). *L'homme et l'évolution de la végétation méditerranéenne, des âges des métaux à la période romaine: recherches anthracologiques théoriques, appliquées principalement à des sites du Bas Languedoc*. Tesis doctoral. Universidad de Montpellier II.
- CHABAL, L. (1992): La représentativité paléoécologique des charbons de bois archéologiques issus du bois de feu. *Bulletin de la Société Botanique de France* 139 (2/3/4), 213-236.
- CHABAL, L. (1997). *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive): l'anthracologie, méthode et paléoécologie*. Éditions de la Maison de Sciences de l'Homme. Paris.
- CHABAL, L., FABRE, L., TERRAL, J. F., THÉRY-PARISOT, I. (1999). L'Anthracologie. En A. Ferdière, A. (dir.): *La Botanique*. Editions Errance. Paris. 43-103.
- CHILDE, V.G. (1973). *¿Qué sucedió en la Historia?* Ed. Siglo XX. Buenos Aires.
- CHILDE, V.G. (1981). *Los orígenes de la civilización*. Breviarios Fondo de Cultura Económica. Madrid.
- CHRZAVZEZ, J. (2013). *Approche expérimentale de la conservation des charbons de bois dans les gisements paléolithiques: processus post-dépositionnels, fragmentation et représentativité des assemblages anthracologiques*. Tesis doctoral. Universidad Sophia Antipolis. Niza.
- CHRZAVZEZ, J., THÉRY-PARISOT, I., TERRAL, J. F., DUCOM, A., FIORUCCI, G. (2011). Differential preservation of anthracological material and mechanical properties of wood charcoal, an experimental approach of fragmentation. *Sagvntvm* Extra 11, 29-30.
- CHRZAVZEZ, J., THÉRY-PARISOT, I., FIORUCCI, G., TERRAL, J. F., THIBAUT, B. (2014). Impact of post-depositional processes on charcoal fragmentation and archaeobotanical implications: experimental approach combining charcoal analysis and biomechanics. *Journal of Archaeological Science* 44, 30-42.
- CLARK, P.U., MARSHALL, S.J., CLARKE, G.K., HOSTETLER, S.W., LICCIARDI, J. M., TELLER, J.T. (2001). Freshwater forcing of abrupt climate change during the last glaciation. *Science* 293(5528), 283-287.
- CLEMENTE, I., GASSIOT, E., REY, J., ANTOLÍN, F., SAÑA, M., OBEA, L., RODRÍGUEZ ANTÓN, D. (2016). Cueva de Coro Trasito (Tella-Sin, Huesca): un asentamiento pastoril en el Pirineo central con ocupaciones del Neolítico Antiguo y del Bronce Medio. En J.M. Rodanes y J.I. Lorenzo (eds.): *Actas I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés*. Zaragoza. 74-83
- CLEMENTE, I., GASSIOT, E., REY, J., MAZZUCCO, N., OBEA, L. (2014). Cort o Transito -Coro Trasito- o corral de tránsito: una cueva pastoril del Neolítico antiguo en el corazón de Sobrarbe. En I. Clemente, E. Gassiot, J. Rey (eds.): *Sobrarbe antes de Sobrarbe. Pinceladas de historia de los Pirineos*. Centro de estudios de Sobrarbe. 11-32.
- COSTA, M., GÓMEZ, F., MORLA, C., SAINZ, H. (1993). Valoración fitogeográfica de la flora vascular de los sabinars albares de la Península Ibérica. *Ecología* 7, 127-148.
- COSTA, M., MORLA, C., SAINZ, H. (eds.). (1997). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Editorial Planeta. Madrid.
- COUVERT, M. (1968). Étude de charbons préhistoriques. Méthodes de préparation et d'identification. *Libyca* XVI, 249-256.
- COUVERT, M. (1969). Identification de charbons provenant du gisement de Tamar Hat. *Libyca* 17, 49-52.
- COUVERT, M. (1970). *Études des charbons préhistoriques: préparation des coupes minces et analyse des structures*. AMG Arts et métiers graphiques.

COUVERT, M. (1976). Traduction des éléments de la flore préhistorique en facteurs climatiques. *Libyca Alger* 24, 9-20.

CUNILL, R., METAILIE, J. P., GALOP, D., POUBLANC, S., DE MUNNIK, N. (2015). Palaeoecological study of Pyrenean lowland fir forests: Exploring mid-late Holocene history of *Abies alba* in Montbrun (Ariege, France). *Quaternary International* 366, 37-50.

D

DAVIS, B.A.S. (1994). Palaeolimnology and Holocene Environmental Change from Endorheic Lakes in the Ebro Basin, North-east Spain. Tesis doctoral inédita. University of Newcastle.

DE LA FUENTE, P. (2001). La industria ósea neolítica de Chaves: los objetos apuntados. *Bolskan* 18, 181-194.

DE PALACIOS, P., ESTEBAN, L.G., FERNÁNDEZ, J.G., GARCÍA IRUELA, A., CONDE, M., ROMÁN JORDÁN, E. (2014). Comparative wood anatomy of *Juniperus* from Macaronesia. *IWA Journal* 35(2), 186-198.

DEFORCE, K., BASTIAENS, J., VAN NEER, W., ERVYNCK, A., LENTACKER, A., SERGANT, J., CROMBÉ, P. (2013). Wood charcoal and seeds as indicators for animal husbandry in a wetland site during the late Mesolithic-early Neolithic transition period (Swifterbant culture, ca. 4600–4000 BC) in NW Belgium. *Vegetation History and Archaeobotany* 22(1), 51-60.

DELHON, C. (2005). *Anthropisation et paléoclimats du tardiglaciaire à l'Holocène en moyenne vallée du Rhône: études pluridisciplinaires des spectres phytolithiques et pédo-anthracologiques de séquences naturelles et de sites archéologiques*. Universidad de Paris 1. Tesis doctoral inédita.

DELHON, C., MARTIN, L., ARGANT, J., THIÉBAULT, S. (2008). Shepherds and plants in the Alps: multi-proxy archaeobotanical analysis of neolithic dung from “La Grande Rivoire” (Isère, France). *Journal of Archaeological Science* 35(11), 2937-2952.

DELHON, C., THIÉBAULT, S. (2009). De La forêt aux foyers paléolithiques et mésolithiques dans le sud de la France: une revue des données anthracologiques et phytolithiques. En I. Théry-Parisot, S. Costamagno, A. Henry (eds.): *Gestion des combustibles au paléolithique et au mésolithique*. BAR International Series 1914, 119–133.

DELHON, C., THIÉBAULT, S., BROCHIER, J.L., BERGER, J.F. (2010). Dynamiques de vegetation au Tardiglaciaire et à l'Holocène ancien en moyenne vallée du Rhône d'après les données anthracologiques. *Quaternaire* 21(3), 281–293.

DELHON, C., MOREAU, C., MAGNIN, F., HOWARTH, L. (en prensa). Rotten posts and selected fuel: Charcoal analysis of the first Middle Neolithic village identified in Provence (Cazan-Le Clos du Moulin, Vernègues, Bouches-du-Rhône, South of France). *Quaternary International*.

DI LERNIA, S., N'SIALA, I. M., MERCURI, A.M. (2012). Saharan prehistoric basketry. Archaeological and archaeobotanical analysis of the early-middle Holocene assemblage from Takarkori (Acacus Mts. SW Libya). *Journal of Archaeological Science* 39(6), 1837-1853.

DIMBLEBY, G. W. (1978). *Plants and archaeology*. John Baker. Londres.

DIOGO, P., ZAPATA, L., BICHO, N. (2017). Fuel uses in Cabeço da Amoreira shellmidden: An insight from charcoal analyses. *Quaternary International* 431, 27-38

DIOGO, P., CARUSO, L., BICHO, N. (en prensa). Charcoal analyses from Muge shellmidden (Portugal): Comparative analyses from Cabeço da Arruda and Cabeço da Amoreira. *Quaternary International*.

- DI PASQUALE, G., ALLEVATO, E., COCCHIARARO, A., MOSER, D., PACCIARELLI, M., SARACINO, A. (2014). Late Holocene persistence of *Abies alba* in low-mid altitude deciduous forests of central and southern Italy: new perspectives from charcoal data. *Journal of vegetation science* 25(5), 1299-1310.
- DOMINGO, R. (2005). *La funcionalidad de los microlitos geométricos: bases experimentales para su estudio*. Prensas Universitarias. Universidad de Zaragoza. Monografías Arqueológicas 41.
- DOMINGO, R. (2012). Usos de los geométricos en el Neolítico del Valle del Ebro. *Rubricatum* 5, 137-144.
- DOMINGO, R. (2014). Functional analysis of Neolithic blades in the Ebro Valley: Chaves and beyond. En J. Marreiros, N. Bicho, F.J. Gibaja (eds.): *International Conference on Use-Wear Analysis: Use-Wear 2012*. Cambridge Scholars Publishing. 672-681.
- DOMINGO, R., BEA, M., UTRILLA, P. (2010). Una nueva ocupación neolítica en el río Guadalope: la campaña de 2009 en el abrigo de Ángel 2. *Salduvie* 10, 225-235.
- DOMINGO, R., MONTES, L. (2009). Valcervera y Rambla de Legunova: dos yacimientos postpaleolíticos en Biel, Zaragoza. *Saldvie* 9, 295-310.
- DOMINGO, R., MONTES, L. (2016). La ocupación mesolítica de Espantalobos (Quicena, Huesca). En J.M. Rodanes y J.I. Lorenzo (eds.): *Actas I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés*. Zaragoza. 47-52.
- DOMINGO, R., UTRILLA, P., BEA, M. (2012). La ocupación gravetiense del Arenal de Fonseca en el río Guadalope (Ladruñán, Teruel). En De las Heras, C., Lasheras, J.A., Arrizabalaga, A., De la Rasilla, M. (eds.): *Pensando el Gravetiense: nuevos datos para la región cantábrica en su contexto peninsular y pirenaico*. Monografías del Museo de Altamira 23, 114-125.
- DOTTE-SAROUT, E., CARAH, X., BYRNE, C. (2015). Not just carbon: assessment and prospects for the application of anthracology in Oceania. *Archaeology in Oceania* 50(1), 1-22.
- DUFRAISSE, A., COUBRAY, S., GIRARDCLOS, O., NOCUS, N., LEMOINE, M., DUPOUEY, J. L., MARGUERIE, D. (en prensa). Anthraco-typology as a key approach to past firewood exploitation and woodland management reconstructions. Dendrological reference dataset modelling with dendro-anthracological tools. *Quaternary International*.
- DUFRAISSE, A., GARCIA-MARTINEZ, M.S. (2011). Mesurer les diamètres du bois de feu en anthracologie. Outils dendrométriques et interprétation des données. *Anthropobotanica* 2, 1-18.
- DUFRAISSE, A., GAUTHIER, E. (2002). Exploitation des sources salées en Franche-Comté: impact sur l'espace forestier du Néolithique à la période médiévale. En O. Weller (ed.): *Archéologie du sel: techniques et sociétés dans la Pré et Protohistoire européenne (Actes du Colloque du XIVe Congrès de UISPP, 2001, Liège)*. 243-257.
- DUQUE, D. (2004). *La gestión del paisaje vegetal en la prehistoria reciente y protohistoria en la cuenca media del gadiana a partir de la antracología*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Extremadura.
- DUSSOL, L., ELLIOTT, M., THÈRY-PARISOT, I. (2017). Experimental anthracology: Evaluating the role of combustion processes in the representivity of archaeological charcoal records in tropical forests, a case study from the Maya Lowlands. *Journal of Archaeological Science: Reports* 12, 480-490.

E

- EIROA, J.J., ALVAREZ, A., BACHILLER, J.A. (1983). *Carta arqueológica de Caspe*. Grupo Cultural Caspolino. Institución Fernando el Católico. Caspe.
- EUBA, I. (2008). *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*. Tesis doctoral inédita. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.
- EUBA, I., ALLUÉ, E., BURJACHS, F. (2016). Wood uses at El Mirador Cave (Atapuerca, Burgos) based on anthracology and dendrology. *Quaternary International* 414, 285-293.

F

- FABRE, L. (1996). *Le charbonnage historique de la chênaie à Quercus ilex L. (Languedoc, France): conséquences écologiques*. Tesis doctoral inédita. Université de Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier.
- FAIRWEATHER, A.D., RALSTON, I.B. (1993). The Neolithic timber hall at Balbridie, Grampian Region, Scotland: the building, the date, the plant macrofossils. *Antiquity* 67(255), 313-323.
- FERNÁNDEZ, V. (2015). *Arqueo-Estadística. Métodos cuantitativos en Arqueología*. Alianza Editorial. Madrid.
- FERNÁNDEZ ERASO, J. (1997). *Peña Larga: Memoria de las excavaciones arqueológicas 1985-1989*. Memorias de Yacimientos Alaveses 4. Vitoria.
- FERNÁNDEZ ERASO, J. (2004). El Neolítico inicial en el País Vasco meridional. Datos recientes. *Kobie Serie Anejos* 6(1), 181-190.
- FERNÁNDEZ ERASO, J. (2007-2008). La secuencia del Neolítico en la Rioja Alavesa desde su origen hasta las primeras edades del metal. *Veleia* 24-25(2), 669-688.
- FERNÁNDEZ ERASO, J. (2012). Las cerámicas neolíticas de La Rioja alavesa en su contexto. Los casos de Peña Larga y Los Husos I y II. *Sagvntvm Extra* 12, 117-130.
- FERNÁNDEZ ERASO, J., GARCÍA ROJAS, M., FERNÁNDEZ CRESPO, T., CASTAÑOS, P., BAILON, S., MURELAGA, X., TARRIÑO, A. (2010). La cueva de Las Orcillas 1: una estación de los últimos cazadores-recolectores en La Berrueza (Mendoza-Acedo, Navarra). *Trabajos de Arqueología Navarra* 22, 13-91.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F. (1997). Bioclimatología. En J. Izco (ed.): *Botánica*. Ed. McGraw Hill. Madrid. 607-682
- FERRÁNDEZ, J.V. (2003). La sabina albar, *Juniperus thurifera* L. (Cupressaceae) en el Somontano oriental de Huesca (España). *Ecología* 17, 123-130.
- FERRÉ, M., PIQUÉ, R., (2002). Explotació del paisatge forestal al Neolític Final: Resultats preliminars del estudi antracològic de la Prunera (Olot). En *Pirineus i veïns al 3er mil.lenni AC. De la fi del Neolític a l'edat del Bronze entre l'Ebre i la Garona*. Institut d'Estudis Ceretans. Moià-Puigcerdà. 235-243.
- FERRIO, J.P., ALONSO, N., LÓPEZ, J.B., ARAUS, J.L., VOLTAS, J. (2006). Carbon isotope composition of fossil charcoal reveals aridity changes in the NW Mediterranean Basin. *Global Change Biology* 12(7), 1253-1266.

- FIGUEIRAL, I. (1987). *Analyse anthracologique de deux gisements chalcolithiques de l'Hérault: Bourssargues et Richemont*. Trabajo de DEA. Université Paul Valéry. Montpellier.
- FIGUEIRAL, I. (1990). *Le nord-ouest du Portugal et les modifications de l'écosystème: du bronze final à l'époque romaine; d'après l'anthracanalyse de sites archéologiques*. Tesis doctoral inédita. Université des Sciences et techniques du Languedoc. Montpellier.
- FIGUEIRAL, I., BETTENCOURT, A. M. (2004). Middle/Late Bronze Age plant communities and their exploitation in the Cavado Basin (NW Portugal) as shown by charcoal analysis: the significance and co-occurrence of *Quercus* (deciduous) - Fabaceae. *Vegetation History and Archaeobotany* 13(4), 219-232.
- FIGUEIRAL, I., CARCAILLET, C. (2005). A review of Late Pleistocene and Holocene biogeography of highland Mediterranean pines (*Pinus* type *sylvestris*) in Portugal, based on wood charcoal. *Quaternary Science Reviews* 24(23), 2466-2476.
- FIGUEIRAL, I., MOSBRUGGER, V. (2000). A review of charcoal analysis as a tool for assessing Quaternary and Tertiary environments: achievements and limits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164(1), 397-407.
- FINSINGER, W., TINNER, W., VAN DER KNAAP, W.O., AMMANN, B. (2006). The expansion of hazel (*Corylus avellana* L.) in the southern Alps: a key for understanding its early Holocene history in Europe? *Quaternary Science Reviews* 25(5), 612-631.
- FIORENTINO, G., FERRIO, J.P., BOGAARD, A., ARAUS, J L., RIEHL, S. (2015). Stable isotopes in archaeobotanical research. *Vegetation history and archaeobotany* 24(1), 215-227.
- FLETCHER, W. J., DEBRET, M., SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (2013). Mid-Holocene emergence of a low-frequency millennial oscillation in western Mediterranean climate: implications for past dynamics of the North Atlantic atmospheric westerlies. *The Holocene* 23(2), 153-166.
- FLETCHER, W.J., SÁNCHEZ GOÑI, M.F., PEYRON, O., DORMOY, I. (2010). Abrupt climate changes of the last deglaciation detected in a western Mediterranean forest record. *Climate of the Past* 6, 245-264.
- FLICHE, P. (1907). Note sur un charbon quaternaire de Châtaignier. *Bulletin de la Société Toscana Française* 54(VII), 132-136.
- FOLLIERI, M. (1968). Determinazioni xilomiche dei carboni del Paleolitico Superiore di Grotta Romanelli in terra d'Otranto. *Quaternaria* 10, 125-135.
- FOLLIERI, M., ROURE, J. M., GIARDINI, M., MAGRI, D., NARCISI, B., PANTALEON-CANO, J., PEREZ-OBIOL, R., SADORI, L., YLL, E. I. (2000). Desertification trends in Spain and Italy based on pollen analysis. En P. Balabanis, D. Peter, A. Ghazi, M. Tsogas (eds): *Mediterranean desertification. Research results and policy implications*. Proceedings of the International Conference 29 October to 1 November 1996, Crete, Greece. European Commission 2, 33-44.
- FORD, R.I. (1979). Paleoethnobotany in American archeology. En M. Schiffer (ed.): *Advances in archeological method and theory*. New York Academic Press. 285-386.
- FORT, J. (2015). Demic and cultural diffusion propagated the Neolithic transition across different regions of Europe. *Journal of The Royal Society Interface* 12(106). 20150166.
- FORTEA, J. (1973): *Los complejos microlaminares y geométricos del Epipaleolítico mediterráneo español*. Universidad de Salamanca. Memorias del Seminario de Prehistoria y Arqueología 4.
- FRANCO, F., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MALDONADO, J., MORLA, C., Postigo, J.M. (2000). El papel de los pinares en la vegetación holocena de la Península Ibérica. *Ecología* 14, 61-77.

- FRIGOLA, J., MORENO, A., CACHO, I., CANALS, M., SIERRA, F. J., FLORES, J.A., GRIMALT, J.O. HODELL, D.A., CURTIS, J.H. (2007). Holocene climate variability in the western Mediterranean region from a deepwater sediment record. *Paleoceanography* 22(2), 1-16.
- FULLOLA, J.M., BARTROLÍ, R., BERGADÀ, M., DOCE, R., GARCIA ARGÜELLES, P., RODON, T., ADSERIAS, M., CEBRIÀ, A. (1993). Nuevas aportaciones al conocimiento del Paleolítico Superior en las comarcas meridionales y occidentales de Cataluña. En M.P. Fumanal, J. Bernabeu (eds.): *Estudios sobre Cuaternario. Medios sedimentarios. Cambios ambientales. Hábitat humano*. Universitat de Valencia. 239-247.
- FULLOLA, J. M., GARCÍA ARGÜELLES, P. (2006). La Cueva del Parco (Alós de Balaguer, Lleida) y el Abrigo del Filador (Margalef de Montsant, Tarragona): dos secuencias clave para el conocimiento del epipaleolítico en el nordeste peninsular. En A. Alday (ed.): *El Mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular*. Diputación Foral de Álava. Vitoria. 121-133.
- FULLOLA, J., GARCÍA ARGÜELLES, P., MANGADO, X., MEDINA, B. (2011). Paleolític i Epipaleolític al Garraf-Ordal. On érem i on somn. En A. Blasco, M. Edo, M.J. VILLALBA (eds.): *La cova de Can Sadurní i la Prehistòria de Garraf. Recull de 30 anys d'investigació*. EDAR, Arqueología y Patrimonio. 227-243.
- FULLOLA, J.M., MANGADO, X., TEJERO, J.M., PETIT, M.A., BERGADÀ, M.M., NADAL, J., GARCÍA ARGÜELLES, P., BARTROLÍ, R., MERCADAL, O. (2012). The Magdalenian in Catalonia (northeast Iberia). *Quaternary International* 272-273, 55-77.
- FUMANAL, M.P., FERRER, C. (2014). El yacimiento de Forcas (Graus, Huesca). Sedimentología, paleoclima y cambios geomorfológicos en el Pleistoceno Superior-Holoceno. En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas Universidad de Zaragoza. Prehistoria 46. 61-81.



- GALLART, M.D., LÓPEZ AGUAYO, F. (1988). Análisis mineralógico de las cerámicas neolíticas de la cueva de Chaves. *Bolskan* 5, 5-25
- GAMBA, C., FERNÁNDEZ, E., TIRADO, M., DEGUILLOUX, M.F., UTRILLA, P., EDO, M., MOLIST, M., RASTEIRO, R., CHIKI, L., ARROYO PARDO, E. (2011). Ancient DNA from an Early Neolithic Iberian population supports a pioneer colonisation by first farmers. *Molecular Ecology* 21(1), 45-56.
- GARCÍA ANTÓN, M.G., FRANCO, F., SAINZ, H., MORLA, C., RUIZ, J.M. (1995). Una secuencia polínica en Quintana Redonda (Soria). Evolución holocena del tapiz vegetal en el Sistema Ibérico septentrional. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 52 (2), 187-195.
- GARCÍA ARGÜELLES, P.; BERGADÀ, M.M. DOCE, R. (1990). El estrato 4 del Filador (Priorato, Tarragona): un ejemplo de la transición Epipaleolítico-Neolítico en el sur de Cataluña. *Saguntum* 23, 61-76
- GARCÍA ARGÜELLES, P., NADAL, J., ESTRADA, A. (2001). La Balma del Gai (Moià): breu aproximació als resultats de les noves excavacions (1994-2000). *Modilianum* 24, 23-43.
- GARCIA ARGÜELLES, P., NADAL, J., FULLOLA J.M. (2005). El abrigo del Filador (Margalef de Montsant, Tarragona) y su contextualización cultural y cronológica en el nordeste peninsular. *Trabajos de Prehistoria* 62, 65-83.

- GARCÍA ARGÜELLES, P., NADAL, J., FULLOLA J.M., BERGADÀ, M., DOMINGO, I., ALLUÉ, E., LLOVERAS, L. (2014). Nuevas interpretaciones del Paleolítico Superior Final de la Cataluña meridional: el yacimiento de L' Hort de la Boquera (Priorat, Tarragona). *Trabajos de Prehistoria* 71, 242-260.
- GARCÍA CATALÁN, S., VAQUERO, M., PÉREZ GOÑI, I., MENÉNDEZ, B., PEÑA GARCÍA, L., BLASCO, R., MANCHA, E. MORENO GARCÍA, D., MUÑOZ ENCINAR, L. (2009). Palimpsestos y cambios culturales en el límite Pleistoceno-Holoceno: el conjunto lítico de Picamoixons (Alt Camp, Tarragona). *Trabajos de Prehistoria* 66(2), 61-76.
- GARCÍA ESTEBAN, L., DE PALACIOS, P., GUINDEO, A., GARCÍA FERNÁNDEZ, F. (2007) Comparative anatomy of the wood of *Abies Pinsapo* and its two moroccan varieties. *IAWA Journal* 28(3), 285-299.
- GARCÍA ESTEBAN, L., GUINDEO CASASUS, A., PERAZA ORAMAS, C. DE PALACIOS, P. (2003). *La madera y su anatomía. Anomalías y defectos, estructura microscópica de coníferas y frondosas, identificación de maderas, descripción de especies y pared celular*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- GARCÍA GAZÓLAZ, J. (1998). Paternanbidea (Ibero, Navarra): Un yacimiento al aire libre de la prehistoria reciente de Navarra. *Cuadernos de Arqueología Universidad de Navarra* 6, 33-48.
- GARCÍA GAZÓLAZ, J., SESMA, J. (1999). Talleres de sílex versus lugares de habitación. Los Cascajos (Los Arcos, Navarra), un ejemplo de neolitización en el Alto Valle del Ebro. *Saguntum Extra* 2, 343-350.
- GARCÍA GAZÓLAZ, J., SESMA, J. (2007a). Los enterramientos neolíticos del yacimiento de Paternanbidea (Ibero). En J. García Gazólaz, J. Sesma, I. Tabar (coords.): *La Tierra te sea leve. Arqueología de la muerte en Navarra*. Gobierno de Navarra. 59-65.
- GARCÍA GAZÓLAZ, J., SESMA, J. (2007b). Enterramientos en el poblado neolítico de Los Cascajos (Los Arcos). En J. García Gazólaz, J. Sesma, I. Tabar (coords.): *La Tierra te sea leve. Arqueología de la muerte en Navarra*. Gobierno de Navarra. 52-58.
- GARCÍA GAZÓLAZ, J., SESMA, J., ROJO, M. A., ALDAY, A., GARRIDO PENA, R., GARCÍA MARTÍNEZ DE LAGRÁN, I. (2012). Los Cascajos (Los Arcos, Navarra). *Saguntum Extra* 12, 135-140.
- GARCÍA GUIXÉ, E., GONZÁLEZ MARCÉN, P., LOU, M., MARTÍNEZ-MORENO, J., MORA TORCAL, R., PIZARRO, J., VEGA, S. (2010). Les ocupacions prehistòriques de la cavitat de Forat de Conqueta (Santa Linya, Lleida). *Treballs d'arqueologia* 16, 17-44.
- GARCÍA MARTÍNEZ, M.S. (2009). *Recursos forestales en un medio semiárido. Nuevos datos antracológicos para la Región de Murcia desde la Edad del Bronce hasta época medieval*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Murcia.
- GARCÍA MARTÍNEZ, M.S., DUFRAISSE, A. (2011). Bronze Age firewood exploitation in south eastern Iberia: a study focusing on wood diameter estimation. *Saguntum Extra* 11, 187-188.
- GARCIA MARTÍNEZ, M.S., GRAU, E. (2008). El papel del arqueólogo en la recuperación de macrorrestos vegetales. Propuesta de muestreo. *ArqueoMurcia* 3, 1-25.
- GARCÍA MARTÍNEZ DE LAGRÁN, I. (2008). La cuestión de la complejidad socioeconómica en las comunidades de cazadores-recolectores mesolíticas de la cuenca Alta y Media del Ebro. *Trabajos de prehistoria* 65(2), 49-71.

- GARCÍA MARTÍNEZ DE LAGRÁN, I. (2014). La neolitización de la Meseta norte y de la alta y media cuenca del Ebro (España): premisas teóricas, análisis del registro y planteamiento de hipótesis. *Zephyrus* 73, 83-107.
- GARCÍA MARTÍNEZ DE LÁGRAN, I., GARRIDO PENA, R., ROJO, M.A., ALDAY, A., GARCÍA GAZÓLAZ, J., SESMA, J. (2011). Cerámicas, estilo y neolitización: estudio comparativo de algunos ejemplos de la Meseta norte y el alto valle del Ebro. *Saguntum Extra* 12, 83-104
- GARCÍA MARTÍNEZ DE LAGRÁN, I., ROJO, M.A., IRIARTE, E., GARCÍA GAZÓLAZ, J., TEJEDOR, C., GIBAJA, J.F., MORENO GARCÍA, M., PÉREZ JORDÀ, G., RUIZ ALONSO, M., SESMA, J., GARRIDO PENA, R., CARRANCHO ALONSO, A., PEÑA CHOCARRO, L. (2014) Paleoambiente y cambios culturales en los inicios del Holoceno: el abrigo de Artusia (Unzué, Navarra). *Trabajos de Arqueología de Navarra* 26, 7-99.
- GARCÍA MARTÍNEZ DE LAGRÁN, I., IRIARTE, E., GARCÍA GAZÓLAZ, J., TEJEDOR, C., GIBAJA, J.F., MORENO GARCÍA, M., PÉREZ JORDÀ, G., RUIZ ALONSO, M., SESMA, J., GARRIDO PENA, R., CARRANCHO ALONSO, A., PEÑA CHOCARRO, L., ROJO, M.A. (2015). 8.2 ka BP paleoclimatic event and the Ebro Valley Mesolithic groups: Preliminary data from Artusia rock shelter (Unzué, Navarra, Spain). *Quaternary International* 403, 151–173.
- GARCÍA PUCHOL, O., AURA, J. E. (2006). *El abrigo de la Falguera (Alcoi, Alacant). 8.000 años de ocupación humana en la cabecera del río de Alcoi*. Ediciones del Museu d'Alcoi.
- GARCÍA PUCHOL, O., MOLINA, L., AURA, J. E., BERNABEU, J. (2009). From the Mesolithic to the Neolithic on the Mediterranean Coast of the Iberian Peninsula. *Journal of Anthropological Research* 65(2), 237-251.
- GARCÍA SIMÓN, L.M., DOMINGO, R. (2016). The Monegros-type chert: Petrographic characterization and prehistoric use. *Journal of Lithic Studies* 3(2), 1-18.
- GASSIOT, E., CLEMENTE, I., MAZZUCCO, N., GARCIA, D.; OBEA, L., RODRÍGUEZ ANTÓN, D. (2016): Surface surveying in high mountain areas, is it possible? Some methodological considerations. *Quaternary International* 402, 35-45.
- GASSIOT, E., GARCÍA, D., MAZZUCCO, N., OBEA, L., OLIVA, M., RODRÍGUEZ ANTÓN, D., BURJACHS, F., ANTOLÍN, F. (2013). Una historia de llarga durada. L'ocupació humana del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de San Maurici i àrees properes durant els darrers 10.000 anys. En *Primeres jornades d'Arqueologia i Paleontologia del Pirineu i Aran*. Generalitat de Catalunya. 32-38.
- GASSIOT, E., MAZZUCCO, N., OBEA L., TARIFA, N., ANTOLÍN, F., CLOP, X., NAVARRETE, V., SAÑA, M. (2012-2013). La Cova del Sardo de Boí i l'explotació de l'alta muntanya als Pirineus occidentals en època neolítica. *Tribuna d'Arqueologia* 2012-2013, 199-219.
- GASSIOT, E., RODRÍGUEZ ANTÓN, D., GARCÍA, V. (2010) El poblament del Parc Natural de Aigüestortes i l'Estany de Sant Maurici durant el neolític. Noves dades arqueològiques i les seves implicacions per a l'estudi de les zones d'alta muntanya. En *VII Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*. Lleida. Generalitat de Catalunya. 153-164.
- GASSIOT, E., RODRÍGUEZ ANTÓN, D., BURJACHS, F., ANTOLÍN, F., BALLESTEROS, A. (2012). Poblamiento, explotación y entorno natural de los estadios alpinos y subalpinos del Pirineo central durante la primera mitad del Holoceno. *Cuaternario y Geomorfología* 26 (3/4), 26-42.
- GASTÓN GONZÁLEZ, A.G. (2006). Influencia del uso del suelo en la distribución de la sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en la Península Ibérica. En *III Coloquio Internacional sobre los Sabinares y Enebrales (Género Juniperus): Ecología y Gestión Forestal Sostenible*. Soria. 257-262.

- GAYARRE, J. M., ALBERTO, F. (1985). Estudio sedimentológico de los materiales de relleno del abrigo de Botiquería dels Moros (Mazaleón). *Bajo Aragón Prehistoria* 6, 51-66.
- GAYRAL, P., VINDT, J. (1961). *Anatomie des végétaux vasculaires*. Ed. G. Doin & Cie. París.
- GERVAIS, P. (1867). *Zoologie et paléontologie générales: nouvelles recherches sur les animaux vertébrés vivants et fossiles*. Ed. Athus Bertrand. París.
- GIE PEÑA GUARA. (1973). Cueva de Chaves. *Boletín de contribución al catálogo espeleológico de la provincia de Huesca* 3, 108-150.
- GIBAJA, J.F., CLOP, X. (2012). Cataluña. En: M. Rojo, R. Garrido Pena, I. García Martínez de Lagrán (coords.): *El Neolítico en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Ed. Cátedra. Madrid. 333-370.
- GIL ROMERA, G., GONZÁLEZ SAMPÉRIZ, P., LASHERAS, L., SEVILLA, M., MORENO, A., VALERO, B., LÓPEZ MERINO, L., CARRIÓN, J.S., PÉREZ SANZ, A., ARANBARRI, J., GARCÍA PRIETO, E. (2014). Biomass-modulated fire dynamics during the Last Glacial-Interglacial Transition at the Central Pyrenees (Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 402, 113-124.
- GIRARDCLOS, O., DUFRAISSE, A., DUPOUEY, J.L., COUBRAY, S., RUELLE, J., RATHGEBER, C.B. (en prensa). Improving identification of coppiced and seeded trees in past woodland management by comparing growth and wood anatomy of living sessile oaks (*Quercus petraea*). *Quaternary International*.
- GODWIN, H., TANSLEY, A.G. (1941). Prehistoric charcoals as evidence of former vegetation, soil and climate. *Journal of Ecology* 29, 117-126.
- GÓNGORA, M. (1868). *Antigüedades prehistóricas de Andalucía*. Madrid.
- GONZÁLEZ CANO, J.M. (2007). Flora, vegetación y fauna. En: E. Ibáñez (coord): *Comarca del Maestrazgo*. Colección Territorio 27, 37-54.
- GONZÁLEZ MARCÉN, P. (2010). Els objectes metàl·lics al jaciment de Forat de Conqueta (Santa Linya, Lleida). *Treballs d'arqueologia* 16, 107-110.
- GONZÁLEZ SAINZ, C. (1995): 13.000-11.000. El final de la época Magdaleniense en la región cantábrica. En A. Moure, C. González Sainz (eds.): *El final del Paleolítico Cantábrico*. Universidad de Cantabria. Santander. 159-198
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. (2004a). *Evolución paleoambiental del sector central de la cuenca del Ebro durante el Pleistoceno superior y Holoceno*. Instituto Pirenaico de Ecología. Zaragoza.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. (2004b). Análisis palinológico del yacimiento de Los Baños de Ariño (Teruel). En P. Utrilla, J.M. Rodanés (eds.): *Un asentamiento epipaleolítico en el Valle del Río Martín. El abrigo de los Baños (Ariño, Teruel)*. Universidad de Zaragoza. Monografías Arqueológicas 36. 59-62.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. (2014) Esterilidad polínica y polución entomófila en los yacimientos de Forcas I y II (Graus, Huesca). Datos paleoambientales a partir de estudios palinológicos. En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas Universidad de Zaragoza. Prehistoria 46. 83-87.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. (en prensa). El paisaje vegetal: datos palinológicos. En P. Utrilla, R. Domingo, M. Bea (eds.): *El Arenal de la Fonseca (Ladruñán-Castellote, Teruel). Ocupaciones prehistóricas del Gravetiense al Neolítico*. Monografías Arqueológicas 52. Universidad de Zaragoza.

- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO, B., GARCÍA RUIZ, J. M., MARTÍ BONO, C. (2002). Lateglacial and Holocene vegetational change in the Pyrenees and the Central Ebro Valley. En B. Ruíz Zapata (ed.): *Quaternary Climatic Changes and environmental crises in the Mediterranean Region*. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid. 181-190.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO, B., CARRIÓN, J.S. (2004). Was the Ebro valley a glacial refugium for temperate trees? *Anales de Biología* 26, 13-20.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO, B., CARRIÓN, J. S., PEÑA, J.L., GARCÍA RUIZ, J.M., MARTÍ BONO, C. (2005). Glacial and Lateglacial vegetation in northeastern Spain: new data and a review. *Quaternary International* 140, 4-20.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO, B., MORENO, A., JALUT, G., GARCÍA RUIZ, J.M., MARTÍ BONO, C., DELGADO, 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(1), 38-52.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO, B., MORENO, A., MORELLÓN, M., NAVAS, A., MACHÍN, J., DELGADO HUERTAS, A. (2008). Vegetation changes and hydrological fluctuations in the Central Ebro Basin (NE Spain) since the Late Glacial period: Saline lake records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 259(2), 157-181.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., UTRILLA, P., MAZO, C., VALERO, B., SOPENA, M.C., MORELLÓN, M., SEBASTIÁN, M., MOENO, A., MARTÍNEZ BEA, M. (2009). Patterns of human occupation during the early Holocene in the Central Ebro Basin (NE Spain) in response to the 8.2 ka climatic event. *Quaternary Research* 71(2), 121-132.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., LEROY, S. A., CARRIÓN, J. S., FERNÁNDEZ, S., GARCÍA ANTÓN, M., GIL GARCÍA, M. J., UZQUIANO, P., VALERO, B., FIGUEIRAL, I. (2010). Steppes, savannahs, forests and phytodiversity reservoirs during the Pleistocene in the Iberian Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162(3), 427-457.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., ARANBARRI, J., PÉREZ SANZ, A., GIL ROMERA, G., MORENO, A., LEUNDA, M., SEVILLA, M., CORELLA, J.P., MORELLÓN, M., OLIVA, M., VALERO, B. (2017). Environmental and climate change in the southern Central Pyrenees since the Last Glacial Maximum: A view from the lake records. *Catena* 149, 668-688.
- GRABNER, M., KLEIN, A., GEIHOFFER, D., RESCHREITER, H., BARTH, F.E., SORMAZ, T., WIMMER, R. (2007). Bronze age dating of timber from the salt-mine at Hallstatt, Austria. *Dendrochronologia* 24(2), 61-68.
- GRAMSCH, B. (ed.). (1981). *Mesolithikum in Europe*. Veröffentlichungen des Museum für Urund Frühgeschichte. Postdam. Ed. Deutscher Verlag. Berlin.
- GRAU, E. (1991). *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 inédita. Universidad de Valencia.
- GREGUSS, P. (1955). *Identification of Living Gymnosperms on the Basis of Xylotomy*. Akadémiai Kiado. Budapest.
- GREGUSS, P. (1959.) *Holzanatomie der Europäischen Laubbölzer und Straücher*. Akadémiai Kiado Budapest.
- GUILAINE, J. (1981). Problèmes actuels de la néolithisation et du Néolithique ancien en Méditerranée occidentale. En J.G.P. Best, N.M.W. de Vries (eds.): *Interaction and Acculturation in the Mediterranean*. Amsterdam. 3-22.

- GUILAINE, J. (2007) Du concept de céramique imprimée méditerranéenne à la genèse du Cardial. En J. Guilaine, C. Manen, J.D. Vigne (dirs.): *Pont de Roque-Haute, Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*. Archives d'Écologie Préhistorique. Toulouse. 21-38.
- GUILAINE, J., EVIN J. (2007). Datations isotopiques des couches épipaléolithiques de la Balma Margineda. En J. Guilaine, M. Martzluff (eds.): *Les excavacions a la balma Margineda (1979-1991)*. Serie Prehistoria d'Andorra 3. Govern d'Andorra. 62-63.
- GUILAINE, J., MARTZLUFF, M. (1995). *Les excavacions a la balma de la Margineda (1979-1991)*. Serie Prehistoria d'Andorra 3. Govern d'Andorra.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M., PEÑA MONNÉ, J.L. (1998). Geomorphology and late Holocene climatic change in Northeastern Spain. *Geomorphology* 23(2), 205-217.



- HAAS, J.N., KARG, S., RASMUSSEN, P. (1998). Beech leaves and twigs used as winter fodder: examples from historic and prehistoric times. *Environmental Archaeology* 1, 81-86
- HALL, G., WOODBORNE, S., SCHOLES, M. (2008). Stable carbon isotope ratios from archaeological charcoal as palaeoenvironmental indicators. *Chemical Geology* 247(3), 384-400.
- HALSTEAD, P. (1998). Ask the fellows who lop the hay: leaf-fodder in the mountains of northwest Greece. *Rural History* 9(2), 211-234.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. (2001). PAST-palaeontological statistics, ver. 1.89. *Palaeontologia electronica* 4(9), 1-92.
- HAMMES, K., SMERNIK, R. J., SKJEMSTAD, J. O., SCHMIDT, M. W. (2008). Characterisation and evaluation of reference materials for black carbon analysis using elemental composition, colour, BET surface area and ¹³C NMR spectroscopy. *Applied Geochemistry* 23(8), 2113-2122.
- HANNON, G.E. (1985). *Late Quaternary Vegetation of Sanabria Marsh North West Spain*. Tesis doctoral inédita. Trinity College. Dublin.
- HANSSON, A.M. (1996). The Ljunga bread- Prehistoric bark bread? En A.M. Robertsson, T. Hackens, S. Hick, J. Risberg, A. Åkerlund (eds.): *Landscapes and Life. PACT (Journal of the European Network of Science and Technical Cooperation for the Cultural Heritage)* 50, 385-398.
- HASTORF, C. A., POPPER, V. S. (eds.) (1988). *Current Paleoethnobotany. Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archeological Plant Remains*. The University of Chicago Press.
- HAYDEN, B. (1990). Nimrods, Piscaters, Pluckers, and Planters: The Emergence of Food Production. *Journal of Anthropological Archaeology* 9, 31-6.
- HEADY, R.D., BANKS, J.G., EVANS, P.D. (2002). Wood anatomy of Wollemi pine (*Wollemia nobilis*, Araucariaceae). *IWA Journal* 23(4), 339-357.
- HEER, O. (1866). *Die Pflazen der Pfahlbauten. Neujarsblatt herausgegeben von der Naturforschende Gesellschaft*. Zürich.
- HEER, O., PASSERINI, G. (1865). Le abitazioni palustri di Fontanello all'epoca del ferro. *Bulletino di Paleontologia Italiana* 11, 7-11.
- HEINZ, C. (1983). Analyse anthracologique et paléodendroclimatique du gisement préhistorique de l'Abeurador (Félines-Minervois), Hérault. Trabajo de DEA. Universidad de Montpellier.

- HEINZ, C. (1990). Dynamique des végétations holocènes en méditerranée nord-occidentale d'après l'anthracologie de sites préhistoriques: méthodologie et paléocologie. *Paleobiologie Continentale* XVI, 1-212.
- HEINZ, C. (1999). Les transformations du paysage végétal pyrénéen au cours de l'Épipaléolithique et du Mésolithique. En A. Thevenin (ed.): *L'Europe des derniers chasseurs. Peuplement et paléoenvironnement de l'Épipaléolithique et du Mésolithique. 5^e colloque international UISPP, 18-23 septembre 1995*. Paris. 115-123.
- HEINZ, C., BADAL, E., FIGUEIRAL, I., GRAU, E., ROS, M.T., THIEBAULT, S. (1988). Identification des charbons de bois préhistoriques méditerranéens, chronologie et répartition. *PACT* 22, 161-172.
- HEINZ, C., RUAS, M. P., VAQUER, J. (1992). La grotte de l'Abeurador (Félines-Minervois, Hérault): paléocologie d'après l'anthracologie et la carpologie. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques* 139(2/4), 465-482.
- HEINZ, C., THIEBAULT, S. (1998). Characterization and palaeoecological significance of archaeological charcoal assemblages during late and post-glacial phases in southern France. *Quaternary Research* 50(1), 56-68.
- HEINZ, C., VERNET, J.L. (1995). Anàlisi antracològica dels nivells mesolítics i del neolític antic de la Balma de la Margineda. Paleocologia i relacions home-vegetació. En J. Guilaine, M. Martzluff (eds.): *Les excavacions a la Balma de la Margineda (1979-1991)*. Serie Prehistoria d'Andorra 3. Govern d'Andorra. 26-64.
- HEIZER, R.F. (1963). Domestic Fuel in Primitive Society. *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 93 (2), 186-194.
- HENRY, A. (2011). *Paléoenvironnement et gestion du bois de feu au Mésolithique dans le sud-ouest de la France: anthracologie, ethno-archéologie et expérimentation*. Tesis doctoral inédita. Université de Sophia Anthipolis. Niza.
- HENRY, A., THÉRY-PARISOT, I., VORONKOVA, E. (2009). La gestion du bois de feu en forêt boréale: archéo-anthracologie et ethnographie (région de l'Amour, Sibérie). En I. Théry-Parisot, S. Costamagno, A. Henry (eds.): *Gestion des combustibles au paléolithique et au mésolithique*. BAR International Series 1914, 17-37.
- HENRY, A., VALDEYRON, N., BOUBY, L., THÉRY-PARISOT, I. (2013). History and evolution of Mesolithic landscapes in the Haut-Quercy (Lot, France): New charcoal data from archaeological contexts. *The Holocene* 23(1), 127-136.
- HENRY, A., THÉRY-PARISOT, I. (2014). From Evenk campfires to prehistoric hearths: charcoal analysis as a tool for identifying the use of rotten wood as fuel. *Journal of archaeological science* 52, 321-336.
- HENRY, D.O. (1989). *From Foraging to Agriculture, the Levant at the End of The Ice Age*. University of Pennsylvan. Philadelphia.
- HJULSTRÖM, B., ISAKSOON, S., HENNIUS, A. (2006). Organic geochemical evidence for tar production in middle Eastern Sweden during the Roman Iron Age. *Journal of Archaeological Science* 33, 283-294.
- HOLLENDONNER F. (1926). Mikroskopische Untersuchungen der ungarländischen prähistorischen Hölzer und Holzkohlen (ungarisch mit deutscher Zusammenfassung). *M. Tud. Akad. Mat.es term. tud. Ertes* 42, 178-204.
- HOLST, D. (2010). Hazelnut economy of early Holocene hunter-gatherers: a case study from Mesolithic Duvensee, northern Germany. *Journal of Archaeological Science* 37(11), 2871-2880.

HUNTLEY, B., BIRKS, H.J.B. (1983). An atlas of past and present pollen maps for Europe, 0-13,000 years ago. Cambridge University Press.

I

ILLIC, J. (2002). Wood of Eucaliptus. Part 2 Distinguishing species from the stringybark group (*E. baxteri*, *E. globoidea*, *E. muelleriana*, *E. macrorhyncha*, *E. consideniana* and *E. sieberi*). *IAWA Journal* 23(3), 305-318.

IRIARTE, M.J. (1998). Análisis palinológico del depósito arqueológico de Kanpanoste Goikoa. En A. Alday (ed.): *Kanpanoste Goikoa. Memoria de las actuaciones arqueológicas. 1992-1993*. Serie Memorias de Yacimientos Alaveses 5. Diputación Foral de Álava. Vitoria. 85-94.

IRIARTE, M.J. (2001). El entorno vegetal de los pobladores prehistóricos de Aizpea: análisis polínico. En: I. Barandiarán, A. Cava, A. (eds.): *Cazadores-recolectores en el Pirineo navarro: el sitio de Aizpea entre 8.000 y 6.000 BP*. Anejos de Veleia Series Maior 10. Universidad del País Vasco. Vitoria. 315-324.

IRIARTE, M.J. (2005). El entorno vegetal del abrigo de Mendandia y su depósito arqueológico: análisis palinológico. En A. Alday (ed.): *El campamento prehistórico de Mendandia: ocupaciones mesolíticas y neolíticas entre el 8500 y el 6400 B.P.* Colección Barandiarán 9. Diputación Foral de Álava. Vitoria. 405-418.

IRIARTE, M.J. (2009). Vegetation landscape and the anthropisation of the environment in the Central sector of the Northern Iberian Peninsula: current status. *Quaternary International* 200, 66-76.

IRIARTE, M.J. (2013). El reflejo del paisaje vegetal del Holoceno medio en el VIII milenio BP en el yacimiento arqueológico del Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza) y su entorno. En J.M. Rodanés, J.V. Picazo (coords.): *El campamento mesolítico del Cabezo de la Cruz. La Muela, Zaragoza*. Monografías Arqueológicas 45. Universidad de Zaragoza. 100-105.

ISARIN, R., RENSSSEN, H. (1999). Reconstructing and modelling the late Weichselian climates: the Younger Dryas in Europe as a case study. *Earth Science Review* 48, 1-38.

ISERN, N., FORT, J., CARVALHO, A.F., GIBAJA, J.F., IBAÑEZ, J. J. (2014). The Neolithic transition in the Iberian Peninsula: data analysis and modeling. *Journal of Archaeological Method and Theory* 21(2), 447-460.

ISERN, N., ZILHÃO, J., FORT, J., AMMERMAN, A. J. (2017). Modeling the role of voyaging in the coastal spread of the Early Neolithic in the West Mediterranean. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(5), 897-902.

IVERSEN, J. (1949). The influence of prehistoric man on vegetation. *Dan. Geol. Unders*, 4(3), 6-31.

IVORRA, S. (2001) *Discrimination du chêne vert (Quercus ilex L.) et du chêne kermès (Quercus coccifera L.). Eco-anatomie quantitative du bois et implications paléoécologiques, ethnobotaniques et archéologiques*. Trabajo de DEA. Université Paris I, Paris VI, Paris X, Université de Franche-Comté, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Institut National Agronomie.

IAWA Comité. (1964). *Multilingual glossary of terms used in wood anatomy*. Committee on Nomenclature International Association of Wood Anatomists.

J

JACQUIOT, C. (1955). *Atlas d'anatomie des bois des conifères*. Centre de Technologie du Bois. Paris.

- JACQUIOT, C., TRENARD, Y., DIROL, D. (1973). *Atlas d'anatomie des bois des angiospermes (Essences feuillues)*. Centre de Technologie du Bois. París.
- 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.
- JALUT, G., MARTI, J.M., FONTUGNE, M., DELIBRIAS, G., VILAPLANA, J.M., JULIA, R. (1992). Glacial to interglacial vegetation changes in the northern and southern Pyrenees: deglaciation, vegetation cover and chronology. *Quaternary Science Reviews* 11(4), 449-480.
- JARMAN, M.R., VITA-FINZI, C., HIGGS, E.S. (1972). Site catchment analysis in archaeology. En P.J. Ucko, R. Tringham, G.W. Dimbleby (eds.): *Man, settlement and urbanism*. 61-66.
- JONES, V. (1941). The nature and status of ethnobotany. *Crónica Botánica* 6 (10), 219-221.
- JORDÁ, J.F., MORA, R., PIQUÉ, R. (1992). La secuencia litoestratigráfica y arqueológica del yacimiento de la Font del Ros (Berga, Barcelona). *Cuaternario y Geomorfología* 6, 21-30.
- JULIÀ, R., BURJACHS, F., DASÍ, M.J., MEZQUITA, F., MIRACLE, M.R., ROCA, J.R., SERET, G. VICENTE, E. (1998). Meromixis origin and recent trophic evolution in the Spanish mountain lake La Cruz. *Aquatic Sciences* 60, 279-299.

K

- KAMAL EL-DIN, M.M., EL-SAADAWI, W.S. (2004). Two Leguminosae woods from the Miocene of Gebel Ruzza, Egypt. *IAWA Journal* 25(4), 471-483.
- KLOOSS, S., FISCHER, E., OUT, W.A., KIRLEIS, W. (en prensa). Charred root tubers of Lesser Celandine (*Ficaria verna* HUDS.) in plant macroremain assemblages from Northern, Central and Western Europe. *Quaternary International*.
- KRAUSS-MARGUET, I. (1981). Analyse anthracologique du gisement postglaciaire de la Poujade (Millau, Aveyron). *Paléobiologie Continentale* 12(1), 93-110.
- KOHLER, T.A., MATTHEWS, M.H. (1988). Long-term Anasazi land use and forest reduction: a case study from southwest Colorado. *American Antiquity* 53(3), 537-564.
- KUNTH, C.S. (1826). Recherches sur les plantes trouvées dans les tombeaux égyptiens par M. Passalacqua. *Annales des Sciences Naturelles* 8, 418-423.

L

- LAEDERICH, L., THIEBAULT, S. (2004). L'apport des végétaux par l'homme pour la nourriture du troupeau au Néolithique. En G. Boëtsch, H. Cortot (eds.): *Plantes qui nourrissent, plantes qui guérissent dans l'espace Alpin. Actes de l'Université Européenne d'été. Anthropologie des populations alpines (Vallouise) 03-08 juillet 2003*. Editions de la librairie des Hautes-Alpes. Gap. 31-45.
- LANCELOTTI, C., MADELLA, M., AJITHPRASAD, P., PETRIE, C.A. (2010). Temperature, compression and fragmentation: an experimental analysis to assess the impact of taphonomic processes on charcoal preservation. *Archaeological and Anthropological Sciences* 2(4), 307-320.

- LANCELOTTI, C., RUIZ PÉREZ, J., GARCÍA GRANERO, J.J. (2017). Investigating fuel and fireplaces with a combination of phytoliths and multi-element analysis; an ethnographic experiment. *Vegetation History and Archaeobotany* 26(1), 75-83.
- LI, G., PIPER, D.J. (2015). The influence of meltwater on the Labrador Current in Heinrich event 1 and the Younger Dryas. *Quaternary Science Reviews* 107, 129-137.
- LIPSHITZ, N., WAISEL, Y. (1973). Dendroarchaeological investigations in Israel (Tel Beersheba and Arad in the Northern and Eastern Negev). *Israel Expl. Journal* 23, 30-37
- LITYŇSKA-ZAJAČ, M., MOSKAL-DEL HOYO, M., NOWAK, M. (2008). Plant remains from an early Neolithic settlement at Moravany (eastern Slovakia). *Vegetation history and archaeobotany* 17(1), 81-92.
- LLOVERA, X. (1985-1986). La Feixa del Moro (Juberri) i el Neolític Mig-Recent a Andorra. *Tribuna d'Arqueologia* 1985-1986, 15-24.
- LOHOF, E., HAMBURG, T., FLAMMAN, J. (eds.) (2011). *Steentijd opgespoord. Archeologisch onderzoek in het tracé van de Hanzelijn-Oude Land*. Combined Archol rapport & ADC rapport, 138. Leiden.
- LONGARES, L.A. (2004). El paisaje vegetal en el sector aragonés del Moncayo. En J.L. Peña, L.A. Longares, M. Sánchez (eds.): *Geografía Física de Aragón*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 187-197.
- LÓPEZ BULTÓ, O. (2015). *Processos d'obtenció, transformació i ús de la fusta en l'assentament neolític antic de la Draga (5320-4800 cal BC)*. Tesis doctoral inédita. Universitat Autònoma de Barcelona.
- LÓPEZ GARCÍA, P. (1978). Resultados polínicos del Holoceno en la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 35, 9-55.
- LÓPEZ GARCÍA, P. (1992). Análisis polínicos de cuatro yacimientos arqueológicos situados en el Bajo Aragón. En P. Utrilla (coord): *Aragón/Litoral Mediterráneo. Intercambios culturales durante la Prehistoria*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 235-242.
- LÓPEZ GARCÍA, P., LÓPEZ SÁEZ, J.A. (1996). Análisis paleopalinológico del yacimiento de "Els Secans": dinámica de la vegetación durante el Cuaternario. En J.M. Rodanés, M.A. Tilo, M.A. N. Ramón (eds.): *El abrigo de Els Secans (Mazaleón, Teruel). Campañas de excavación de 1986 y 1987. Al-Qannis* 3, 84-89.
- LÓPEZ GARCÍA, P., LÓPEZ SÁEZ, J.A. (2000). Le paysage et la phase épipaléolithique-mésolithique dans les Pre-Pyrénées aragonaises et le bassin moyen de l'Ebre à partir de l'analyse palynologique, en Les derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale (13.000-5.5000 av J.C.). *Actes du colloque international de Besançon. Annales Littéraires* 699, 59-69.
- LÓPEZ DE PABLO, J.F., JOCHIM, M.A. (2010). The impact of the 8,200 cal BP climatic event on human mobility strategies during the Iberian Late Mesolithic. *Journal of Anthropological Research* 66(1), 39-68.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A., LÓPEZ GARCÍA, P., LÓPEZ MERINO, L. (2006). La transición mesolítico-neolítica en el valle medio del ebro y en el prepirineo aragonés desde una perspectiva paleoambiental: dinámica de la antropización y origen de la agricultura. *Revista Iberoamericana de Historia* 1, 4-11
- LUCENA, A., MARTÍNEZ, S., ANGELUCCI, D.E., BADAL, E., VILLAVERDE, V., ZAPATA, J., ZILHÃO, J. (2012). La ocupación solutrense del Abrigo de la Boja (Mula, Murcia, España). *Espacio Tiempo y Forma. Serie I Prehistoria y Arqueología* 1(5), 447-454.

M

- MADOZ, P. (1846). *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar*. Madrid.
- MACHADO YANES, M.C. (1994). *Primeros estudios antracológicos en el Archipiélago canario. Las comarcas de Icode y Daute, NW de Tenerife*. Tesis doctoral inédita. Universidad de La Laguna.
- MAGRI, D., DI RITA, F., ARANBARRI, J., FLETCHER, W., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. (2017). Quaternary disappearance of tree taxa from Southern Europe: Timing and trends. *Quaternary Science Reviews* 163, 23-55.
- MALLOL, C., HENRY, A. (2017). Ethnoarchaeology of Paleolithic fire: methodological considerations. *Current Anthropology* 58.
- MANGADO, X., PETIT, M.A., FULLOLA, J.M., BARTROLÍ, R. (2006). El Paleolítico superior final de la cova del Parco (Alòs de Balaguer, la Noguera). *Revista de Arqueologia de Ponent* 16-17, 45-62.
- MANGADO, X., TEJERO, J.M., FULLOLA, J.M., PETIT, M.A., SÁNCHEZ, M. (2014). La Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida). Secuencia del Magdaleniense. En R. Sala (ed.): *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el estrecho de Gibraltar*. Universidad de Burgos y Fundación Atapuerca. Burgos. 152-158.
- MARCOS, F. (1989). *El carbón vegetal: propiedades y obtención*. Madrid. Ed. Mundi-Prensa.
- MARGUERIE, D. (1992). *Evolution de la végétation sous l'impact anthropique en Armorique du Mésolithique au Moyen Age: études palynologiques et anthracologiques des sites archéologiques et des tourbières associées*. Tesis doctoral inédita. Université de Rennes.
- MARGUERIE, D. (2011). Short tree ring series: the study materials of the dendro-anthracologist. *Sagvntvm Extra* 11, 15-16.
- MARGUERIE, D., HUNOT, J.Y. (2007). Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France. *Journal of Archaeological Science* 34, 1417-1433.
- MARQUER, L. (2009). Du microcharbon au macrocharbon: reconstitution du signal «charbon de bois» en contexte archéologique paléolithique. *Paethnologie* 2, 109-119.
- MARQUER, L., NESPOULET, R., CHIOTTI, L. (2010a). Étude de la dispersion des vestiges de la combustion au sein du niveau archéologique du Gravettien final de l'abri Pataud (Dordogne, France)”. En C. Delhon, I. Thèry-Parisot, y S. Thiébault (dirs.): *Des hommes et des plantes. Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la préhistoire à nos jours*. 209-222.
- MARQUER, L., OTTO, T., NESPOULET, R., CHIOTTI, L. (2010b). A new approach to study the fuel used in hearths by hunter-gatherers at the Upper Palaeolithic site of Abri Pataud (Dordogne, France). *Journal of Archaeological Science* 37, 2735-2746.
- MARSTON, J.M. (2009). Modeling wood acquisition strategies from archaeological charcoal remains. *Journal of Archaeological Science* 36(10), 2192-2200.
- MARTI, B. (2012). La Cova de l'Or (Beniarrés, Alicante). *Sagvntvm Extra* 12, 183-186.
- MARTI, B., FORTEA, J., BERNABEU, J., PÉREZ RIPOLL, M., ACUNA, J.D., ROBLES, F., GALLART, M.D. (1987). El Neolítico antiguo en la zona oriental de la Península Ibérica. En J. Guilaine, J. Courtin, J.L. Roudil, J.L. Vernet, (dirs.): *Premières communautés paysannes en méditerranée occidentale. Actes du Colloque International du CNRS (Montpellier, 26-29 avril 1983)*. 607-619.

- MARTÍN, A., MIRET, J., BLANCH, R.M., ALIAGA, S., ENRICH, R., COLOMER, S., ALBIZURI, S., BOSCH, J. (1988). Campaña d'excavacions arqueològiques 1987-88 al jaciment de la Bòbila Madurell-Can Feu (Sant Quirze del Vallès, Vallès Occidental). *Arrahona* 3, 9-23.
- MARTIN, L., DELHON, C., THIEBAULT, S., PELLETIER, D. (2012). Plant exploitation and diet in altitude during Mesolithic and Neolithic: Archaeobotanical analysis from a hunting camp in the Chartreuse massif (l'Aulp-du-Seuil, Isère, France). *Review of Palaeobotany and Palynology* 185, 26-34.
- MARTIN, L., JACOMET, S., THIEBAULT, S. (2008). Plant economy during the Neolithic in a mountain context: the case of "Le Chenet des Pierres" in the French Alps (Bozel-Savoie, France). *Vegetation history and archaeobotany* 17(1), 113-122.
- MARTIN, L., THIEBAULT, S. (2010). L'if (*Taxus baccata* L.): histoire et usage d'un arbre durant la Préhistoire récente. L'exemple du domaine alpin et circum-alpin. En C. Delhon, I. Théry-Parisot, S. Thiébault (eds.): *Des hommes et des plantes : exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours, Actes des XXXèmes rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Muséum National d'Histoire Naturelle*. 1-20
- MARTIN SEIJO, M. (2012). *A xestión do bosque e do monte desde a Idade do Ferro á época romana no noroeste da península Ibérica: consumo de combustibles e produción*. Universidad de Santiago de Compostela. Tesis doctoral inédita.
- MARTIN SEIJO, M., PIQUÉ, R. (2008). Consumo especializado de combustibles en el Neolítico: los datos antracológicos del yacimiento de Auelles (Castelló de Farfanya, Lleida). En M.S.Hernández, J.A. Soler, J.A. López (eds.): *Actas del IV Congreso Neolítico Peninsular*. Alicante. 432-437.
- MARTÍN SEIJO, M., UZQUIANO, P. (2010). Análisis antracológico de estructuras de combustión neolíticas en el Noroeste Peninsular: Porto dos Valos, A Gándara y Monte dos Remedios (Provincia de Pontevedra, Galicia)". En A.M.S. Bettencourt, M.I. Caetano, S. Monteiro (eds.): *Variações paleoambientais e evolução antrópica no Cuaternário do occidente peninsular*. 125-132.
- MARTÍNEZ MORENO, J., MORA, R., CASANOVA, J. (2006). El Mesolítico de los Pirineos surorientales: una reflexión sobre el significado de las 'facies de fortuna' del Postglaciar. En A. Alday (ed.): *El Mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular*. Memorias de Yacimientos Alaveses 11. Vitoria. 163-192.
- MARTÍNEZ MORENO, J., MORA, R., CASANOVA, J. (2006-2007). El contexto cronométrico y tecnotipológico durante el Tardiglaciar y Postglaciar de la vertiente sur de los Pirineos orientales. *Revista d'Arqueologia de Ponent* 16-17, 7-44.
- MARTÍNEZ MORENO, J., MORA, R. (2009). Balma Guilanyà (Prepirineo de Lleida) y el Aziliense en el noreste de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 66(2), 45-60.
- MARTINOLI, D.C. (2005). *Plant food economy and environment during the Epipalaeolithic in southwest Anatolia: An investigation of the botanical macroremains from Öküzini and Karain B*. University of Basel. Tesis doctoral.
- MARTINS, H., OMS, F.X., PEREIRA, L., PIKE, A. W., ROWSELL, K., ZILHÃO, J. (2015). Radiocarbon dating the beginning of the Neolithic in Iberia: new results, new problems. *Journal of Mediterranean Archaeology* 28(1), 105-131.
- MARTZLUFF, M. (1995). Les derniers chasseurs-cueilleurs, evolution chrono-culturelle des industries mésolithiques de la Balma Margineda. En J. Guilaine, M. Martzluff (eds.): *Les excavacions a la Balma de la Margineda (1979-1991)*. Serie Prehistoria d'Andorra 3. Govern d'Andorra.

- MARTZLUFF, M., MARTÍNEZ MORENO, J., GUILAINE, J., MORA, R., CASANOVA, J. (2012). Transformaciones culturales y cambios climáticos en los Pirineos catalanes entre el Tardiglacial y Holoceno antiguo: Aziliense y Sauveterriense en Balma de la Margineda y Balma Guilanyà. *Cuaternario y Geomorfología* 26(3/4) 61-78.
- MASI, A., SADORI, L., BANESCHI, I., SIANI, A.M., ZANCHETTA, G. (2013a). Stable isotope analysis of archaeological oak charcoal from eastern Anatolia as a marker of mid-Holocene climate change. *Plant Biology* 15(1), 83-92.
- MASI, A., SADORI, L., ZANCHETTA, G., BANESCHI, I., GIARDINI, M. (2013b). Climatic interpretation of carbon isotope content of mid-Holocene archaeological charcoals from eastern Anatolia. *Quaternary International* 303, 64-72.
- MAYA, J.L., PETIT, M.A. (1986). El grupo del nordeste. Un nuevo conjunto de cerámicas con boquique en la Península Ibérica. *Anales de Prehistoria y Arqueología* 2, 49-72.
- MAYEWSKI, P.A., ROHLING, E.E., CURT STAGER, J., KARLÉN, W., MAASCH, K.A., DAVID MEEKER, L., MEYERSON, E.A., GASSE, F., VAN KREVELD, S., HOLMGREN, K., LEETHORP, J., ROSQVIST, G., RACK, F., STAUBWASSER, M., SCHNEIDER, R.R., STEIG, E.J. (2004). Holocene climate variability. *Quaternary Research* 62, 243-255.
- MAZO, C. (2004). Análisis de huellas de uso de la serie lítica retocada del nivel IV de Mendandía. En A. Alday (ed.): *El campamento prehistórico de Mendandía: ocupaciones mesolíticas y neolíticas entre el 8500 y el 6400 B.P.* Colección Barandiarán 9. Diputación Foral de Álava. Vitoria. 285-335.
- MAZO, C., MONTES, L. (1987). La Cueva del Llop (Mazaleón, Teruel). *Caesaraugusta* 64, 119-134.
- MAZO, C., MONTES, L. (1992) La transición Epipaleolítico-Neolítico antiguo en el abrigo de El Pontet (Maella, Zaragoza). En P. Utrilla (coord.): *Aragón/Litoral mediterráneo: intercambios culturales durante la Prehistoria*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 243-254.
- MAZO, C., UTRILLA, P. (1994a). Los abrigos de las Forcas (Graus, Huesca). Campaña de 1991. *Arqueología Aragonesa* 1991, 73-78.
- MAZO, C., UTRILLA, P. (1994b). La excavación de los abrigos de las Forcas (Graus, Huesca) en la campaña de 1992. *Arqueología Aragonesa* 1992, 31-37.
- MAZO, C., UTRILLA, P. (1996). Excavaciones en la cueva de Abautz (Arraiz). Campañas de 1994 y 1995. *Trabajos de arqueología Navarra* 12, 270-279.
- MAZO, C., UTRILLA P. (1999). Les abris de Las Forcas (Graus, Huesca). La transition de l'Epipaleolithique au Néolithique Ancien. En J. Vaquer (ed.): *Le Néolithique du Nord-Ouest méditerranéen. XXIV Congrès Préhistorique de France*. Carcassonne. 291-296.
- MAZZUCCO, N., CLEMENTE, I., GASSIOT, E., GIBAJA, J.F. (2015). Insights into the economic organization of the first agro-pastoral communities of the NE of the Iberian Peninsula: A traceological analysis of the Cueva de Chaves flaked stone assemblage. *Journal of Archaeological Science* 2, 353-366.
- MCPARLAND, L.C., COLLINSON, M.E., SCOTT, A.C., CAMPBELL, G. (2009). The use of reflectance values for the interpretation of natural and anthropogenic charcoal assemblages. *Archaeological and Anthropological Sciences* 1(4), 249-261.
- MCPARLAND, L.C., COLLINSON, M.E., SCOTT, A.C., CAMPBELL, G., VEAL, R. (2010). Is vitrification in charcoal a result of high temperature burning of wood? *Journal of Archaeological Science* 37, 2679-2687.

- MÉDAIL, F., DIADEMA, K. (2009). Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography* 36(7), 1333-1345.
- MERCURI, A.M., SADORI, L., UZQUIANO, P. (2011). Mediterranean and north-African cultural adaptations to mid-Holocene environmental and climatic changes. *The Holocene* 21(1), 189-206.
- METCALFE, C.R. (1960). *Anatomy of Monocotyledons. I. Gramineae*. Ed. The Clarendon Press. Oxford.
- METCALFE, C.R., CHALK, L. (1950). *Anatomy of Dicotyledons*. Clarendon Press. Oxford.
- MIR, A., FREIXAS, A. (1993). La Font Voltada, un yacimiento de finales del Paleolítico superior en Montbrió de la Marca (La Conca de Barberà, Tarragona). *Cypsela* 10, 13-21.
- MOMOT, J. (1955). Méthode pour l'étude des charbons de bois". *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 52, 141-143
- MONTES, L. (2001-2002). El abrigo epipaleolítico de Pena 14 (Biel, Zaragoza). Excavaciones de 1999 y 2000. *Saldvie* 2, 291-306.
- MONTES, L. (2004). El abrigo de Legunova en Biel. Campaña de 2003. *Saldvie* 4, 395-406.
- MONTES, L. (2005). Abrigos de Legunova y Valcervera en Biel. Campaña de 2004. *Saldvie* 5, 257-269.
- MONTES, L. (2007). El Epipaleolítico reciente o Mesolítico en la Península Ibérica. Estado de la cuestión. *Cæsaraugusta* 78, 39-48.
- MONTES, L. (2014). Las cerámicas neolíticas del sector oeste de Forcas II. En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas 46. Universidad de Zaragoza. 245-267.
- MONTES, L., ALDAY, A. (2012). Enredados en la malla neolítica de la Cuenca del Ebro. Redes, continuidades y cambios. *Rubricatum* 5, 51-60.
- MONTES, L., BEA, M., DOMINGO, R., SÁNCHEZ, P., ALCOLEA, M., SEBASTIÁN, M. (2016): La gestión prehistórica de un territorio en la montaña Prepirenaica: Tierra Bucho (Huesca). *Munibe* 67, 349-362.
- MONTES, L., CUCHÍ, J.A., DOMINGO, R. (2003). Prospecciones y sondeos en las Sierras Exteriores de Aragón. V Campaña, 2002. *Saldvie* 3, 313-329.
- MONTES, L., DOMINGO, R. (2001-2002). Epipaleolítico y Neolítico en las sierras exteriores de Aragón. Prospecciones, sondeos y excavaciones 2001. *Saldvie* 2, 323-336.
- MONTES, L., DOMINGO, R. (2013). Los microlitos geométricos de los asentamientos del Arba de Biel: caracterización técnica y funcional. En De la Rasilla, M. (coord.): *Universitatis Ovetensis Magister. Estudios en homenaje a Javier Fortea Pérez*. Universidad de Oviedo. 195-209.
- MONTES, L., DOMINGO, R. (2013). *El asentamiento magdaleniense de Cova Alonse: (Estadilla, Huesca)*. Monografías Arqueológicas, 48. Universidad de Zaragoza.
- MONTES, L., DOMINGO, R. (2016). El yacimiento Meso-Neolítico de Rambla de Legunova. En J.M. Rodanes y J.I. Lorenzo (eds.): *Actas I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonesés*. 53-63.
- MONTES, L., DOMINGO, R., CUCHÍ, J.A., ALCOLEA, M., SOLA, C. (2015b). Completando el mapa de la Cuenca del Ebro. El Mesolítico de Espantalobos (Quicena, Huesca). *Munibe* 66, 119-133.
- MONTES, L., DOMINGO, R., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., SEBASTIÁN, M., ARANBARRI, J., CASTAÑOS, P., GARCÍA-SIMÓN, L.M., ALCOLEA, M., LABORDA, R. (2015a): Landscape, resources and people during the Mesolithic and Neolithic times in NE Iberia: The Arba de Biel Basin. *Quaternary International* 403, 133-150.

- MONTES, L., MAZO, C. (1986). Abrigo de El Pontet (Maella, Zaragoza). Campaña de 1986. *Boletín del Museo de Zaragoza* 5, 379-386.
- MONTES, L., UTRILLA, P. (2008). Le Paléolithique Supérieur dans la moyenne de l'Ebre. *L'Anthropologie* 112, 168-181.
- MONTES, L., UTRILLA, P., MAZO, C. (2006). El Epipaleolítico macrolítico en Aragón en el contexto del Valle del Ebro y la Cataluña costera. En A. Alday (ed.): *El mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular*. Universidad del País Vasco. Vitoria. 193-217.
- MONTSERRAT, J. (1992). *Evolución glacial y postglacial del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: estudio palinológico*. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos 6. Jaca.
- MORALES, J., PÉREZ JORDÀ, G., PEÑA CHOCARRO, L., ZAPATA, L., RUÍZ ALONSO, M., LÓPEZ SÁEZ, J. A., LINSTÄDTER, J. (2013). The origins of agriculture in North-West Africa: macro-botanical remains from Epipalaeolithic and Early Neolithic levels of Ifri Oudane (Morocco). *Journal of Archaeological Science* 40(6), 2659-2669.
- MORALES, J.I., OMS, F.X. (2012). Las últimas evidencias mesolíticas del NE peninsular y el vacío pre-neolítico. *Rubricatum* 5, 35-42.
- MORALES, J.I., CEBRIA, A., MESTRES, J., OMS, F.X., ALLUE, E. (2013b). La Cova de la Guineu. 12.000 anys de presència humana a les capçaleres del Foix. *Monografies del Foix III*, 172-183.
- MORALES, J.I., VERGÈS, J.M., FONTANALS, M., OLLÉ, A., ALLUÉ, E., ANGELUCCI, D.E. (2013a). Los niveles B y Bb de La Cativera (El Catllar, Tarragona). Procesos técnicos y culturales durante el Holoceno inicial en el noreste de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 70(1), 54-75.
- MORALES, R. (1995). Plantas y cultura popular: la etnobotánica en España. El madroño y sus usos. *Quercus* 1995(diciembre), 8-9.
- MORELLÓN, M., VALERO, B., VEGAS VILARRÚBIA, T., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., ROMERO, O., DELGADO HUERTAS, A., MATA, P., MORENO, A., RICO, M., CORELLA, J.P. (2009). Lateglacial and Holocene palaeohydrology in the western Mediterranean region: the Lake Estanya record (NE Spain). *Quaternary Science Reviews* 28, 2582-2599.
- MORENO, A., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., MORELLÓN, M., VALERO, B., FLETCHER, W.J. (2012). Northern Iberian abrupt climate change dynamics during the last glacial cycle: a view from lacustrine sediments. *Quaternary Science Reviews* 36, 139-153.
- MOSKAL DEL HOYO, M., WACHOWIAK, M., BLANCHETTE, R.A. (2010). Preservation of fungi in archaeological charcoal. *Journal of Archaeological Science* 37(9), 2106-2116.
- MOSKAL DEL HOYO, M. (2011). The ubiquity correction as an alternative method for the quantification of charcoal. *Sagvntvm Extra* 11, 35-36.
- MOSKAL DEL HOYO, M. (2013). Mid-Holocene forests from Eastern Hungary: new anthracological data. *Review of Palaeobotany and Palynology* 193, 70-81.
- MUÑOZ SOBRINO, C., RAMIL REGO, P., DELIBES DE CASTRO, G., ROJO, M.A. (1996). Datos paleobotánicos sobre la turbera de La Piedra (Páramo de Tozo, Burgos). En P. Ramil Rego, C. Fernández, M. Rodríguez Guitán (eds.): *Biogeografía pleistocena-holocena de la península ibérica*. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela. 149-162.

N

- NTINO, M. (2000). *El paisaje en el norte de Grecia desde el Tardiglacial al Atlántico. Formaciones vegetales, recursos y usos*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- NTINO, M. (2010). Wood charcoal analysis at Klissoura cave 1 (Prosymna, Peloponnese): the upper Palaeolithic vegetation. *Eurasian Prehistory* 7(2), 47-69.
- NTINO, M., KYPARISSI-APOSTOLIKA, N. (2016). Local vegetation dynamics and human habitation from the last interglacial to the early Holocene at Theopetra cave, central Greece: the evidence from wood charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany* 25(2), 191-206.
- NIKLASSON, M., ZACKRISSON, O., ÖSTLUND, L. (1994). A dendroecological reconstruction of use by Saami of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) inner bark over the last 350 years at Sädvajaure, N. Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany* 3, 183-190.

O

- OBEA, L. (2014). El paisaje neolítico: un estudio preliminar de los restos antracológicos de Coro Trasito (Tella). En I. Clemente, E. Gassiot, J. Rey, (eds.): *Sobrarbe antes de Sobrarbe. Pinceladas de historia de los Pirineos*. Centro de estudios de Sobrarbe. 43-54.
- OBEA, L., PIQUÉ, R., MARTIN, M., GASSIOT, E. (2011). The exploitation of forest resources in mountain areas during the Neolithic in the northeast of the Iberian Peninsula. *Sagvntvm* Extra 11, 129-130.
- OBÓN, A., BERDEJO, A. (2016) Perspectivas para el estudio del poblamiento prehistórico en el valle del Guarga (Huesca). En J.M. Rodanes, J.I. Lorenzo (eds.): *Actas I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés*. Zaragoza. 189-197.
- O'CARROLL, E. MITCHELL, F. (2011). Methodological approaches towards the quantification and identification of charcoal samples retrieved from archaeological sites. *Sagvntvm* Extra 11, 25-26.
- OEGGL, K. (2009). The significance of the Tyrolean Iceman for the archaeobotany of Central Europe. *Vegetation History and Archaeobotany* 18(1), 1-11.
- OMS, F.X. (2017). Fases y territorios de la neolitización del NE de la Península Ibérica ca. 5600-4900 cal BC. *Munibe*, 68 (online first).
- OMS, F.X., BARGALLÓ, A., CHALER, M., FONTANALS, M., GARCÍA MARTÍNEZ, M.S., LÓPEZ, J.M., MORALES, J.I., NIEVAS, T., RODRÍGUEZ, A., SERRA, J., SOLÉ, A., VERGÈS, J.M. (2008). La Cova Colomera (Sant Esteve de la Sarga, Lleida), una cueva-redil en el Prepirineo de Lérida. Primeros resultados y perspectivas de futuro. En M.S.Hernández, J.A. Soler, J.A. López (eds.): *Actas del IV Congreso Neolítico Peninsular*. Alicante. 230-236.
- OMS, F.X., ESTEVE, X., MESTRES, J., MARTÍN, P., MARTINS, H. (2014). La neolitización del nordeste de la Península Ibérica: datos radiocarbónicos y culturales de los asentamientos al aire libre del Penedès. *Trabajos de Prehistoria* 71(1), 42-55.
- OMS, F.X., GIBAJA, J.F., MAZZUCCO, N., GUILAINE, J. (2016). Revisión radiocarbónica y cronocultural del Neolítico antiguo de la Balma Margineda (Aixovall, Andorra). *Trabajos de Prehistoria* 73(1), 29-46.
- OMS, F.X., LÓPEZ GARCÍA, J. M., MANGADO, X., MARTÍN, P., MENDIELA, S., MORALES, J. I., PEDRO, M., RODRÍGUEZ, A., RODRÍGUEZ CINTAS, A., YUBERO, M. (2013). Hàbitat en

cova i espai pels ramats ca. 6200-6000 BP: dades preliminars de la Cova Colomera (Prepirineu de Lleida) durant el neolític antic. *Sagvntvm* 45, 25-38.

- OMS, F.X., TERRADAS, X., MORELL, B., GIBAJA, J. F. (en prensa). Mesolithic-Neolithic transition in the northeast of Iberia: Chronology and socioeconomic dynamics. *Quaternary International*.
- OTTE, M. (2009). The Paleolithic-Mesolithic Transition. En M. Camps, P. Chauhan (eds.): *Sourcebook of Paleolithic Transition*. Springer Science Business Media. Nueva York. 537-553.
- OUT, W.A., VERMEEREN, C., HANNINEN, K. (2013). Branch age and diameter: useful criteria for recognising woodland management in the present and past? *Journal of Archaeological Science* 40(11), 4083-4097.
- OZENDA, P. (1975). Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen. *Documents de cartographie écologique XVI*, 1-32.

P

- PALLARÉS, M., BORDAS, A., MORA, R. (1997). La Font del Ros en el proceso de neolitización de los Pirineos Orientales. En P. Bueno, R. Balbín (eds.): *Actas del II Congreso de Arqueología Peninsular, I, Paleolítico y Epipaleolítico*. Fundación Rey Afonso Henriques. Zamora. 311-325.
- PALOMO, A., PIQUÉ, R., TERRADAS, X., LÓPEZ, O., CLEMENTE, I., GIBAJA, J.F. (2013). Woodworking technology in the early neolithic site of La Draga (Banyoles, Spain). En P.C. Anderson, C. Cheval, A. Durand (dirs.): *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux. An interdisciplinary focus on plant-working tools. XXXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*. Éditions APDCA. Antibes. 383-396.
- PALOMO, A., BODGANOVIC, I., PIQUÉ, R., ROSSILLO, R., TERRADAS, X., ALCOLEA, M., BERIHUETE, M., SAÑA, M. (en prensa a). The last foragers in NE of Iberian Peninsula: new evidences of human occupations during the VII/VI millenium cal BC. *Mesolithic in Europe Conference Proceedings*. Belgrado.
- PALOMO, A., TERRADAS, X., PIQUÉ, R., ROSILLO, R., BODGANOVIC, I., BOSCH, A., SAÑA, M., ALCOLEA, M., BERIHUETE, M. (en prensa b). Les coves del Fem (Ulldemolins-Catalunya). *Actas VI Congreso Neolítico Peninsular. Granada 2016*.
- PALOMO, A., TERRADAS, X., PIQUÉ, R., ROSILLO, R., BODGANOVIC, I., BOSCH, A., SAÑA, M., ALCOLEA, M., BERIHUETE, M. (en prensa c). Les Coves del Fem (Ulldemolins-Catalunya). Un nuevo conjunto para el estudio de la neolitización en el NE peninsular. *Tribuna d'Arqueologia*.
- PARDUCCI, L., JØRGENSEN, T., TOLLEFSRUD, M.M., ELVERLAND, E., ALM, T., FONTANA, S.L., BENNETT, K.D., HAILE, J., MATETOVICI, I., SUYAMA, Y., EDWARDS, M.E., ANDERSEN, K., RASMUSSEN, M., BOESSENKOOL, S., COISSAC, E., BROCHMANN, C., TABERLET, P., HOUMARK-NIELSEN, M., LARSEN, N.K., ORLANDO, L., GILBERT, M.T.P., KJÆR, K.H., ALSOS, I.G., WILLERSLEV, E. (2012). Glacial Survival of Boreal Trees in Northern Scandinavia. *Science* 335, 1083–1086.
- PASSERINI, G. (1864). Le terramare e le palafitte nel Parmense. En P. Strobel, L. Pigorini (eds.): *Atti Società Italiana Scienze Naturali* 7, 27-33.
- PEARSALL, D.M. (1989). *Paleoethnobotany. A handbook of procederes*, San Diego Academic Press.
- PÈLACHS, A., SORIANO, J.M., NADAL, J., ESTEBAN, A. (2007). Holocene environmental history and human impact in the Pyrenees. *Contributions to Science* 3(3), 423-431.

- PÈLACHS, A., JULIÀ, R., PÉREZ OBIOL, R., SORIANO, J.M., BAL, M.C., CUNILL, R., CATALAN, J. (2011). Potential influence of Bond events on mid-Holocene climate and vegetation in southern Pyrenees as assessed from Burg lake LOI and pollen records. *The Holocene* 21(1), 95-104.
- PEÑA CHOCARRO, L., PÉREZ JORDÀ, G., MORALES, J., ZAPATA, L. (2013). Neolithic plant use in the Western Mediterranean region: preliminary results from the AGRIVESTMED project. *Annali di Botanica* 3, 135-141.
- PEÑA CHOCARRO, L., PÉREZ JORDÀ, G., MORALES, J. (2013). ...Y llegaron los agricultores, agricultura y recolección en el occidente del Mediterráneo. *Menga: Revista de prehistoria de Andalucía* 4, 15-34.
- PEÑA CHOCARRO, L., ZAPATA, L. (1999). El uso de los recursos vegetales durante la Prehistoria: Técnicas de recuperación y análisis de macrorrestos vegetales. En P. Bueno, R. Balbín (eds.): *II Congreso de Arqueología Peninsular*. Zamora. 667-672
- PEÑA CHOCARRO, L., ZAPATA, L., GONZÁLEZ URQUIJO, J.E., IBÁÑEZ, J.J. (2000). Agricultura, alimentación u uso del combustible: aplicación de modelos etnográficos en Arqueobotánica. *Saguntum Extra* 3, 403-420.
- PEÑA CHOCARRO, L., ZAPATA, L., GARCÍA GAZÓLAZ, J., GONZÁLEZ MORALES, M., SESMA SESMA, J., STRAUS, L.G. (2005) The spread of agriculture in northern Iberia: new archaeobotanical data from El Mirón cave (Cantabria) and the open-air site of Los Cascajos (Navarra). *Vegetation History and Archaeobotany* 14, 268–278.
- PEÑA MONNÉ, J.L., LOZANO, M. V. (2004). Las unidades del relieve aragonés. En J.L. Peña, L.A. Longares, M. Sánchez (eds.): *Geografía física de Aragón. Aspectos generales y temáticos*. Universidad de Zaragoza. Institución Fernando el Católico. 3-14.
- PEÑA MONNÉ, J.L., SOPENA, M.C. (2014). El marco geomorfológico. En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas 46. Universidad de Zaragoza. 13-17.
- PEÑALBA, M.C. (1994). The History of the Holocene Vegetation in Northern Spain from Pollen Analysis. *Journal of Ecology* 82, 815-832.
- PETIT, M.A., ESTRADA, A., BERGADÀ, M., FULLOLA, J., BARTROLÍ, R., GAMARRA, A., FARELL, D. (1996). *El procés de neolitització a la vall del Segre. La cova del Parco (Alòs de Balaguer, la Noguera). Estudi de les ocupacions humanes del Vè al II mil·lenni aC*. Monografias del SERP 1. Universidad de Barcelona.
- PÉREZ BUJARRABAL, E. (2009): Esquema de la vegetación de Aragón. *Foresta* 43(Especial Aragón), 20-29.
- PÉREZ DÍAZ, S., LÓPEZ SÁEZ, J.A., RUIZ ALONSO, M., ZAPATA, L., ABEL-SCHAAD, D. (2013). Holocene history of *Taxus baccata* in the Basque Mountains (Northern Iberian Peninsula). *Lazaroa* 34, 29-41.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A., BAENA, J., MORIN DE PABLOS, J., RUS, I., BAREZ, S. URIBELARREA, D. (2007). El Yacimiento Epipaleolítico de Parque Darwin: un Proyecto de Investigación Geoarqueológica de la Comunidad de Madrid. En *Primer Simposio Audema: La investigación y difusión arqueopaleontológica en el marco de la iniciativa privada*. Madrid-Guadalajara. 121-132.
- PÉREZ-LAMBÁN, F., PEÑA MONNÉ, J. L., BADÍA, D., PICAZO, J. V., SAMPIETRO VATTUONE, M.M., ALCOLEA, M., ARANBARRI, J., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. (en revisión). Holocene environmental variability in the central Ebro basin (NE Spain) from geoarchaeological and pedological records. *Catena*.

- PÉREZ OBIOL, R., JALUT, G., JULIÀ, R., PÈLACHS, A., IRIARTE, M.J., OTTO, T., HERNÁNDEZ BELOQUI, B. (2011). Mid-Holocene vegetation and climatic history of the Iberian Peninsula. *The Holocene* 21(1), 75-93.
- PÉREZ SANZ, A. (2014). *Holocene climate, vegetation and human impact in the Western Mediterranean inferred from Pyrenean lake records and climate models*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Zaragoza.
- PÉREZ SANZ, A., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., MORENO, A., VALERO, B., GIL ROMERA, G., RIERADEVALL, M., TARRATS, P., LASHERAS, L., MORELLÓN, M., BELMONTE, A., SANCHO, C. (2013). Holocene climate variability, vegetation dynamics and fire regime in the central Pyrenees: the Basa de la Mora sequence (NE Spain). *Quaternary Science Reviews* 73, 149-169.
- PICAZO, J.V., YLL, R., ROS, M.T., DE LA TORRE, M.A., SERRANO, L., LÓPEZ GARCÍA, P., BLASCO, M.F. (1997): Subsistencia y medio ambiente durante la Edad del Bronce en el sur del Sistema Ibérico turolense. *Teruel* 85(II), 7-48.
- PICORNELL, L. (2009). Antracología y etnoarqueología. Perspectivas para el estudio de las relaciones entre las sociedades humanas y su entorno. *Complutum* 20(1), 133-151.
- PICORNELL, L. (2011). People, trees and charcoal: some reflections about the use of ethnoarchaeology in archaeological charcoal analysis. *Sagvntvm Extra* 11, 185-186.
- PICORNELL, L. (2012). *Paisaje vegetal y comunidades prehistóricas y protohistóricas en Mallorca y Menoría (Illes Balears): una aproximación desde la antracología*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Barcelona.
- PICORNELL, L., ASOUTI, E., MARTÍ, E.A. (2011). The ethnoarchaeology of firewood management in the Fang villages of Equatorial Guinea, central Africa: implications for the interpretation of wood fuel remains from archaeological sites. *Journal of Anthropological Archaeology* 30(3), 375-384.
- PIGNATTI, S. (1982). *Flora d'Italia*. Ed. Agricole. Bolonia.
- PIQUÉ, R. (1995). Aproximació a l'entorn vegetal durant el Paleolític i Mesolític al vessant sud dels prepirineus a partir dels carbons vegetals. Cultures i Medi de la prehistòria a l'edat mitjana. X *Colloqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà. Homenatge a Jean Guilaine*. 71-78.
- PIQUÉ, R. (1997). *Gestió social del combustible a partir de l'anàlisi dels carbons arqueològics: l'exemple de les comunitats canoeres de Tierra del Fuego (Argentina)*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- PIQUÉ, R. (1998). Dinàmica paleoambiental entre el 80.000-5.000 BP al nord-est de la península ibèrica: les dades antracològiques. *Revista d'arqueologia de Ponent* 8, 7-17.
- PIQUÉ, R. (1999). *Producción y uso del combustible vegetal: una evaluación arqueológica*. Treballs d'Etnoarqueologia 3. Editorial UAB-CSIC. Madrid.
- PIQUÉ, R. (1999b) Análisis de las maderas y carbones del yacimiento de la Cueva des Mussol (Menorca). En V. Llull, R. Micó, C. Rihuete, R. Risch (eds.): *La cova des Càrritx y la Cova des Mussol*. Menorca. 427-438.
- PIQUÉ, R. (2000). El paisatge del neolític antic. Les dades antracològiques. En A. Bosch, J. Chinchilla, J. Tarrús (eds): *El poblat lacustre neolític de La Draga. Excavacions del 1990-1998*. Museu d'Arqueologia de Catalunya-CASC. Girona. 50-53.
- PIQUÉ, R. (2002). Paisatge i explotació forestal durant el I Mil.lenni A.N.E. a la Plana Empordanesa. *Cypsela* 14, 211-228

- PIQUÉ, R. (2003). *L'aprofitament dels recursos forestals a les ocupacions humanes del jaciment de Vincamet*. Informe inèdit
- PIQUÉ, R. (2005) Paisaje y gestión de recursos forestales entre el VI y IV milenio cal. BC en el nordeste de la Península Ibérica. En P. Arias, R. Ontañón. C. García Moncón (eds): *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Universidad de Cantabria. Santander. 45–52.
- PIQUÉ, R. (2006). Los carbones y las maderas de contextos arqueológicos y el paleoambiente. *Revista Ecosistemas* 15(1), 31-38.
- PIQUÉ, R. (2008). *Informe del análisis de las maderas carbonizadas de La Codera (Alcolea de Cinca, Huesca)*. Universitat Autònoma de Barcelona. Informe inèdit.
- PIQUÉ, R. (2016). *Estudi antracòlogic del jaciment del Camp del Colomer*. En A. Fortó, A. Vidal (coords.): *Comunitats agrícoles al Pirineu. L'ocupació humana a Juberrí durant la segona meitat del Vè mil·lenni cal AC (Feixa del Moro, Camp del Colomer i Carrer Llinàs 28, Andorra)*. Monografies del Patrimoni Cultural d'Andorra 6. 223-231.
- PIQUÉ, R. (en prensa). Evolució del paisatge vegetal i aprofitament de recursos llenyosos durant l'epipaleolític a l'entorn de la Cova del Vidre. En J. Bosch (dir.): *Caro, la muntanya de la llum. 12.0005000 a.n.e.*
- PIQUÉ, R., BARCELÓ, J.A. (2002). Firewood management and vegetation changes. A statistical analysis of charcoal remains from North-East Iberian Peninsula Holocene Sites. En S.Thiebault (ed.): *Charcoal analysis methodological approaches, paleoecological results and wood uses*. BAR International Series 1063. Oxford. 1-8.
- PIQUÉ, R., PALOMO, A., TERRADAS, X., TARRÚS, J., BUXÓ, R., BOSCH, À., CHINCHILLA, J., BOGDANOVIC, I., LÓPEZ, O., SAÑA, M. (2015). Characterizing prehistoric archery: technical and functional analyses of the Neolithic bows from La Draga (NE Iberian Peninsula). *Journal of Archaeological Science* 55, 166-173.
- PIQUÉ, R., PIQUÉ, J.M. (1992). Aplicaciones del tratamiento de imágenes digitalizadas al análisis antracológico: un ensayo de determinación automática. En A. Vila (coord.): *Arqueología*. CSIC. 115-130
- PIQUÉ, R., ROMERO, S., PALOMO, A., TARRÚS, J., TERRADAS, X., BOGDANOVIC, I. (en prensa a). The production and use of cordage at the early Neolithic site of La Draga (Banyoles, Spain). *Quaternary International*.
- PIQUE, R., REVELLES, J., BURJACHS, F., CARUSO, L., PEREZ-OBÍOL, R. (en prensa b). Interdisciplinary approach to the landscape and firewood exploitation during the Holocene at La Garrotxa (Girona, NE Iberia). *Quaternary International*.
- PLA, S., 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.
- PONS, A., REILLE, M. (1986). Nouvelles recherches pollenanalytiques a Padul (Granada): la fin du dernier glaciaire et L'Holocene. En F. López Vera (ed.): *Quaternary climate in western mediterranean: Proceeding of the Symposium on Climatic Fluctuations during the Quaternary in the Western Mediterranean Regions*. Universidad Autónoma de Madrid. 405-422.
- PONS, A., REILLE, M. (1988). The Holocene-and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 66(3/4), 243-263.

- POPPER, V.S. (1988). Selecting quantitative measurements in paleoethnobotany. En C.A. Hastorf, V.S. Popper (eds.): *Current Paleoethnobotany: Analytical methods and cultural interpretation of archaeological plant remains*. The University of Chicago Press. 53-71.
- PREJAWA H. (1896). Die Ergebnisse der Bohlweguntersuchungen im Grenzmoor zwischen Oldenburg und Preussen und in Mellinghausen im Kreise Sulingen. *Mitt. Ver. Gesch. Landeskde* 21, 98–178
- PRINCE, P. (2001). Dating and Interpreting Pine Cambium Collection Scars from Two Parts of the Nechako River Grainage, British Columbia. *Journal of Archaeological Science* 28, 253-263.
- PRIOR, J. ALVIN, K.L. (1983). Structural changes on charring woods of *Dichrostachys* and *Salix* from southern Africa. *IAWA Journal* 4, 197-206.
- PUIGDEFÁBREGAS, C. (1975). *La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca*. CSIC. Jaca.
- PY, V., ANCEL, B. (2006). Archaeological experiments in fire setting: protocol, fuel and anthracological approach. En A. Dufraisse (ed.): *Charcoal Analysis: New Analytical Tools and Methods for Archaeology. Papers From The Table-Ronde Held in Basel 2004*. BAR International Series 1483, 71-82.

Q

- QUEZEL, P., MEDAIL, F. (2003). *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier (Collection Environnement). Paris.

R

- RAMEAU, J.C., MANSION, D., DUME, G. (2008). *Flore forestière française: région méditerranéenne*. 3 volúmenes. Institute pour le développement forestier. Ministère de l'agriculture et de la pêche. París.
- RAMÓN, N. (2006). *La cerámica del Neolítico Antiguo en Aragón*. *Caesaraugusta* 77. Zaragoza.
- RAMÓN, N., BALDELLOU, V. (1995). Estudio de los materiales cerámicos neolíticos del conjunto de Olvena. *Bolskan* 12, 105-170.
- RASMUSSEN, P. (1989). Leaf-foddering of livestock in the Neolithic: archaeobotanical evidence from Weier. *Switzerland Journal of Danish Archaeology* 8, 51-71.
- RASMUSSEN, P. (1993). Analysis of goat/sheep faeces from Egolzwil 3, Switzerland: evidence for branch and twig foddering of livestock in the Neolithic. *Journal of Archaeological Science* 20(5), 479-502.
- REGERT, M., DELACOTTE, J.M., MENU, M., PETREQUIN, P., ROLANDO, C. (1998). Identification of Neolithic hafting adhesives from two lake dwellings at Chalain (Jura, France). *Ancient Biomolecules* 2, 81-96.
- REGNELL, M. (2012). Plant subsistence and environment at the Mesolithic site Tågerup, southern Sweden: new insights on the "Nut Age". *Vegetation History and Archaeobotany* 21(1), 1-16.
- REIMER, P. J., BARD, E., BAYLISS, A., BECK, J. W., BLACKWELL, P., BRONK RAMSEY, C., BUCK, C.E., CHENG, H., EDWARDS, R.L., FRIEDRICH, M., GROOTES, P.M., GUILDERSON, T.P. HAFLIDASON, H., HAJDAS, I., HATTÉ, C., HEATON, T.J., HOFFMAN, D.L., HOGG, A.G., HUGHEN, K.A., KAISER, K.F., KROMER, B., MANNING, S.W., NIU, M., REIMER, R.W., RICHARDS, D.A., SCOTT, E.M., SOUTHON, J.R., STAFF,

- R.A., TURNEY, C.S.M., VAN DEL PLITCH, J. (2013). IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55, 1869–1887.
- RETANA, J., ESPELTA, J.M., HABROUK, A., ORDÓÑEZ, J.L., DE SOLÀ, F. (2002). Regeneration patterns of three Mediterranean pines and forest changes after a large wild-fire in northeastern Spain. *Ecoscience* 9, 89–97.
- REVELLES, J., ANTOLÍN, F., BERIHUETE, M., BURJACHS, F., BUXÓ, R., CARUSO, L., LÓPEZ, O., PALOMO, A., PIQUÉ, R., TERRADAS, X. (2014). Landscape transformation and economic practices among the first farming societies in Lake Banyoles (Girona, Spain). *Environmental archaeology* 19 (3), 298-310.
- REVELLES, J., CHO, S., IRIARTE, E., BURJACHS, F., VAN GEEL, B., PALOMO, A., PIQUÉ, R., PEÑA CHOCARRO, L., TERRADAS, X. (2015). Mid-Holocene vegetation history and Neolithic land-use in the Lake Banyoles area (Girona, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 435, 70-85.
- REVELLES, J. (en prensa). Archaeoecology of Neolithisation. Human-environment interactions in the NE Iberian Peninsula during the Early Neolithic. *Journal of Archaeological Science: Reports*.
- REVELLES, J. (informe inédito). *Informe de l'anàlisi arqueopalinològica del jaciment de "Coves del Fem" (Ulldemolins, Tarragona)*. Laboratori d'Arqueobotànica Departament de Prehistòria Universitat Autònoma de Barcelona.
- REY, J., RAMÓN, N. (1992). Un nuevo yacimiento del Neolítico Antiguo en el llano oscense: El Torrollón I (Usón). En P. Utrilla (coord.): *Aragón/Litoral mediterráneo: intercambios culturales durante la Prehistoria*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 309-318.
- RIBA, O., REGUANT, S., VILLENA, J. (1983). Ensayo de síntesis estratigráfica y evolutiva de la cuenca del Ebro. En Instituto Geológico Minero de España (ed.): *Libro Jubilar J.M. Ríos. Geología de España* 2, 131-159.
- RIERA, S., ESTEBAN, A. (1994). Vegetation history and human activity during the last 6000 years on the central Catalan coast (northeastern Iberian Peninsula). *Vegetation History and Archaeobotany* 3(1), 7-23.
- RIOU-NIVERT, P. (2001). *Les résineux*. Institut pour le développement forestier. Paris.
- RITCHER, H.G., GROSSER, D., HEINZ, I. y GASSON, P.E. (2004): IAWA list of microscopic features for hardwood identificación. *IAWA Journal* 25, 1-70.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1964). Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos en la España peninsular. *Annales Instituto Botánico A. J. Cavanilles* 22, 341-405.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1982). Étages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétation de l'Espagne méditerranéenne. *Ecología Mediterránea* VIII, (1/2), 275-288.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.C.O.N.A. Serie Técnica. Madrid.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., PENAS, A., DÍAZ, T.E. (2004). *Bioclimatic & Biogeographic Maps of Europe*. Universidad de León. Versión online: www.globalbioclimatics.org.
- RIVERA, D., OBÓN, C. (1991). *Las plantas medicinales de nuestra región*. Colección documentos. Medio Ambiente 3. Consejería de educación Cultura y Turismo. Murcia.
- RIVERA, D., OBÓN, C. (1994). Los métodos y técnicas de recuperación, identificación e interpretación en Paleobotánica. En M.L. Bandera, F. Chaves (eds.): *Métodos analíticos y su aplicación a la Arqueología*. Écija. 11-31.

- RIVERA, L., VIÑAS, R. (1971). Nota preliminar sobre el taller lítico de la Cueva de Chaves. *Espeleolosie* 10, 66.
- ROBERTS, N. (1989). *The Holocene: An environmental history*. Ed. Basil Blackwell. Oxford.
- ROBERTS, N., BRAYSHAW, D., KUZUCUOĞLU, C., PEREZ, R., SADORI, L. (2011). The mid-Holocene climatic transition in the Mediterranean: causes and consequences. *The Holocene* 21(1), 3-13.
- ROBIN, V., RICKERT, B.H., NADEAU, M.J., NELLE, O. (2012). Assessing Holocene vegetation and fire history by a multiproxy approach: the case of Stodthagen Forest (Northern Germany). *The Holocene* 22(3), 337-346.
- ROBIN, V., KNAPP, H., BORK, H.R., NELLE, O. (2013). Complementary use of pedoanthracology and peat macro-charcoal analysis for fire history assessment: illustration from Central Germany. *Quaternary international* 289, 78-87.
- RODANÉS, J. M. (1986). *La industria ósea del Neolítico y Edad del Bronce en el Valle del Ebro: ensayo tipológico*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- RODANÉS, J.M. (1987.) Excavaciones en el Abrigo de “Els Secans” (Mazaleón, Teruel). Campañas de 1986/1987. *Arqueología Aragonesa* 1986/1987, 57-63.
- RODANÉS, J.M., ALCOLEA, M. (2017). Estudios de materiales. Los objetos de madera. En J.M. Rodanés (ed.): *La cueva sepulcral del Moro de Alins del Monte. Prehistoria de la Litera (Huesca)*. Monografías Arqueológicas 51. Universidad de Zaragoza. 53-65.
- RODANÉS, J.M., BALDELLOU, V. (1989). Un objeto óseo decorado de la cueva de Chaves (Bastaras-Huesca). *Bolskan* 6, 15-32.
- RODANÉS, J.M., PICAZO, J.V. (2005). *El proceso de implantación y desarrollo de las comunidades agrarias en el valle medio del Ebro*. Monografías arqueológicas 40. Universidad de Zaragoza.
- RODANÉS, J.M., PICAZO, J.V. (2009). La cabaña Mesolítica del Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza). En P. Utrilla, L. Montes (eds.): *El mesolítico geométrico en la Península Ibérica*. Monografías Arqueológicas 44. Univesidad de Zaragoza. 327-341.
- RODANÉS, J.M., PICAZO, J.V. (2013). *El campamento mesolítico del Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza)*. Universidad de Zaragoza. Monografías Arqueológicas 45.
- RODANÉS, J.M., RAMÓN, N. (1995). El Neolítico Antiguo en Aragón: Habitat y territorio. *Zephyrus* XLVIII, 101-128.
- RODANÉS, J.M., TILO, M.A., RAMÓN, N. (1996). El abrigo de Els Secans (Mazaleón, Teruel). Campañas de excavación de 1986 y 1987. *Al-Qannis* 3.
- RODRIGO, A., RETANA, J., PICÓ, F.X. (2004). Direct regeneration is not the only response of mediterranean forests to large fires. *Ecology* 85(3), 716-729.
- RODRÍGUEZ, A., ALLUÉ, E., BUXÓ, R. (2016). Agriculture and livestock economy among prehistoric herders based on plant macro-remains from El Mirador (Atapuerca, Burgos). *Quaternary International* 414, 272-284.
- RODRÍGUEZ ANTÓN, D., GASSIOT, E., MAZZUCCO, N., CLEMENTE, I., OBEA, L. GARCIA, D. (2016). Del medio natural a los paisajes pastorales. Ocupación de las zonas de alta montaña en los Pirineos centrales de Cataluña desde el Mesolítico a la Edad del Bronce (c. 9000-1000 cal ANE). *Munibe* 67, 325-337.

- RODRÍGUEZ ARIZA, M. O. (1992). *Las relaciones hombre-vegetación en el sureste de la Península Ibérica durante las edades del Cobre y Bronce a partir del análisis antracológico de siete yacimientos arqueológicos*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Granada.
- RODRÍGUEZ ARIZA, M. O. (2005). La Antracología: metodología y objetivos. En R. Carta (ed.): *Arqueometría y Arqueología Medieval*. Universidad de Granada. 193-217.
- RODRÍGUEZ ARIZA, M. O. (2010). La arqueobotánica: fundamentos y objetivos. En *Memorial Luis Siret. Arqueología prehistórica y protohistórica en Andalucía*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- ROIRON, P., CHABAL, L., FIGUEIRAL, I., TERRAL, J. F., ALI, A.A. (2013). Palaeobiogeography of *Pinus nigra* Arnold. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco in the north-western Mediterranean Basin: a review based on macroremains. *Review of Palaeobotany and Palynology* 194, 1-11.
- ROIG, S., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MASEDO, F., MORLA, C., SÁNCHEZ HERNANDO, L.J. (1997). Estudio paleobotánico de estróbilos y maderas subfósiles en el yacimiento de Cevico Navero (Palencia, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 55(1), 111-123.
- ROJO, M. A., ROYO, J.I., GARRIDO PENA, R., GARCÍA MARTÍNEZ DE LAGRÁN, I., TEJEDOR, C., ARCUSA, H., GARCÍA GAZOLAZ, J., SESMA, J., BEGUIRISTAIN, M.A. (2012). Los caminos del Neolítico: un proyecto de investigación en el valle del Ebro. *Rubricatum* 5, 43-50.
- ROJO, M.A., PEÑA CHOCARRO, L., ROYO, J.I.; TEJEDOR, C.; GARCÍA MARTÍNEZ DE LAGRÁN, I., ARCUSA, H., GARRIDO, R., MORENO, M., MAZZUCO, N., GIBAJA, J.F., ORTEGA, D., KROMER, B., ALT, K.W. (2013). Pastores trashumantes del Neolítico Antiguo en un entorno de alta montaña: secuencia crono-cultural de la Cova de Els Trocs (San Feliú de Veri, Huesca). *BSAA Arqueología* LXXIX, 9-55.
- ROJO, M.A., TEJEDOR, C., PEÑA CHOCARRO, IGNACIO ROYO, J.I., GARCÍA MARTÍNEZ DE LAGRÁN, I., ARCUSA, H., SAN MILLÁN, M., GARRIDO PENA, R., GIBAJA, J.F., MAZZUCO, N., CLEMENTE, I., MOZOTA, M., TERRADAS, X., MORENO, M., PÉREZ JORDÁ, G., ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, E., JIMÉNEZ, I., GÓMEZ LECUMBERRI, F. (2015). Releyendo el fenómeno de la neolitización en el Bajo Aragón a la luz de la excavación del cingle de Valmayor XI (Mequinenza, Zaragoza). *Zephyrus* LXXV, 41-71.
- ROMÁN JORDÁN, E. (2016). *Anatomía comparada de la madera de Cupressaceae y su correspondencia con los estudios de filogenia*. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis doctoral inédita.
- ROS, M.T. (1985). *Contribucio antracoanalítica a l'estudi de l'entorn vegetal de l'Home Paleolític superior a l'Edat del Ferro a Catalunya*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Barcelona.
- ROS, M. T. (1993a). Anàlisi antracològica del Barranc d'en Fabra (Amposta-Montsià). En J. Bosch, J., M. D. Villalbí, A. Forcadell: *El barranc d'en Fabra (Amposta, Montsià): un assentament neolític a l'aire lliure*.
- ROS, M.T. (1993b). Análisis antracológico del yacimiento del Bronce Medio de Punta Farisa (Fraga, Huesca). *Estudios de la Antigüedad* 6/7, 45-47.
- ROS, M.T. (1994). Estudi antracològic dels Estrats 4 i 7 del Filador (Margalef del Montsant, Priorat). Museu d'Arqueologia de Catalunya. Informe inédito.
- ROS, M.T. (1995). Estudi antracologic de tres jaciments de la vall de Llierca (Garrotxa, Catalunya). L'activitat humana i el medi vegetal des del Neolític Antic al Bronze Final. *X Col.loqui intermancional d'arqueologia de Puigcerdà. Cultures i Medi de la Prehistoria a l'Edat Mitjana. Homenatge al Professor Guilaine*. 87-96.

- ROS, M.T. (1996). Datos antracológicos sobre la diversidad paisajística de Catalunya en el Neolítico. *Rubricatum* 1, 43-56
- ROS, M.T. (1997). *Estudi antracològic de la Cova del Parco*. Laboratori paleoecològic del Museu de Barcelona, Barcelona. Informe inédito.
- ROVIRA, J., CURA, M. (1992). Observacions sobre alguns materials del Neolític Antic i Antic-Avançat del Pre-Pirineu de Lleida. En M. Cura (ed.): *IX Col·loqui Internacional de Puigcerdà: Estat de la investigació del Neolític a Catalunya, 1991. Puigcerdà i Andorra la Vella. Institut d'Estudis Ceretans*. 123-129.
- ROYO, J.I. (1987). El poblado y necrópolis prehistóricos de Riols I, Mequinenza, Zaragoza. Campaña de urgencia. *Arqueología Aragonesa* 1985, 31-35.
- ROYO, J.I., GÓMEZ, F. (1992). Riols I: un asentamiento neolítico al aire libre en la confluencia de los ríos Segre y Ebro. En P. Utrilla (coord.): *Aragón/Litoral mediterráneo: intercambios culturales durante la Prehistoria*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 97-308.
- ROYO, J.I., GÓMEZ, F. (1996). Hábitat y territorio durante el Neolítico Antiguo y Medio/Final en la confluencia del Segre y el Ebro (Mequinenza, Zaragoza). *Rubricatum* 1(2), 767-780
- ROZOY, J.G. (1981). Les changements dans la continuité. En B. Gramsch (ed.): *Mesolithikum in Europe*. Veröffentlichungen des Museum für Ur- und Frühgeschichte. Postdam, 14/15. Deutscher Verlag. Berlin. 11-24.
- RUBIALES, J. M., GARCÍA AMORENA, I., ÁLVAREZ, S.G., MANZANEQUE, F.G. (2008). The late Holocene extinction of *Pinus sylvestris* in the western Cantabrian Range (Spain). *Journal of Biogeography* 35(10), 1840-1850.
- RUBIALES, J.M., GARCÍA AMORENA, I., HERNÁNDEZ, L., GÉNOVA, M., MARTÍNEZ, F., MANZANEQUE, F.G., MORLA, C. (2010). Late Quaternary dynamics of pinewoods in the Iberian Mountains. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162, 476-491.
- RUBIALES, J. M., HERNÁNDEZ, L., ROMERO, F., SANZ, C. (2011). The use of forest resources in central Iberia during the Late Iron Age. Insights from the wood charcoal analysis of Pintia, a Vaccaean oppidum. *Journal of Archaeological Science* 38(1), 1-10.
- RUDDIMAN, W.F., ELLIS, E.C., KAPLAN, J.O. FULLER, D.Q. (2015). Defining the epoch we live in. *Science* 348, 38-39.
- RUÍZ ALONSO, M., ZAPATA, L. (2003). Análisis antracológico del yacimiento arqueológico de Peña Parda. *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra* 11, 217-252.
- RUÍZ ALONSO, M. (2014). *Evolución y explotación de los recursos vegetales desde el Tardiglacial en la vertiente mediterránea del País Vasco: datos antracológicos*. Tesis doctoral inédita. Universidad del país Vasco.
- RUÍZ ALONSO, M., ZAPATA, L. (2015). Transformation and human use of forests in the Western Pyrenees during the Holocene based on archaeological wood charcoal. *Quaternary International* 364, 86-93.
- RYAN, P.A., BLACKFORD, J.J. (2010). Late Mesolithic environmental change at Black Heath, south Pennines, UK: a test of Mesolithic woodland management models using pollen, charcoal and non-pollen palynomorph data. *Vegetation History and Archaeobotany* 19(5/6), 545-558.

S

- SADORI, L., NARCISI, B. (2001). The Postglacial record of environmental history from Lago di Pergusa, Sicily. *The Holocene* 11(6), 655-671.
- SADORI, L., JAHNS, S., PEYRON, O. (2011). Mid-Holocene vegetation history of the central Mediterranean. *The Holocene* 21(1), 117-129.
- SAINT LAURENT, J. (1926). Étude sur les caractères anatomiques des bois d'Algérie. *Bull. St. Rech, forest. nord-Afr.* I(7), 241-246.
- SAINT LAURENT, J. (1934). Anatomie des rameaux des essences forestières d'Algérie. *Bull. St. Rech, forest, nord-Afr.* II (2), 61-173.
- SAINZ, H., SÁNCHEZ DE DIOS, R. GARCÍA CERVIGÓN, A.I. (2010). Distribución y protección de los bosques españoles: una asignatura pendiente en geobotánica. *Ecología* 23, 249-272
- SALAVERT, A., MESSEGER, E., MOTUZAITÉ MATUZEVICIUTE, G., LEBRETON, V., BAYLE, G., CREPIN, L., PUAUD, S., PEAN, S., YAMADA, M., YANEVICH, A. (2015). First results of archaeobotanical analysis from Neolithic layers of Buran Kaya IV (Crimea, Ukraine). *Environmental Archaeology* 20(3), 274-282.
- SALISBURY, E. J., JANE, F. W. (1940). Charcoals from Maiden Castle and their significance in relation to the vegetation and climatic conditions in prehistoric times. *Journal of Ecology* 28, 310-325.
- SÁNCHEZ, P. (2015). La cueva de Chaves: estudio de la organización microespacial durante el Neolítico. *Saldvie* 15, 35-51.
- SÁNCHEZ, P. (2016). La organización del espacio en los niveles neolíticos de Chaves. En J.M. Rodanes, J.I. Lorenzo (eds.): *Actas I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés*. Zaragoza. 81-89.
- SANTA, S. (1961). Essai de reconstitution de paysages végétaux quaternaires d'Afrique du Nord. *Libyca* 6-7, 37-77.
- SANTA, S., VERNET, J.L. (1968). Une technique de préparation des charbons de bois préhistoriques en vue de leur étude anatomique. Applications. *Naturalia Monspeliensa* 19, 171-177.
- SCHEEL YBERT, R. (1998). *Stabilité de l'Écosystème sur le Littoral Sud-Est du Brésil à L'Holocène Supérieur (5500-1400 ans BP). Les Pêcheurs-Cueilleurs-Chasseurs et le Milieu Végétal: Apports de l'Anthracologie*. Université Montpellier II. Tesis doctoral inédita.
- SCHEEL YBERT, R. (2000). Vegetation stability in the Southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 14 C yr BP deduced from charcoal analysis. *Review of Palaeobotany and Palynology* 110(1), 111-138.
- SCHEEL YBERT, R. (2012). ANTHRAKOS: an internet-accessible computer-aided key for charcoal identification. En *IAWA Pan-American Meeting*.
- SCHEEL YBERT, R. (2015a). ANTHRAKOS: a new online database, charcoal identification, data management, and data charring system. En *6th International Anthracology Meeting. University of Freiburg (Germany)*.
- SCHEEL YBERT, R. (2015b). INDEX ANTHRACORUM: Creation of a global directory for charcoal collections. En *6th International Anthracology Meeting. University of Freiburg (Germany)*.

- SCHIMICH, P. (1951). The anatomical structure of wood of some *Juniperus* species. *Annuaire de la Faculté d'Agronomie et de Sylviculture de l'Université de Skopje* III.
- SCHOCH, W., HELLER, I., SCHEINGRUBER, F.H., KIENAST, F. (2004). *Wood anatomy of central European Species*. Versión online: www.woodanatomy.ch.
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1978). *Mikroskopische holzanatomie*. Kluwer Academic Publishers. Zürcher.
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1990). *Anatomie europäischer Hölzer*. Haupt. Berna y Stuttgart.
- SCOTT, A.C. (2010). Charcoal recognition, taphonomy and uses in palaeoenvironmental analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 291(1), 11-39.
- SCOTT, A.C., DAMBLON, F. (2010). Charcoal: Taphonomy and significance in geology, botany and archaeology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 291(1), 1-10.
- SEBASTIÁN, A. (1989). Avance sobre el abrigo de Ángel. Ladruñán (Teruel). *XIX CNA*, 133-146.
- SEBASTIÁN, A. (1992). Nuevos datos sobre la cuenca media del río Guadalupe: el abrigo del Barranco Hondo y el abrigo de Ángel. *Teruel* 79(II), 77-92.
- SEBASTIÁN, A., ZOZAYA, J. (1991). Informe de la tercera campaña de excavación en El Abrigo de Ángel (Ladruñán, Teruel). *Arqueología Aragonesa* 1988-1989, 53-54.
- SEBASTIAN, M., BADÍA, D., MARTÍ, C. (2014). Las formaciones edáficas en el abrigo de Forcas II: caracterización analítica. En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La peña de las Forcas. Graus, Huesca. Un asentamiento en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas 46. Universidad de Zaragoza. 95-104.
- SESMA, J. (2005). Un tipo de estructuras de combustión en asentamientos al aire libre de Navarra: los casos de Eperategi y Paternanbidea. En: P. Arias, C. Ontañón, C., García-Moncón (eds.): *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Santander. 559-568.
- SESMA, J. (2007). Enterramientos en el poblado neolítico de Los Cascajos (Los Arcos). En J. García Gazólaz, J. Sesma, I. Tabar (coords.): *La Tierra te sea leve. Arqueología de la muerte en Navarra*. Gobierno de Navarra. 52-58.
- SHACKLETON, C.M., PRINS, F. (1992). Charcoal analysis and the "Principle of least effort". A conceptual model. *Journal of archaeological science* 19(6), 631-637.
- SIDDALL, M., ROHLING, E.J., ALMOGI-LABIN, A., HEMLEBEN, C., MEISCHNER, D., SCHMELZER, I., SMEED, D.A. (2003). Sea-level fluctuations during the last glacial cycle. *Nature* 423, 853-858.
- SIERRA, A. (en prensa). El paisaje animal: arqueozoología. En P. Utrilla, R. Domingo, M. Bea, (eds.): *El Arenal de la Fonseca (Ladruñán-Castellote, Teruel). Ocupaciones prehistóricas del Gravetiense al Neolítico*. Monografías Arqueológicas 52. Universidad de Zaragoza.
- SIRET, E., SIRET, L. (1890). *Las primeras Edades del metal en el Sudeste de España*. Barcelona.
- SMART, T.L., HOFFMAN, E. S. (1988). Environmental interpretation of archaeological charcoal. En C.A. Hastorf, V.S. Popper (eds.): *Current Paleoethnobotany: Analytical methods and cultural interpretation of archaeological plant remains*. The University of Chicago Press. 167-205.
- SOTO, A. (2014). *Producción y gestión de la industria lítica de Atxoste (Álava). Una aproximación a las sociedades Epipaleolíticas y Mesolíticas del alto Ebro*. Tesis doctoral inédita. Universidad del País Vasco.

- SOTO, A., ALDAY, L., MONTES, L., UTRILLA, P., PERALES, U., DOMINGO, R. (2015). Epipaleolithic assemblages on the Ebro Basin (Spain). The difficult identification of cultural entities. *Quaternary International* 364, 144-152.
- SOTO, A., ALDAY, A., MANGADO, X., MONTES, L. (2016). Epipaleolítico y Mesolítico en la vertiente sur de los Pirineos desde la perspectiva de la industria lítica. *Munibe* 67, 295-312.
- STEVENSON, A.C. (2000). The Holocene forest history of the Montes Universales, Teruel, Spain. *The Holocene* 10(5), 603-610.
- STEWART J. (2003). Buffered tree population changes in a Quaternary refugium: evolutionary implications. *Science* 299, 825.
- STIEBER, J. (1967). A Magyarországi felsőpleisztocen vegetáció-története az anthrakotómiai eredmények (1957-IG) tükrében. *Földtani Közöny* 97, 307-319.
- STRASBURGER, E. (1997). *Tratado de Botánica*. Barcelona. Ed. Omega.
- STUIJTS, I., O'DONNELL, L. (2011). Working with WODAN. An online charcoal database. *Sagvntvm Extra* 11, 17-18.
- STUIJTS, I., LYONS, S., O'DONNELL, L. (2012). Cloud computing in anthracology – Experiences with the WODAN online database in Ireland. *Sagvntvm Extra* 13, 291-292.

T

- TABARD, E. (2005). *Pin sylvestre, pin de Salzmann (Pinus sylvestris L., Pinus nigra Arnold. subsp. salzmannii (Dunal) Franco): une approche comparative dendrologique et éco-anatomique*. Trabajo Fin de Máster. Université Montpellier II.
- TALON, B. (1997). *Évolution des zones supraforestières des Alpes sud-occidentales françaises au cours de l'Holocène. Analyse pédoanthracologique*. Tesis doctoral inédita. Université d'Aix-Marseille III. Marsella.
- TALLÓN ARMADA, R., COSTA CASAS, M., SCHELLEKENS, J., TABOADA, T., VIVES FERRÁNDIZ SÁNCHEZ, J., FERRER, C., ABEL-SCHAAD, D., LÓPEZ SÁEZ, J.A., CARRIÓN, Y., MARTÍNEZ CORTIZAS, A. (2014). Holocene environmental change in Eastern Spain reconstructed through the multiproxy study of a pedo-sedimentary sequence from Les Alcusses (Valencia, Spain). *Journal of Archaeological Science* 47, 22-38.
- TARDY, C. (1998). Anthracologie. En S. Vacher, S. Jérémy, J. Briand (dirs.): *Amérindiens du Sinnarnaty (Guyane)*. *Archéologie en forêt équatoriale. Documents d'Archéologie Française* 70, 94-102.
- TARRIÑO, A. (2006). Fuentes de aprovisionamiento de los sílex del yacimiento arqueológico de Mendandía (Sáseta, Condado de Treviño). En A. Alday (coord.): *El campamento prehistórico de Mendandía: ocupaciones mesolíticas y neolíticas entre el 8800 y el 6400 B.P.* Memorias Arqueología en Castilla y León. Junta de Castilla y León. 473-494.

- TARRUS, J., BOSCH, A. (1990). Els nivells postglacials de la cova d'En Pau (Serinyà, Pla de l'Estany). *Cypsela* 8, 21-47.
- TARRÚS, J., CHINCHILLA, J., MERCADAL, O., ALIAGA, S. (1996). Fases estructurals i cronològiques a l'habitat neolític de Ca N'Isach (Palau-Savardera, Alt Empordà). *Rubricatum* 1, 429-438.
- TEGEL, W., ELBURG, R., HAKELBERG, D., STÄUBLE, H., BÜNTGEN, U. (2012). Early Neolithic water wells reveal the world's oldest wood architecture. *PloS one* 7(12), e51374.
- TERRADAS, X., MORA, R., PLANA, C., PARPAL, A., MARTÍNEZ MORENO, J. (1992). Estudio preliminar de las ocupaciones del yacimiento al aire libre de la Font del Ros (Berga, Barcelona). En P. Utrilla (coord.): *Aragón/Litoral mediterráneo: intercambios culturales durante la Prehistoria*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 285-296.
- TERRADAS, X., PIQUÉ, R., PALOMO, A., ROSILLO, R., BOSCH, A. (2013). *Informe actuació arqueològica a les Coves del Fem (Ulldemolins, Priorat)*. Informe inédito.
- TERRAL, J.F. (2002). Quantitative anatomical criteria for discriminating wild grapevine (*Vitis vinifera* ssp. *silvestris*) from cultivated vines (*Vitis vinifera* ssp. *vinifera*). En S. Thiébault, S. (ed.): *Charcoal analysis: methodological approaches, palaeoecological results and wood uses: proceedings of the Second International Meeting of Anthracology, Paris, September 2000*. BAR International Series 1063.
- TESTART, A. (1982). *Les chasseurs-cueilleurs ou l'origine des inégalités*. Nanterre-Paris. Société d'Ethnographie.
- THERY-PARISOT, I. (2001). *Économie des combustibles au Paléolithique*. Dossier de Documentation Archéologique, 20. CNRS. Paris.
- THERY-PARISOT, I., CHABAL, L., CHRZAVZEZ, J. (2010). Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 291(1), 142-153.
- THÉRY-PARISOT, I., DUFRAISSE, A., CHRZAVZEZ, J., HENRY, A., PARADIS-GRENOUILLET, S. (2011). Charcoal analysis and wood diameter: inductive and deductive methodological approaches for the study of firewood collecting practices. *Sagvntum Extra* 11, 31-32.
- THÉRY-PARISOT, I., HENRY, A. (2011). Seasoned or green? Radial cracks analysis as a method for identifying the use of green wood as fuel in archaeological charcoal. *Journal of Archaeological Science* 39(2), 381-388.
- THÉRY-PARISOT, I., HENRY, A., CHRZAVZEZ, J. (2016). Apport de l'expérimentation à la compréhension des pratiques en anthracologie: gestion et utilisation du bois de feu dans les sociétés préhistoriques. *Cadernos do LEPAARQ* 13(25), 511-536.
- THÉRY-PARISOT, I., THIÉBAULT, S. (2005). Le pin (*Pinus sylvestris*): préférence d'un taxon ou contrainte de l'environnement? Etude des charbons de bois de la Grotte Chauvet. *Bulletin de la société préhistorique française* 102(1), 69-75.
- THÉVENIN, A. (1981). La fin d l'épialéolithique et les debuts du mésolithique dans le nord du Jura français. En B. Gramsch (ed.), *Mesolithikum in Europe*. Veröffentlichungen des Museum für Ur und Frühgeschichte. Postdam, 14/15. Deutscher Verlag. Berlin. 25-32.

- THIÉBAULT, S. (1983). *L'homme et le milieu végétal à la fin du Tardiglaciaire et au Postglaciaire: analyses anthracologiques de six gisements des Préalpes sud-occidentales*. Tesis doctoral inédita. Université Pantheon-Sorbonne. París.
- THIÉBAULT, S. (1988). L'homme et le milieu végétal. Analyses anthracologiques de six gisements des Préalpes au Tardi-et au Postglaciaire. *Documents d'archéologie française* 15, 7-110.
- THIÉBAULT, S. (2002). *Charcoal analysis: methodological approaches, palaeoecological results and wood uses: proceedings of the Second International Meeting of Anthracology, Paris, September 2000*. BAR International Series 1063.
- THIÉBAULT, S. (2005). L'apport du fourrage d'arbre dans l'élevage depuis le Néolithique. *Anthropozoologica* 40(1), 95-108
- THINON, M. (1992). *L'analyse pédoanthracologique, aspects méthodologiques et applications*. Tesis doctoral inédita. Universidad Aix-Marseille III. Marsella.
- TOMÁS, J., VALLESPÍ, E. (1960). Excavaciones en La Apotequería dels Moros (Mazaleón). *Caesaraugusta* 15/16, 205-206.
- TUTIN, T.G., HETWOOD, V.H., BURGESS, N.A., MOORE, D.M., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M., WEBB, D.A. (1980). *Flora europaea*. Cambridge University Press. Cambridge.
- TZEDAKIS, P.C., ANDRIEU, V., DE BEAULIEU, J.L., CROWHURST, S., FOLLIERI, M., HOOGHMSTRA, H., MAGRI, D., REILLE, M., SADORI, L., SHACKLETON, N.J., WIJMSTRA, T.A. (1997). Comparison of terrestrial and marine records of changing climate of the last 500,000 years. *Earth and Planetary Science Letters* 150, 171–176.
- TZEDAKIS, P.C., LAWSON, I.T., FROGLEY, M.R., HEWITT, G.M., PREECE, R.C. (2002). Buffered Tree Population Changes in a Quaternary Refugium: Evolutionary Implications. *Science* 297, 2044-2047.
- TZEDAKIS, P.C., EMERSON, B.C., HEWITT, G. M. (2013). Cryptic or mystic? Glacial tree refugia in northern Europe. *Trends in Ecology & Evolution* 28(12), 696-704.

U

- UREÑA, I., ARSUAGA, J.L., GALINDO, M.A. GÖTHERSTRÖM, A., VALDIOSERA, C. (2011). Filogenia y evolución local de la cabra montés (*Capra pyrenaica*) en el yacimiento Cuaternario de Chaves (Huesca, España). *Boletín Real Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Geol.* 105(1/4), 5-14.
- UTRILLA, P. (1989). Los niveles paleolíticos de la cueva de Chaves. En M.R. González Morales (ed.): *Cien años después de Sautuola. Estudios en homenaje a Marcelino Sanz de Sautuola en el Centenario de su muerte*. Santander. 361-377.
- UTRILLA, P. (1995). El valle del Ebro durante el Tardiglaciario y comienzos del Holoceno. Las relaciones con el Magdaleniense cantábrico. En A. Moure, C. González (eds.): *El final del Paleolítico Cantábrico. Transformaciones ambientales y culturales durante el Tardiglaciario y comienzos del Holoceno en la Región Cantábrica*. Carcassonne. 281-311.
- UTRILLA, P. (1996). La explotación de los recursos: hábitat y territorio. En P. Utrilla, V. Baldellou (eds.): *La cueva del Moro de Olvena*. Vol. 2. *Bolskan* 13, 147-172.
- UTRILLA, P. (1997). Del Paleolítico al Epipaleolítico. *Caesaraugusta* 72, 15-57.
- UTRILLA, P. (2002). Epipaleolíticos y Neolíticos en el Valle del Ebro. En E. Badal, J. Bernabeu, B. Martí (eds.): *Neolithic landscapes of the Mediterranean*. *Saguntum Extra* 5, 179-208.

- UTRILLA, P. (2012). Caminos para el Neolítico aragonés: La aportación del radiocarbono y del arte rupestre. *Rubricatum* 5, 555-564.
- UTRILLA, P., BALDELLOU, V. (1996). Evolución diacrónica del poblamiento prehistórico en el valle del Cinca-Ésera. El registro de Olvena y otros yacimientos prepirenaicos. En V. Baldellou, P. Utrilla (ed.): *La cueva del Moro de Olvena* (Huesca). Vol. 2. *Bolskan* 13, 239-261.
- UTRILLA, P., BALDELLOU, V. (2001-2002). Cantos pintados neolíticos de la cueva de Chaves (Bastarás, Huesca). *Salduie* 2, 45-125.
- UTRILLA, P., BALDELLOU, V. (2007). Les galets peints de la grotte de Chaves. *Préhistoire, Arts et Sociétés* LXII, 73-88.
- UTRILLA, P., BEA, M. (2011). Las cerámicas del Plano del Pulido (Caspé, Zaragoza). En J. Bernabeu, M.A. Rojo, L. Molina (coords.): *Las primeras producciones cerámicas: el VI milenio cal ac en la Península Ibérica*. *Saguntum* Extra 12, 147-149.
- UTRILLA, P., BEA, M. (2012). El asentamiento neolítico del Plano del Pulido (Caspé, Zaragoza). *Rubricatum* 5, 69-78.
- UTRILLA, P., BERDEJO, A., OBÓN, A. (2012). El Esplugón: un gran abrigo mesolítico en el valle del Guarga (Huesca). En J.R. Muñiz Álvarez (coord.): *Ad Orientem. Del final del Paleolítico en el norte de España a las primeras civilizaciones del Oriente Próximo*. Ménsula Ediciones. Oviedo. 235- 251.
- UTRILLA, P., BERDEJO, A., OBÓN, A., LABORDA, R., DOMINGO, R., ALCOLEA, M. (2016). El abrigo de El Esplugón (Billobas- Sabiñánigo, Huesca). Un ejemplo de transición Mesolítico-Neolítico en el Prepirineo central. En H. Bonet (ed.): *Del neolítico a l'edat del bronze en el Mediterrani occidental. Estudis en Homenatge a Bernat Martí Oliver*. TV SIP 119, 75-96.
- UTRILLA, P., CAVA, A., ALDAY, A., BALDELLOU, V., BARANDIARAN, I., MAZO, C., MONTES, L. (1999). Le passage du mésolithique au néolithique ancien dans le Bassin de l'Ebre (Espagne) d'après les datations C 14. *Préhistoire Européenne* 12, 171-194.
- UTRILLA, P., DOMINGO, R. (2001-2002). Excavaciones en el Arenal de Fonseca (Ladruñán, Teruel). *Salduie* 2I, 337-354.
- UTRILLA, P., DOMINGO, R. (2003). Yacimientos magdalenenses en Cetina (Zaragoza): los dos abrigos de la Peña del Diablo. *Salduie* 3, 15-45.
- UTRILLA, P., DOMINGO, R. (2014). La transition Mésolithique-Néolithique dans la Vallée de l'Ebre. En J. Guilaine, C. Manen, T. Perrin (eds.): *La néolithisation de l'ouest méditerranéen. The western Mediterranean Neolithization*. Toulouse. 323-353.
- UTRILLA, P., DOMINGO, R., BEA, M. (en prensa). *El Arenal de la Fonseca (Ladruñán-Castellote, Teruel). Ocupaciones prehistóricas del Gravetiense al Neolítico*. Monografías Arqueológicas 52. Universidad de Zaragoza.
- UTRILLA, P., DOMINGO, R., MARTÍNEZ BEA, M. (2003). La campaña del año 2002 en el Arenal de Fonseca (Ladruñán, Teruel). *Salduie* 3, 301-311.
- UTRILLA, P., LORENZO, J.I., BALDELLOU, V., SOPENA, M.C., AYUSO, P. (2008). Enterramiento masculino en fosa, cubierto de cantos rodados, en el Neolítico Antiguo de la cueva de Chaves. En M.S. Hernández, J.A. Soler, J.A. López Padilla (eds): *Actas IV Congreso del Neolítico Peninsular*. Alicante. 131-140.
- UTRILLA, P., MARTÍNEZ BEA, M. (2008). Acerca del arte esquemático en Aragón. Terminología, superposiciones y algunos paralelos mobiliarios. En R. Cruz Auñón, E. Ferrer (eds.): *Estudios de Prehistoria y Arqueología en homenaje a Pilar Acosta Martínez*. Universidad de Sevilla. 109-140.

- UTRILLA, P., MAZO, C. (1991). Excavación de urgencia en el abrigo de las Forcas (Graus, Huesca). Las ocupaciones magdalenienses y epipaleolíticas. *Bolskan* 8, 31-78.
- UTRILLA, P., MAZO, C. (1993). Informe preliminar sobre la actuación de urgencia de 1991 en la cueva de Abautz. *Trabajos de Arqueología Navarra* 11, 9-29.
- UTRILLA, P., MAZO, C. (1997). La transición del Tardiglacial al Holoceno en el Alto Aragón: los abrigos de las Forcas (Graus, Huesca). En P. Bueno, R. Balbín (coord.): *II Congreso de Arqueología Peninsular*. Fundación Rei Alfonso Henriques. Zamora. 349-365.
- UTRILLA, P., MAZO, C. (2007) La Peña de Las Forcas de Graus (Huesca). Un asentamiento reiterado desde el Magdaleniense Inferior al Neolítico Antiguo. *Saldvie* 7, 9-27.
- UTRILLA, P., MAZO, C. (eds.) (2014). *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas 46. Universidad de Zaragoza.
- UTRILLA, P., MAZO, C. (2014b). El yacimiento y la prospección de su entorno. En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas 46. Universidad de Zaragoza. 17-27.
- UTRILLA, P., MAZO, C. (2014c). La excavación arqueológica. En P. Utrilla, C. Mazo (eds.): *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas 46. Universidad de Zaragoza. 27-61.
- UTRILLA, P., MAZO, C., DOMINGO, R. (2014). Los abrigos de Forcas en la dinámica cultural del Valle del Ebro. En Utrilla, P., Mazo, C. (eds.): *La peña de las Forcas. Graus, Huesca. Un asentamiento en la confluencia del Ésera y el Isábena*. Monografías Arqueológicas 46. Universidad de Zaragoza. 345-408.
- UTRILLA, P., MONTES, L. (coord.). (2009). *El Mesolítico Geométrico en la Península Ibérica*. Monografías Arqueológicas 44. Universidad de Zaragoza.
- UTRILLA, P., MONTES, L., MAZO, C., MARTÍNEZ BEA, M., DOMINGO, R. (2009). El Mesolítico Geométrico en Aragón. En P. Utrilla, L. Montes (eds.): *El Mesolítico Geométrico en la Península Ibérica*. Monografías Arqueológicas 44. Universidad de Zaragoza. 131-190.
- UTRILLA, P., MONTES, L., MAZO, C., ALDAY, A., RODANÉS, JM., BLASCO, MF., DOMINGO R., BEA, M. (2010). El Paleolítico Superior en la Cuenca del Ebro a principios del s. XXI. Revisión y novedades. En X. Mangado (ed.): *El Paleolítico superior Peninsular. Novedades del siglo XXI. Homenaje a Javier Fortea*. Monografíes SERP 8. Universitat de Barcelona. 23-62.
- UTRILLA, P., RODANÉS, J.M. (2004). *Un asentamiento epipaleolítico en el valle del río Martín. El abrigo de los Baños (Ariño, Teruel)*. Monografías Arqueológicas 39. Universidad de Zaragoza.
- UZQUIANO, P. (1990). Analyse anthracologique du Tossal de la Roca (Paléolithique Supérieur final/Epipaléolithique, province d'Alicante, Espagne). *PACT* 22, 209-217.
- UZQUIANO, P. (1992). *Recherches anthracologiques dans le secteur pyrénéocantabrique (Pays Basque, Cantabria et Asturias): environnements et relations homme-milieu au Pléistocène supérieur et début de l'Holocène*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Montpellier II.
- UZQUIANO, P. (1997). Antracología y métodos: implicaciones en la economía prehistórica, etnoarqueología y paleoecología. *Trabajos de Prehistoria* 54, 145-154.
- UZQUIANO, P. (2002). Vegetation and firewood management at Cueva de la Vaquera (Segovia, Spain) between 6 and 3.7 kyr BP: anthracological contribution to the landscape archaeology of the Spanish Central Mountains. En S. Thiébault (ed.): *Charcoal analysis: methodological approaches*,

palaeoecological results and wood uses: proceedings of the Second International Meeting of Anthracology, Paris, September 2000. BAR International Series 1063, 109-112.

UZQUIANO, P., D'ORONZO, C., FIORENTINO, G., RUIZ ZAPATA, B., GIL GARCÍA, M., RUIZ ZAPATERO, G., MÄRTENS, G., CONTRERAS, M., BAQUEDANO, E. (2011). Integrated archaeobotanical studies in a protohistoric settlement of Central Spain: El Llano de la Horca (Santorcaz, Madrid). *Sagvntvm* Extra 11, 99-100.

UZQUIANO, P. (2014). Wood resource exploitation by Cantabrian Late Upper Palaeolithic groups (N Spain) regarding MIS 2 vegetation dynamics. *Quaternary International* 337, 154-162.

UZQUIANO, P., ALLUÉ, E., ANTOLÍN, F., BURJACHS, F., PICORNEL, L., PIQUÉ, R., ZAPATA, L. (2015). All about yew: on the trail of *Taxus baccata* in southwest Europe by means of integrated palaeobotanical and archaeobotanical studies. *Vegetation History and Archaeobotany* 24(1), 229-247.

UZQUIANO, P., CASAS-GALLEGO, M., MINGO, A., BARBA, J., YRAVEDRA, J. (2016a). Vegetation, climate and human settlement interactions at the late Mesolithic site of Cueva Blanca (Hellín, Albacete, SE Spain). *The Holocene* 26(1), 102-112.

UZQUIANO, P., RUIZ ZAPATA, M., GIL GARCIA, M., FERNÁNDEZ, S., CARRIÓN, J. S. (2016b). Late Quaternary developments of Mediterranean oaks in the Atlantic domain of the Iberian Peninsula: The case of the Cantabrian region (N Spain). *Quaternary Science Reviews* 153, 63-77.

V

VALERO, B., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., DELGADO HUERTAS, A., NAVAS, A., MACHIN, J., KELTS, K. (2000). Lateglacial and late Holocene environmental and vegetational change in Salada Mediana, central Ebro Basin, Spain. *Quaternary International* 73, 29-46.

VALERO, B., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., NAVAS, A., MACHÍN, J., DELGADO HUERTAS, A., PEÑA MONNÉ, J. L., SANCHO, C., STEVENSON, T., DAVIS, B.A.S. (2004). Paleohydrological fluctuations and steppe vegetation during the last glacial maximum in the central Ebro valley (NE Spain). *Quaternary International* 122(1), 43-55.

VAQUERO, M. (2004). *Els darrers caçadors-recol·lectors de la Conca de Barberà: el jaciment del Molí del Salt (Vimodí)*. Excavacions 1999-2003. Museu Arxiu de Montblanc i comarca. Montblanc.

VAQUERO, M. (2006). El Mesolítico de facies macrolítica en el centro y sur de Cataluña. En A. Alday (ed.): *El Mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular*. Universidad del País Vasco. Vitoria. 137-160.

VAQUERO, M., GARCÍA ARGÜELLES, P. (2009). Algunas reflexiones sobre la ausencia de Mesolítico geométrico en Cataluña. En P. Utrilla, L. Montes (eds.): *El mesolítico geométrico en la Península Ibérica*. Monografías Arqueológicas 44. Universidad de Zaragoza. 191-204.

VASCHALDE, C., DURAND, A., THIRIOT, J. (2011). Vitrification and craft fire in occidental Mediterranean. Describing characteristics, first results and research hypothesis. *Sagvntvm* Extra 11, 19-20.

VEAL, R., O'DONNELL, L., MCPARLAND, L. (2011). Measuring burn temperatures from charcoal using the reflectance method, first results from an Irish Bronze Age cremationsite. *Sagvntvm* Extra 11, 21-22.

VEGAS, J., RUIZ ZAPATA, B., ORTIZ, J.E., GALÁN, L., TORRES, T., GARCÍA CORTÉS, Á., GIL GARCÍA, M.J., PÉREZ GONZÁLEZ, A., GALLARDO MILLÁN, J.L. (2010). Identification of

- arid phases during the last 50 cal. Ka BP from the Fuentillejo maar-lacustrine record (Campo de Calatrava Volcanic Field, Spain). *Journal of Quaternary Science* 25, 1051-1062.
- VEGAS VILARÚBIA, T., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., MORELLÓN, M., GIL ROMERA, G., PÉREZ SANZ, A., VALERO, B. (2013). Diatom and vegetation responses to Late Glacial and Early Holocene climate changes at Lake Estanya (Southern Pyrenees, NE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 392, 335-349.
- VERNET, J.L. (1967). Premières résultats de l'étude anatomique de charbons de bois préhistoriques de la région Méditerranéenne français. *Bulletin de l'AFEQ* 3, 211-222.
- VERNET, J.L. (1968). Étude des charbons de bois préhistoriques de la Baume de Valorgues (Gard). En *La Préhistoire, problèmes et tendances*. CNRS. Paris. 473-474.
- VERNET, J.L. (1973). Étude sur l'histoire de la végétation du Sud-Est de la France au Quaternaire d'après l'étude des charbons de bois principalement. *Paléobiologie continentale* 4, 1-90.
- VERNET, J.L. (1980). La végétation du bassin de l'Aude, entre Pyrénées et Massif Central, au Tardiglaciaire et au Postglaciaire d'après l'analyse anthracologique. *Review of Palaeobotany and Palynology* 30, 33-55.
- VERNET, J.L. (1991). L'histoire du milieu méditerranéen humanisé révélée par les charbons de bois. En J. Guilaine (ed.): *Pour une archéologie agraire*. Armand Colin. Paris. 369-408.
- VERNET, J.L. (2006). History of the *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* ssp. *salzmanni* forest in the Sub-Mediterranean mountains (Grands Causses, Saint-Guilhem-le-Désert, southern Massif Central, France) based on charcoal from limestone and dolomitic deposits. *Vegetation History and Archaeobotany* 16(1), 23-42.
- VERNET, J.L., BADAL, E., GRAU, E. (1987). L'environnement végétal de l'homme au Néolithique dans le sud-est de l'Espagne (Valence, Alicante), Premières synthèses d'après l'analyse anthracologique. En J. Guilaine, J. Courtin, J.L. Roudil, J.L. Vernet (eds.): *Actes Premières Communautés Paysannes en Méditerranée Occidentale*. CNRS. Paris. 131-136.
- VERNET, J.L., BADAL, E., GRAU, E., ROS, M.T. (1984). Charcoal analyses and western mediterranean prehistoric flora. En W.H. Waldren, R. Chapman, J. Lewthwaite, C. Rex (eds.): *The Deya Conference of Prehistory. Early settlement in the Western Mediterranean islands and their peraheral areas*. BAR International Series 229, 165-175.
- VERNET, J.L., OGEREAU, P., FIGUEIRAL, I., MACHADO YANES, C., UZQUIANO, P. (2001). *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents. Sud-Ouest de l'Europe: France, Péninsule ibérique et îles Canaries*. CNRS. Paris.
- VIDAL MATUTANO, P. (2016) *Alrededor del fuego: paisaje, clima y gestión de los recursos leñosos en grupos cazadoresrecolectores durante el Paleolítico Medio (Alicante, España)*. Tesis doctoral inedita. Universidad de Valencia.
- VIDAL MATUTANO, P., HERNÁNDEZ, C. M., GALVÁN, B., MALLOL, C. (2015). Neanderthal firewood management: evidence from Stratigraphic Unit IV of Abric del Pastor (Eastern Iberia). *Quaternary Science Reviews* 111, 81-93.
- VIDAL MATUTANO, P., THÈRY-PARISOT, I. (2016). The earliest evidence of a smoking hearth? a palaeoeconomical approach from El Salt (Eastern Iberia). *Proceedings of the European Society for the study of Human Evolution* 5, 246.
- VIDAL MATUTANO, P., HENRY, A., THÈRY-PARISOT, I. (2017). Dead wood gathering among Neanderthal groups: charcoal evidence from Abric del Pastor and El Salt (Eastern Iberia). *Journal of Archaeological Science* 80, 109-121.

- VIDALLER TRICAS, R. (2005). *Guía de árboles y arbustos. Pirineo aragonés*. Ed. Barrabes. Huesca.
- VILA, A. (1981). *Les Activitats productives en el Paleolític i el seu desenvolupament: un exemple català: El Castell sa Sala i el Cingle Vermell*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Barcelona.
- VILA, S., PIQUÉ, R. (2012). Paisatge vegetal i gestió del combustible a la plana occidental catalana entre el neolític i l'edat mitjana: estat de la qüestió des de l'anàlisi antracològica. *Revista d'Arqueologia de Ponent* 22, 9-36.
- VILLAR, L. (1997). Panorámica de la etnobotánica en España (Pirineos y noreste peninsular). *Monografías del Jardín Botánico de Córdoba* 5, 165-177.
- VILLAR, L., PALACÍN, J. M., CALVO, C., GÓMEZ, D., MONTSERRAT, G. (1987). *Plantas medicinales del Pirineo Aragonés y demás tierras oscenses*. CSIC. Huesca.
- VILLAR, L., FERNÁNDEZ, J.V. (2000). Usos etnobotánicos de la «sabina albar» y arbustos que le acompañan en Aragón. *ONF Les dossiers forestiers* 6, 130-139.
- VILLAR, L., SESÉ, J.A., FERRÁNDEZ, J.V. (2001). *Atlas de la flora del Pirineo Aragonés*. 2 volúmenes. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón e Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca.
- VISSCHER, G.E., JAGELS, R. (2003) Separation of *Metasequoia* and *Glyptostrobus* (Cupressaceae) based on wood anatomy. *IAWA Journal* 24 (4), 439-450.



- WALKER M.J.C. (1995). Climatic changes in Europe during the last glacial/interglacial transition. *Quaternary International* 28, 63-76.
- WALKER, M.J.C., BERKELHAMMER, M., BJÖRCK, S., CWYNAR, L.C., FISHER, D.A., LONG, A.J., LOWE, J.J., NEWNHAM, R.M., RASMUSSEN, S.O., WEISS, H. (2012). Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Journal Quaternary Sciences* 27(7), 649-659.
- WHEELER, E.A., BAAS, P., GASSON, P.E. (eds.). (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Journal* 3, 219-358.
- WESTERN A.C. (1963). Wood and Charcoal in Archaeology. En D. Brothwell, E. Higgs (eds.): *Science in Archaeology*. Ed. Thames and Hudson. Londres. 150-160.
- WETTERSTROM, W. (1994). Plantas carbonizadas. En J.L. Harrison, G. Moreno, A.J. Legge (eds.): *Moncín: un poblado de la Edad del Bronce (Borja, Zaragoza)*. Departamento de Educación y Cultura. Diputación Provincial de Zaragoza. 483-509.
- WICK, L., LEMCKE, G., STURM, M. (2003). Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey. *The Holocene* 13(5), 665-675.
- WILLIS, K.J., (1994). The Vegetational History of the Balkans. *Quaternary Science Reviews* 13(8), 769-788.
- WILLIS, K.J., RUDNER, E., SÜMEGI, P. (2000). The Full-Glacial Forests of Central and Southeastern Europe. *Quaternary Research* 53, 203-213.

WILLIS, K.J., VAN ANDEL, T.H. (2004). Trees or no trees? The environments of central and eastern Europe during the Last Glaciation. *Quaternary Science Reviews* 23, 2369-2387.

WRIGHT, J.W. (1976). *Introduction to Forest Genetics*. Academic Press, Inc. New York.

Y

YLL, R., PÉREZ OBIOL, R. (1992). Instalación de los bosques deducida a partir del análisis polínico de un sondeo marino del Delta del Ebro (Tarragona, España). *Orsis: organismes i sistemes* 7, 21-30.

YLL, R., ROURE, J. M., PANTALEÓN CANO, J., PÉREZ OBIOL, R. (1994). Análisis polínico de una secuencia holocénica en Roquetas de Mar (Almería). En M. Dupré, M.E. Burgaz, I. Mateu, J. Güemes (coords.): *Trabajos de palinología básica y aplicada. X Simposio de Palinología*. Universidad de Valencia. 189-198.

YOKOYAMA, Y., LAMBECK, K., DE DECKKER, P., JOHNSTON, P., FIFIELD, I.K. (2000). Timing of the Last Glacial Maximum from observed sea-level minima. *Nature* 406, 713-716.

Z

ZACKRISSON, O., ÖSTLUND, L., KORHONEN, O., BERGMAN, I. (2000). The ancient use of *Pinus sylvestris* L. (Scots pine) inner bark by Sami people in northern Sweden, related to cultural and ecological factors. *Vegetation History and Archaeobotany* 9 (2), 99-109.

ZAPATA, L. (1998). La explotación del medio vegetal en Kanpanoste Goikoa (Alava). Combustible y alimentación. En Alday, A. (ed.): *Kanpanoste Goikoa. Memoria de las actuaciones arqueológicas. 1992-1993*. Serie Memorias de Yacimientos Alaveses 5. Diputación Foral de Álava. Vitoria. 95-101.

ZAPATA, L. (1999a). El combustible y la agricultura prehistórica. Estudio arqueobotánico de los yacimientos de Arenaza, Kanpanoste Goikoa y Kobaederra. *Isturitz* 10, 305-337.

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

ZAPATA, L. (2000). La recolección de plantas silvestres en la subsistencia mesolítica y neolítica. Datos arqueobotánicos del País Vasco. *Complutum* 11, 157-169.

ZAPATA, L. (2001a) El uso de los recursos vegetales en Aizpea (Navarra, Pirineo Occidental): la alimentación, el combustible y el bosque. En I. Barandiarán, A. Cava (eds.): *Cazadores-recolectores en el Pirineo navarro: el sitio de Aizpea entre 8.000 y 6.000 BP*. Anejos de Veleia Series Maior 10. Universidad del País Vasco. Vitoria. 325-359.

ZAPATA, L. (2001b). Los macrorrestos arqueobotánicos: técnicas de estudio e importancia en el análisis estratigráfico. *KREI (Círculo de Estratigrafía Analítica)* 6, 105-132.

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

ZAPATA, L., BALDELLOU, V., UTRILLA, P. (2008). Bellotas de cronología neolítica para consumo humano en la cueva de Chaves (Bastarás, Huesca). En M.S. Hernández, J.A. Soler, J.A. López Padilla (eds): *Actas IV Congreso del Neolítico Peninsular*. Alicante. 402-410.

- ZAPATA, L., PEÑA CHOCARRO, L., IBÁÑEZ, J.J., GONZÁLEZ, J.E. (2003). Ethnoarchaeology in the Moroccan Jebala (Western Rif): Wood and dung as fuel. *Africa Praehistorica* 15, 163-175.
- ZAPATA, L., PEÑA CHOCARRO, L., PÉREZ JORDÁ, G., STIKA, H.P. (2004). Early Neolithic agriculture in the Iberian Peninsula. *Journal World Prehistory* 18(4), 283-325.
- ZAPATA, L., PEÑA CHOCARRO, L., JORDÁ, G.P., STIKA, H.P. (2005). Difusión de la agricultura en la Península Ibérica. En: P. Arias, C. Ontañón, C., García-Moncón (eds.): *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Universidad de Cantabria. Santander. 103-114.
- ZAPATA, L., PEÑA CHOCARRO, L. (2005). Los macrorrestos vegetales del yacimiento de Mendandia. En Alday, A. (ed.): *El campamento prehistórico de Mendandia: ocupaciones mesolíticas y neolíticas entre el 8500 y el 6400 B.P.* Colección Barandiarán 9. Diputación Foral de Álava. Vitoria. 411-425.
- ZAPATA, L., PEÑA CHOCARRO, L. (2013). Macrorrestos vegetales arqueológicos. En M. García Díez, M., L. Zapata (eds.): *Métodos y Técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica. De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos*. Universidad del País Vasco. Bilbao. 303-314
- ZILHÃO, J. (2011). Time is on my side. En A. Hadjikoymis, E., Robinson, E., S. Viner (eds.). *The dynamics of Neolithisation in Europe, Studies in Honour of Andrew Sherratt*. Oxbow Books. 46-65.
- ZILHÃO, J. (2014). Early prehistoric navigation in the Western Mediterranean: implications for the Neolithic transition in Iberia and the Maghreb. *Eurasian Prehistory* 11(1/2), 185-200.
- ZILHÃO, J., ANGELUCCI, D.E., BADAL, E., LUCENA, A., MARTÍN, I., MARTÍNEZ, S., VILLAVERDE, V., ZAPATA, J. (2010a). Dos abrigos del Paleolítico superior en Rambla Perea (Mula, Murcia). En X. Mangado (ed.): *El Paleolítico superior Peninsular. Novedades del siglo XXI. Homenaje a Javier Fortea*. Monografías SERP 8. Universitat de Barcelona. 137-148.
- ZILHÃO, J., ANGELUCCI, D. E., BADAL, E., D'ERRICO, F., DANIEL, F., DAYET, L., DOUKA, K., HIGHAM, T. F. G., MARTÍNEZ, M. J., MONTES, R., MURCIA, S., PÉREZ SIRVENT, C., ROLDÁN, C., VANHAEREN, M., VILLAVERDE, V., WOOD, R., ZAPATA, J. (2010b). Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 107, 1023-1028.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla-resumen de la distribución altitudinal de la vegetación en el valle del Ebro.	p.22.
Tabla 2. Ejemplo hipotético llevado al extremo del sistema de cálculo de las frecuencias relativas.	p.103.
Tabla 3. Tabla-resumen de los estudios antracológicos en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio, exceptuando los presentados en este trabajo.	p.133.
Tabla 4. Caracteres principales de distintas especies de <i>Juniperus</i> según Jaquiot (1955).	p.147.
Tabla 5. Caracteres principales de distintas especies de <i>Juniperus</i> según Greguss (1955).	p.147.
Tabla 6. Tabla resumen de los caracteres principales de las distintas especies de <i>Juniperus</i> que crecen en el valle del Ebro según los datos obtenidos a partir de la observación de maderas actuales carbonizadas.	p.150.
Tabla 7. Resumen de los caracteres principales de las distintas especies de <i>Juniperus</i> que crecen en el Valle del Ebro según diferentes autores.	p.151.
Tabla 8. Autoecología de las diferentes especies del género <i>Juniperus</i> que crecen en el valle del Ebro referidas a los parámetros de temperatura, precipitación, tolerancia edáfica y tipo de vegetación a la que aparecen asociadas.	p.156.
Tabla 9. Dataciones radiocarbónicas a partir de Montes, 2001-2002; 2004; Utrilla y Montes, 2008; Domingo y Montes, 2009; Montes et al., 2015a; Montes y Domingo, 2016.	p.265.
Tabla 10 y 11. Resultados del análisis antracológico del conjunto del Arba de Biel expresados en frecuencias absolutas y relativas.	p.276.
Tabla 12. Dataciones radiocarbónicas a partir de Utrilla et al. 2003; 2009; e.p., Domingo et al., 2010.	p.294.
Tabla 13. Equivalencias entre las nomenclaturas utilizadas en el abrigo de Ángel I por los diferentes equipos de investigación. Modificado a partir de Utrilla et al., e.p.	p.297.
Tabla 14. Resultados del análisis antracológico de los abrigos de Ángel 1 y Ángel 2 expresados en frecuencias absolutas y relativas.	p.301.
Tabla 15. Dataciones radiocarbónicas a partir de Álvarez y Melguizo, 1994 y Utrilla y Mazo, 2016.	p.312.
Tabla 16. Dataciones radiocarbónicas a partir de Mazo y Montes, 1992 y fechas inéditas.	p.317.
Tabla 17. Resultados del análisis antracológico de El Pontet expresados en frecuencias absolutas.	p.325.
Tabla 18. Resultados del análisis antracológico del Plano del Pulido expresados en frecuencias absolutas.	p.326.
Tabla 19. Dataciones radiocarbónicas a partir de Utrilla, 1995; Utrilla et al., 1999; Baldellou et al., 2012 y dataciones inéditas.	p.335.
Tabla 20. Resumen de los resultados del análisis antracológico de la cueva de Chaves expresados en frecuencias absolutas y relativas.	p.351.

- Tabla 21. Dataciones radiocarbónicas a partir de Montes et al., 2015b. p.368.
- Tabla 22. Resumen de los resultados del análisis antracológico del abrigo de Espantalobos expresados en frecuencias absolutas y relativas. p.379.
- Tabla 23. Dataciones radiocarbónicas a partir de Utrilla et al., 2012; 2016 y dataciones inéditas. p.391.
- Tabla 24. Resultados del análisis antracológico del abrigo de El Esplugón expresados en frecuencias absolutas y relativas. p.401.
- Tabla 25. Dataciones radiocarbónicas a partir de Palomo et al., e.p. a y b. p.420.
- Tabla 26. Resumen de los resultados del análisis antracológico de Coves del Fem expresados en frecuencias absolutas y relativas. U.E. 102 a 109. p.433.
- Tabla 27. Resultados del análisis antracológico de Coves del Fem expresados en frecuencias absolutas y relativas. U.E. 2 a 5. p.435.
- Tabla 28. Resumen de los resultados del análisis antracológico de Coves del Fem expresados en frecuencias absolutas y relativas. U.E. 2102 a 2107. p.437.
- Tabla 29. Dataciones radiocarbónicas a partir de Utrilla y Mazo, 2014. p.455.
- Tabla 30. Resultados del análisis antracológico de Forcas I y Forcas II expresados en frecuencias absolutas y relativas. p.464.
- Tabla 31. Resultados del análisis antracológico de las estructuras del abrigo de Forcas II expresados en frecuencias absolutas y relativas. p.465.
- Tabla 32. Dataciones radiocarbónicas a partir de Bosch, 2001; 2015a; 2015b. Hd: Hueso de animal doméstico, C: Carbón. EM: Epipaleolítico microlaminar, MMD: Mesolítico macrolítico MG: Mesolítico geométrico, NA: Neolítico antiguo. Las fechas se han calibrado utilizando la curva OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey (2017); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013). p.480.
- Tabla 33. Resultados del análisis antracológico de los niveles mesolíticos de Cova del Vidre expresados en frecuencias absolutas y relativas (Piqué, e.p.). p.482.
- Tabla 34. Resultados del análisis antracológico de la ocupación neolítica de Cova del Vidre expresados en frecuencias absolutas y relativas. p.486.
- Tabla 35. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos analizados para el periodo 15000-10000 cal BP. p.499.
- Tabla 36. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos pirenaicos orientales del valle del Ebro para el periodo 15000-10000 cal BP. p.501.
- Tabla 37. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos pirenaicos occidentales del valle del Ebro para el periodo 15000-10000 cal BP. p.501.
- Tabla 38. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro ubicados en el Montsant y Els Ports para el periodo 15000-10000 cal BP. p.503.
- Tabla 39. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos pirenaicos y prepirenaicos estudiados en este trabajo para el Mesolítico de muescas y denticulados 10000-8400 cal BP, incluyendo el *nivel 6* de Esplugón. p.507.
- Tabla 40. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico de muescas y denticulados en el Pirineo oriental (10000-8400 cal BP). p.507.

- Tabla 41. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico de muescas y denticulados en el Pirineo y Prepirineo occidental (10000-8400 cal BP) incluyendo el *nivel V* de Mendandía. p.508.
- Tabla 42. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos ubicados al sur del Ebro estudiados en este trabajo para el Mesolítico de muescas y denticulados 10000-8400 cal BP. p.508.
- Tabla 43. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico de muescas y denticulados en las estribaciones del Sistema Ibérico y el Montsant (10000-8400 cal BP). p.509.
- Tabla 44. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) en el Prepirineo central. p.515.
- Tabla 45. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) en el Pirineo occidental. Se incluye aquí el nivel III superior de Mendandía atendiendo a su datación radiocarbónica. p.516.
- Tabla 46. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Mesolítico Geométrico (8500-7300 cal BP) en el Montsant. p.517.
- Tabla 47. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Mesolítico Geométrico (8500-7300 cal BP) al sur del Ebro. p.518.
- Tabla 48. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro con ocupaciones del Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) en Els Ports, el Sistema Ibérico y sus estribaciones y el sector central de la cuenca incluyendo el carbón concentrado en hogares. p.520.
- Tabla 49. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP) en la depresión central del Ebro incluyendo el carbón concentrado en hogares. p.520.
- Tabla 50. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Neolítico (7600-5000 cal BP) en el Prepirineo central. p.525.
- Tabla 51. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico (7600-5000 cal BP) en el Pirineo oriental y central. p.528.
- Tabla 52. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico Final (5000-4200 cal BP) en el Preirineo oriental. p.529.
- Tabla 53. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico Antiguo (7600-6500 cal BP) y el Neolítico Medio-Final (6500-4200 cal BP) en el Alto Ebro. p.530.
- Tabla 54. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico Antiguo (7600-6500 cal BP) en Navarra y el Alto Ebro. p.531.
- Tabla 55. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Neolítico (7600-4200 cal BP) en el Bajo Aragón. p.532.
- Tabla 56. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Neolítico (7600-4200 cal BP) en el Maestrazgo y Els Ports incluyendo el carbón concentrado en hogares. p.534.
- Tabla 57. Datos antracológicos procedentes de otros yacimientos del valle del Ebro para el Neolítico Antiguo (7600-6500 cal BP) próximos a la desembocadura. p.534.
- Tabla 58. Datos antracológicos proporcionados por los yacimientos estudiados en esta tesis doctoral para el Neolítico Antiguo (7600-6500 cal BP) en las Coves del Fem en el Montsant. p.537.

Tabla 59. Tabla que recoge las etiquetas aplicadas a las diferentes unidades estratigráficas en los gráficos generados a partir de los análisis realizados. p.571.

Tabla 60. Resultados del estudio antracológico de estructuras pertenecientes al Mesolítico macrolítico. p.596.

Tabla 61. Resultados del estudio antracológico de estructuras pertenecientes al Mesolítico geométrico. p.596.

Tabla 62. Resultados del estudio antracológico de estructuras pertenecientes al Neolítico. p.597.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 0. Localización de la cuenca hidrográfica del Ebro (en color) en el occidente mediterráneo (blanco y negro). p.12.
- Figura 1. Mapa biogeográfico de Europa y Península Ibérica a partir de Rivas Martínez et al., 2004. p.13.
- Figura 2. Mapa de los pisos termoclimáticos de Europa y la Península Ibérica a partir de Rivas Martínez et al., 2004. p.16.
- Figura 3. Recorte del cuadrante noreste del mapa de paisajes vegetales potenciales 1:1.000.000 (Sainz Ollero et al., 2010). p.17.
- Figura 4. Representación de la variabilidad climática a escala global según la curva climática NGRIP y su posible correlación entre los cambios climáticos abruptos holocenos de Bond (1997; 2001). p. 26.
- Figura 5. Mapa de la cuenca del Ebro (en color) sobre el mapa del noreste peninsular (en gris) donde se sitúan los yacimientos mencionados a lo largo del texto del capítulo 2. p.62.
- Figura 6. Representación esquemática de la interacción entre factores naturales y sociales que intervienen en la gestión humana de los recursos forestales. p.69.
- Figura 7. Sucesivos factores que afectan a los restos de las plantas hasta la reconstrucción antracológica. Redibujado a partir de Théry-Parisot et al., 2010. p.74.
- Figura 8. Máquina de flotación acompañada de tanques que permiten reutilizar el agua (Zapata y Peña-Chocarro, 2013). p.84.
- Figura 8b. Estructura microscópica de la madera de coníferas. Redibujado a partir de García Estéban et al., 2003. p.87.
- Figura 8c. Estructura microscópica de la madera de frondosas. Redibujado a partir de García Estéban et al., 2003. p.88.
- Figura 9. Microscopio metalográfico con iluminación LED episcópica y diascópica para métodos de contraste de campo claro/campo oscuro Leica DM2700M. En la pantalla del ordenador se puede observar el plano transversal de un fragmento de *Juniperus* sp. en tiempo real. En la esquina superior derecha plano de detalle del fragmento observado colocado sobre un soporte con semillas. p.91.
- Figura 10. Ejemplo de curva taxonómica de una muestra antracológica. p.102.
- Figura 11. Ejemplo de curva de porcentajes de los taxones predominantes de una muestra antracológica. p.102.
- Figura 12. Ejemplo de diagrama antracológico (Esplugón). p.105.
- Figura 13. Localización de los estudios antracológicos publicados en el valle del Ebro hasta el momento, exceptuando los presentados en este trabajo. p.116.
- Figura 14. Localización de los estudios antracológicos publicados en el valle del Ebro hasta el momento, exceptuando los presentados en este trabajo divididos por etapas. p.136.
- Figura 15. Presencia de *Juniperus* sp. en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.144.

Figura 16. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Juniperus* sp. de Chaves. p.145.

Figura 17. Histogramas que muestran la distribución de los datos obtenidos acerca de la altura de los radios de diferentes especies del género *Juniperus*. p.149.

Figura 18. Distribución actual de distintas especies del género *Juniperus* (sabinas) en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Juniperus thurifera* L., *Juniperus phoenicea* L. y *Juniperus sabina* L. p.154.

Figura 19. Distribución actual de distintas especies del género *Juniperus* (enebros) en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Juniperus oxycedrus* L., *Juniperus communis* L. p.155.

Figura 20. Presencia de *Pinus halepensis* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio. p.157.

Figura 21. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Pinus halepensis* de Espantalobos. p.159.

Figura 22. Distribución actual de *Pinus halepensis* Mill. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. p.160.

Figura 23. Presencia de *Pinus* sp. *sylvestris* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio. p.161.

Figura 24. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Pinus* sp. *sylvestris* de Forcas II. p.163.

Figura 25. Dibujo esquemático que representa la distribución de los canales en el anillo según Bazile-Robert (1979). p.165.

Figura 26. Distribución actual de los pinos montanos en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Pinus nigra* Arnold. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco, *Pinus sylvestris* L. y *Pinus uncinata* Mill. p.167.

Figura 27. Presencia de *Taxus baccata* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio. p.168.

Figura 28. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Taxus baccata* del Vidre. p.170.

Figura 29. Distribución actual de *Taxus baccata* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. p.171.

Figura 30. Presencia de *Acer* sp. en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio. p.172.

Figura 31. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Acer* sp. de Espantalobos. p.174.

Figura 32. Distribución actual del género *Acer* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Acer campestre* L., *Acer monspessulanum* L. y *Acer opalus* Mill. p.175.

Figura 33. Presencia de *Arbutus unedo* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.177.

Figura 34. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Arbutus unedo* de Chaves. p.178.

Figura 35. Distribución actual de *Arbutus unedo* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. p.180.

Figura 36. Presencia de *Buxus sempervirens* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.181.

Figura 37. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Buxus sempervirens* de Espantalobos. p.182.

Figura 38. Distribución actual de *Buxus sempervirens* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. p.184.

Figura 39. Presencia de *Corylus avellana* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.185.

Figura 40. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Corylus avellana* de Forcas II. p.186.

Figura 41. Distribución actual de *Corylus avellana* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. p.187.

Figura 42. Presencia de Ericaceae en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.188.

Figura 43. Distribución actual de la familia Ericaceae en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Erica multiflora* L. y *Erica vagans* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull y *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. p.190.

Figura 44. Presencia de *Fagus sylvatica* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.191.

Figura 45. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la

Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Fagus sylvatica* de la Cova del Vidre. p.192.

Figura 46. Distribución actual de *Fagus sylvatica* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. p.194.

Figura 47. Presencia de *Fraxinus* sp en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.195.

Figura 48. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Fraxinus* sp. de Fem. p.196.

Figura 49. Distribución actual del género *Fraxinus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba abajo: *Fraxinus angustifolia* Vahl. y *Fraxinus excelsior* L. p.197.

Figura 50. Presencia de *Ilex aquifolium* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.198.

Figura 51. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Ilex aquifolium* de Coves del Fem. p.199.

Figura 52. Distribución actual de *Ilex aquifolium* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. p.200.

Figura 53. Presencia de Fabaceae en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.201.

Figura 54. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de Fabaceae de Espantalobos. p.202.

Figura 55. Distribución actual de algunas especies de la familia Fabaceae en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Genista scorpius* (L.) DC, *Echinopartum horridum* (Vahl.) Rothm. y *Retama sphaerocarpa* (L.). p.203.

Figura 56. Presencia de Monocotiledoneae en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.205.

Figura 57. Fotografía realizada con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre el plano transversal de un fragmento de Monocotiledoneae de las Coves del Fem. p.206.

Figura 58. Distribución actual de algunas monocotiledóneas en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Asparagus acutifolius* L., *Smilax aspera* L., *Ruscus aculeatus* L. p.208.

Figura 59. Presencia de *Phillyrea/Rhamnus* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.209.

Figura 60. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Phillyrea/Rhamnus* de Coves del Fem. p.210.

Figura 61. Distribución actual del género *Rhamnus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Rhamnus alaternus* L., *Rhamnus cathartica* L. y *Rhamnus saxatilis* Jacq. p.212.

Figura 62. Distribución actual del género *Phillyrea* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Phillyrea angustifolia* L. y *Phillyrea latifolia* L. p.213.

Figura 63. Presencia de *Pistacia* sp. en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio. p.214.

Figura 64. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza (derecha) y con Microscopio Óptico con iluminación incidente (izquierda) sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Pistacia* sp. de Espantalobos. p.216.

Figura 65. Distribución actual del género *Pistacia* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Pistacia lentiscus* L. y *Pistacia terebinthus* L. p.217.

Figura 66. Presencia de *Populus/Salix* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio. p.218.

Figura 67. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Populus/Salix* de Coves del Fem. p.220.

Figura 68. Distribución actual de los géneros *Populus* y *Salix* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Populus alba* L., *Populus tremula* L., *Salix alba* L. y *Salix eleagnos* Scop. p.221.

Figura 69. Presencia de *Prunus* sp. en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio. p.223.

Figura 70. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Prunus* sp. de Coves del Fem. p.224.

Figura 71. Distribución actual del género *Prunus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Prunus spinosa* L., *Prunus mahaleb* L. y *Prunus avium* L. p.226.

Figura 72. Presencia de *Quercus* sp. caducifolio en el valle del Ebro entre el Tardiglaciar y el Holoceno Medio. p.227.

Figura 73. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes planos anatómicos de un fragmento de *Quercus* sp. caudcifolio de Forcas II. p.229.

Figura 74. Distribución actual de algunas de las principales especies de tipo caducifolio del género *Quercus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Quercus faginea* Lam., *Quercus petraea* (Mat.) Liebl. y *Quercus pyrenaica* Willd. p.231.

Figura 75. Distribución actual de algunas de las principales especies de tipo caducifolio del género *Quercus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Quercus pubescens* Willd y *Quercus robur* L. p.232.

Figura 76. Presencia de *Quercus* sp. perennifolio en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.233.

Figura 77. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes plantas anatómicas de un fragmento de *Quercus* sp. perennifolio de Esplugón. p.234.

Figura 78. Distribución actual de las especies de tipo perennifolio del género *Quercus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Quercus coccifera* L. y *Quercus ilex*. p.236.

Figura 79. Presencia de Rosaceae/Maloideae en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.237.

Figura 80. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes plantas anatómicas de un fragmento de Rosaceae/Maloideae del Vidre. p.238.

Figura 81. Distribución actual de algunas especies de la familia Rosaceae en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Crataegus monogyna* Jacq., *Amelanchier ovalis* Medik. y *Sorbus domestica* L. p.240.

Figura 82. Presencia de *Rosmarinus officinalis* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.241.

Figura 83. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes plantas anatómicas de un fragmento de *Rosmarinus officinalis* de Fem. p.242.

Figura 84. Distribución actual de *Rosmarinus officinalis* L. en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. p.243.

Figura 85. Presencia de *Tamarix* sp. en el valle del Ebro Entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.244.

Figura 86. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Service Commun de Microscopie Electronique de la Universidad de Montpellier sobre los diferentes plantas anatómicas de un fragmento de *Tamarix* sp. de Coves del Fem. p.245.

Figura 87. Distribución actual del género *Tamarix* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOP30. De arriba a abajo: *Tamarix africana* Poir y *Tamarix canariensis* Willd. p.246.

- Figura 88. Presencia de *Ulmus* sp. en el valle del Ebro entre el tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.247.
- Figura 89. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes plantas anatómicas de un fragmento de *Ulmus* sp. de Coves del Fem. p.248.
- Figura 90. Distribución actual de algunas especies del género *Ulmus* en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Ulmus glabra* Huds. y *Ulmus minor* Mill. p.249.
- Figura 91. Presencia de *Vitis vinifera* en el valle del Ebro entre el Tardiglaciario y Holoceno Medio. p.250.
- Figura 92. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza sobre los diferentes plantas anatómicas de un fragmento de *Vitis vinifera* de Coves del Fem. p.252.
- Figura 93. Distribución actual de la vid en la Península Ibérica (izquierda) y el valle del Ebro (derecha) según Proyecto ANTHOS (<http://www.anthos.es/>) sobre modelo digital de elevaciones GTOPO30. De arriba a abajo: *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (C.C. Gmel.) Hegi y *Vitis vinifera* L. p.253.
- Figura 94. Localización de los yacimientos arqueológicos estudiados en este trabajo de tesis doctoral. p.258.
- Figura 95. Vegetación actual del entorno según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 7-3 Tudela. p.261.
- Figura 96. Rambla de Legunova al acabar los trabajos arqueológicos de 2011 (Montes y Domingo, 2016). p.262.
- Figura 97. Sucesión de hogares en Rambla de Legunova según de Montes et al., 2015a. p.267.
- Figura 98. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de todos los yacimientos del conjunto del Arba de Biel realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013) en gris eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997). p.269.
- Figura 99. Selección de materiales representativos del conjunto de yacimientos del Arba de Biel (Montes y Domingo, 2015a). p.270.
- Figura 100. Representación gráfica de los resultados del estudio palinológico y arqueozoológico durante los diferentes momentos de ocupación del conjunto del Arba de Biel según Montes et al., 2015a. p.272.
- Figura 101. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. p.274.
- Figura 102. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Legunova nivel q (arriba izquierda) y nivel m (arriba derecha), Rambla de Legunova nivel 2 (centro izquierda) y nivel 1 (centro derecha) y Paco Pons nivel 2 (abajo izquierda). p.274.
- Figura 103. Frecuencias relativas de las alteraciones registradas. Sólo se representan aquellos niveles con más de 10 fragmentos analizados. p.277.
- Figura 104. Diagrama antracológico del conjunto del Arba de Biel (Biel, Zaragoza). Se han excluido aquellos niveles en los que se han estudiado menos de 10 fragmentos. p.278.

- Figura 105a. Localización de los distintos yacimientos del conjunto del Arba de Biel y sus áreas de captación: A) 30 min; B) 1-2 h; según Montes et al., 2015a. p.281.
- Figura 105b. Vegetación actual del entorno según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-5 Tortosa. p.286.
- Figura 106. Planta del abrigo de Ángel 1 y superficie excavada según Utrilla y Domingo, 2001-2002. p.288.
- Figura 107. Microlíto s geométricos del contexto 45 (atribuibles al nivel 8c) (Utrilla et al., 2003). p.289.
- Figura 108. Corte estratigráfico del abrigo de Ángel 1 según Utrilla et al., e.p. p.291.
- Figura 109. Selección de materiales representativos del abrigo de Ángel 2 (Domingo et al., 2010). p.293.
- Figura 110. Corte estratigráfico del abrigo de Ángel 2 (Utrilla et al., e.p.). p.294.
- Figura 111. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de los abrigos de Ángel 1 y Ángel 2 realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013) en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997). p.295.
- Figura 112. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. p.298.
- Figura 113. Curvas taxonómica de las muestras antracológicas de Ángel 1 nivel 8a (arriba izquierda), nivel 8b (arriba derecha), nivel 8c (centro izquierda), nivel 8d (centro derecha), nivel 10 superior (abajo izquierda) y Ángel 2 nivel 2a2 (abajo derecha). p.299.
- Figura 114. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas. p.302.
- Figura 115. Diagrama antracológico del Arenal de Fonseca (Ladruñán, Teruel). p.303.
- Figura 116. Vegetación actual del entorno según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-5 Tortosa. p.310.
- Figura 117. Estratigrafía del Plano del Pulido según Utrilla y Bea (2012). p.312.
- Figura 118. Selección de materiales líticos representativos del Plano del Pulido según Utrilla y Bea (2012). p.314.
- Figura 119. Selección de materiales cerámicos representativos del Plano del Pulido según Utrilla y Bea (2012). p.315.
- Figura 120. Estratigrafía del Pontet según Mazo y Montes (1992). p.317.
- Figura 121. Selección de microlíto s geométricos de El Pontet junto con los de otros yacimientos del Bajo Aragón (Valle del Matarraña) según Utrilla et al., 2009. p.318.
- Figura 122. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de Plano del Pulido y El Pontet realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997). p.319.
- Figura 123. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. p.324.
- Figura 124. Curvas taxonómica de las muestras antracológicas de Pontet que superan los 10 fragmentos analizados: nivel b (izquierda) y nivel c superior (derecha). p.324.

- Figura 125. Boca de la cueva de Chaves y su entorno inmediato en el contexto de la Sierra de Guara. p.330.
- Figura 126. Vegetación actual del entorno de la cueva de Chaves según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-3 Huesca. p.331.
- Figura 127. Topografía de la cueva elaborada por R. Larma (Utrilla y Baldellou, 2001–2002). La zona sombreada señalada con el rectángulo rojo indica el área de habitación excavada relativa a la ocupación neolítica y el círculo rojo indica el lugar del enterramiento masculino en fosa. p.333.
- Figura 128. Corte estratigráfico de la zona del área de habitación de la ocupación neolítica. p.335.
- Figura 129. Fotografía del enterramiento masculino en fosa en el momento de la excavación. Pueden verse algunos de los 296 cantos blancos que lo acompañaban y la tierra oscurecida por el contenido en carbón y cenizas. p.336.
- Figura 130. Situación del hogar en cubeta 86A. En la foto se pueden observar las catas 86A, que abarca la mayoría de la extensión de la cubeta, y 86B. La esquina del corte que llega hasta los niveles paleolíticos corresponde con el sondeo de la primera campaña de excavación (84E). p.337.
- Figura 131. Cantos pintados con representaciones esquemáticas interpretadas como estructuras y personajes con los brazos horizontales y bandas colgantes, cruces, cruces antropomorfas y orantes (Utrilla y Baldellou, 2001-2002). p.339.
- Figura 132. Selección de materiales líticos representativos de la ocupación neolítica de la cueva de Chaves a partir de Cava (2000): raspadores (1 y 11), perforadores (2 y 15), microlitos geométricos (3-6 y 16-20), denticulados sobre lámina (7, 9 y 12), pieza truncada (8), raedera (10), laminitas de dorso (13) y buril (14). p.339.
- Figura 133. Selección de materiales cerámicos representativos de la ocupación neolítica de la cueva de Chaves (Ramón y Baldellou, 1995): Arriba: cerámicas impresas. Centro: cerámicas incisas e inciso-impresas. Abajo: marmita globular. p.340.
- Figura 134. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de la cueva de Chaves realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997). p.341.
- Figura 135. Cotiledones carbonizados de bellota (*Quercus* sp.) procedentes del gran hogar en cubeta 86A. p.344.
- Figura 136. Planimetría de la zona de hábitat excavada sobre la que se representa la ubicación de todos aquellos elementos inventariados en la categoría de vegetales. Elaborado a partir de Sánchez, 2015; 2016. p.345.
- Figura 137. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. Verde: carbón disperso. Rojo: carbón concentrado. p.347.
- Figura 138. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Chaves nivel Ib (arriba izquierda), nivel Ia (arriba derecha), hogar en cubeta 86A (abajo izquierda) y enterramiento masculino en fosa (abajo derecha). p.348.
- Figura 139. Curva de porcentajes de los taxones predominantes de la muestra antracológica del nivel Ib (arriba) y el nivel Ia (abajo) de la cueva de Chaves. p.349.
- Figura 140. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas. p.352.

- Figura 141. Diagrama antracológico de la Cueva de Chaves (Bastarás, Huesca). p.354.
- Figura 142. Frecuencias de aparición de los taxones identificados en las estructuras estudiadas. p.357.
- Figura 143. Situación del yacimiento de Espantalobos. Foto F. Navajas modificada en Montes et al., 2015b. p.362.
- Figura 144. Vegetación actual del entorno de Espantalobos (Quicena, Huesca) según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-3 Huesca. p.363.
- Figura 145. Topografía del barranco y del yacimiento de Espantalobos sobre la que se establece la cuadrícula (en gris los cuadros excavados en 2013) según Montes et al., 2015b. p.364.
- Figura 146. Corte estratigráfico de las bandas C y D según Montes et al. (2015b). Los números de 1 a 9 señalan la toma de muestras para el estudio palinológico. p.366.
- Figura 147. Materiales más representativos del yacimiento de Espantalobos: microlitos geométricos, microburiles y *Columbella rustica* (Montes et al., 2015b). p.367.
- Figura 148. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de Espantalobos realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997). p.368.
- Figura 149. Bráctea de piña procedente del nivel e de Espantalobos. p.370.
- Figura 150. Distribución espacial de los taxones dominantes en la superficie del yacimiento en relación con los hogares estudiados (H). La escala de color indica el porcentaje de concentración del taxon del 0% al 100% en cada unidad de muestreo. p.371.
- Figura 151. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Espantalobos. Carbón disperso. *Nivel c* (izquierda), *nivel e* (derecha). p.373.
- Figura 152. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes de las muestras antracológicas de Espantalobos *nivel c* (izquierda), *nivel e* (derecha). p.373.
- Figura 153. Frecuencias relativas de cada una de las muestras antracológicas estudiadas para el *nivel c*. p.374.
- Figura 154. Frecuencias relativas de cada una de las muestras antracológicas estudiadas para el *nivel e*. p.375.
- Figura 155. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Espantalobos. Carbón concentrado. Hogar 22D (izquierda), hogar 20C (derecha), hogar 14D (abajo). p.376.
- Figura 156. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. p.376.
- Figura 157. Representación espacial de los resultados obtenidos en el estudio antracológico de Espantalobos. Los histogramas muestran las frecuencias relativas con sus correspondientes intervalos de confianza. p.377.
- Figura 158. Diagrama antracológico de Espantalobos (Quicena, Huesca). p.380.
- Figura 159. Representación gráfica de las frecuencias relativas de los taxones identificados en las estructuras de combustión estudiadas en Espantalobos. Los porcentajes de la estructura 14D (n = 57) se incluyen con el objetivo de homogeneizar los datos. p.383.

- Figura 160. Visera del abrigo, instalación del puesto de criba y procesado del sedimento y entorno actual del yacimiento de El Esplugón. p.386.
- Figura 161. Vegetación actual del entorno de El Esplugón según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-3 Huesca. p.387.
- Figura 162. Corte estratigráfico de El Esplugón a partir de Utrilla et al., 2012. Bandas A/W. p.391.
- Figura 163. Material lítico más representativo de las distintas fases culturales de El Esplugón. p.392.
- Figura 164. Material cerámico más representativo y hueso trabajado de El Esplugón a partir de Utrilla et al., 2016. p.393.
- Figura 165. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de la cueva de Chaves realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997). p.394.
- Figura 166. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de El Esplugón *nivel 2* (arriba izquierda), *nivel 3 superior* (arriba derecha), *nivel 3 inferior* (centro izquierda), *nivel 4* (centro derecha), *nivel 5* (abajo izquierda) y *nivel 6* (abajo derecha). p.397.
- Figura 167. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. p.398.
- Figura 168. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes en las muestras antracológicas de El Esplugón *nivel 2* (arriba izquierda), *nivel 3 superior* (arriba derecha), *nivel 3 inferior* (centro izquierda), *nivel 4* (centro derecha), *nivel 5* (abajo izquierda) y *nivel 6* (abajo derecha). p.399.
- Figura 169. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas. p.402.
- Figura 170. Diagrama antracológico de El Esplugón (Billobas-Sabiñánigo, Huesca). p.402.
- Figura 171. Vista de Coves del Fem desde la orilla opuesta del río Montsant. p.410.
- Figura 172. Vegetación actual del entorno de Coves del Fem (Ulldemolins, Tarragona) según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-5 Tortosa. p.411.
- Figura 173. Sondeos realizados en la zona central de la cavidad. p.413.
- Figura 174. Planta de Coves del Fem en la que se refleja la cuadrícula. La mancha roja representa el agujero realizado por clandestinos. En azul las zonas donde se realizan los sondeos. p.414.
- Figura 175. Estratigrafía correspondiente al Sondeo 1 en la zona central de la cavidad (Palomo et al., e.p. b). p.418.
- Figura 176. Estratigrafía correspondiente al Sondeo 2 en la zona central de la cavidad (Palomo et al., e.p. b). p.418.
- Figura 177a. Estratigrafía correspondiente al Sondeo 3 al fondo de la cavidad (E21) (Palomo et al. e.p. b). p.419.
- Figura 177b. Material lítico más representativo de Coves del Fem (Palomo et al., e.p. b). p.421.
- Figura 178a. Material cerámico más representativo de Coves del Fem (Palomo et al., e.p. b). p.422.

- Figura 178b. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de Coves del Fem realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey y Lee (2013); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013), en gris los eventos climáticos holocenos (Bond et al., 1997). p.423.
- Figura 179. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. p.426.
- Figura 180. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes en las muestras antracológicas de Coves del Fem U.E. 2 (arriba izquierda), U.E. 3 (arriba derecha), U.E. 4 (abajo izquierda) y U.E. 5 (abajo derecha). p.427.
- Figura 181. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes en las muestras antracológicas de Coves del Fem U.E. 102 (arriba izquierda), U.E. 103 (arriba derecha), U.E. 104 (centro izquierda), U.E. 106 (centro derecha), U.E. 107 (abajo izquierda) y U.E. 2104 (abajo derecha). p.428.
- Figura 182. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Coves del Fem U.E. 102 (arriba izquierda), U.E. 103 (arriba derecha), U.E. 104 (centro izquierda), U.E. 106 (centro derecha), U.E. 107 (abajo izquierda) y U.E. 108 (abajo derecha). p.429.
- Figura 183. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Coves del Fem U.E. 2 (arriba izquierda), U.E. 3 (arriba derecha), U.E. 5 (abajo izquierda) y U.E. 6 (abajo derecha). p.430.
- Figura 184. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Coves del Fem U.E. 2102 (arriba izquierda), U.E. 2103 (arriba derecha), U.E. 2104 (centro izquierda), U.E. 2105 (centro derecha), U.E. 2106 (abajo izquierda) y U.E. 2107 (abajo derecha). p.431.
- Figura 185. Curva taxonómica de las muestras antracológicas de la Estructura 1 (E1) de Coves del Fem. p.431.
- Figura 186. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas. p.439.
- Figura 187. Frecuencias de aparición de los taxones determinados en la Estructura 1 de Coves del Fem. p.440.
- Figura 188. Diagrama antracológico de Coves del Fem (Ulldemolins, Tarragona). p.443.
- Figura 189. Vegetación actual del entorno de Forcas II (Graus, Huesca) según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-3 Huesca. p.447.
- Figura 190. Viseras de los abrigos de Forcas I (arriba) y Forcas II (abajo). p.448.
- Figura 191a. Corte estratigráfico del abrigo de Forcas I. p.452.
- Figura 191b. Cuadrícula de excavación en el abrigo de Forcas II, en gris la superficie excavada. Se muestran los cortes estratigráficos en según las diferentes campañas y zonas del yacimiento. p.453.
- Figura 192. Material lítico más representativo de los distintos niveles arqueológicos de Forcas I (Utrilla y Mazo, 2014). p.456.
- Figura 193a. Material lítico más representativo de los distintos niveles arqueológicos de Forcas II (Utrilla y Mazo, 2014). p.457.
- Figura 193b. Material cerámico más representativo de los niveles V y VI de Forcas II (Montes, 2014). p.458.

- Figura 194. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de los abrigos de Forcas I y Forcas II realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey (2017); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013). p.459.
- Figura 195. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. p.461.
- Figura 196. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Forcas I, nivel 11 (arriba izquierda), y Forcas II, *nivel I* (arriba derecha), *nivel II* (centro izquierda), *nivel IV* (centro derecha), *nivel V* (abajo izquierda) y *nivel VI* (abajo derecha). p.462.
- Figura 197. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas. p.466.
- Figura 198. Diagrama antracológico integrado de los abrigos de Forcas I y Forcas II (Graus, Huesca). p.467.
- Figura 199. Los gráficos muestran las frecuencias de aparición de los taxones determinados en las distintas áreas (AC) y estructuras de combustión (EC) documentados en los niveles II y IV de Forcas II. p.471.
- Figura 200. Vista de la boca de la Cova del Vidre en la parte central del macizo montañoso del Port de Tortosa. Fotografía J. Bosch. p.474.
- Figura 201. Vegetación actual del entorno de la Cova del Vidre (Roquetes, Tarragona) según el Mapa Forestal de España 1:200.000. Hoja 8-5 Tortosa. p.475.
- Figura 202. Planta de la Cova del Vidre (Bosch, 2015b). p.477.
- Figura 203. Corte estratigráfico del sector central (Sondeo A) de la Cova del Vidre según Bosch, 2015a. p.478.
- Figura 204. Material lítico más representativo de las fases de ocupación epipaleolíticas de la Cova del Vidre (Bosch, 2001). p.479.
- Figura 205. Material cerámico más representativo de la fase de ocupación neolítica de la Cova del Vidre (Bosch, 2009; 2015a). p.480.
- Figura 206. Curva acumulada de calibraciones de las dataciones C14 de Cova del Vidre realizada con el programa OxCal v4.3.1 Bronk Ramsey (2017); r: 5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al., 2013). p.481.
- Figura 207. Relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones documentados en cada una de las muestras antracológicas analizadas. p.484.
- Figura 208. Curvas de porcentajes de los taxones predominantes en las muestras antracológicas de Cova del Vidre nivel 2 central. p.484.
- Figura 209. Curvas taxonómicas de las muestras antracológicas de Cova del Vidre nivel 2 central (arriba) y el gran hogar (abajo). p.485.
- Figura 210. Frecuencias relativas de las principales alteraciones registradas. p.487.
- Figura 211. Frecuencias de aparición de los taxones determinados en el Gran Hogar de la Cova del Vidre. p.488.
- Figura 212. Diagrama antracológico de la Cova del Vidre (Roquetes, Tarragona). Se incluyen los resultados de los niveles mesolíticos (Piqué, e.p.) y el nivel neolítico estudiados en este trabajo. p.489.

Figura 213. Yacimientos de la Cuenca del Ebro con estudios antracológicos previos (negro) y estudiados en este trabajo (blanco) entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio (14500-4200 cal BP). p.495.

Figura 214. Zonas biogeográficas en torno a las que se ordenan los datos antracológicos presentados en este subcapítulo. p.497.

Figura 215. Cuenca del Ebro con indicación de los yacimientos con estudios antracológicos disponibles para el periodo 15000-1000 cal BP. En blanco los obtenidos en este trabajo y en negro otros estudios previos. (34) Ángel 1, (1) Atxoste, (27) Colls, (28) Filador, (18) Forcas I, (26) Hort de la Boquera, (11) Legunova, (24) Cova del Parco, (32) Vidre. p.498.

Figura 216. Gráfico que muestra las frecuencias relativas de aparición de los taxones más relevantes en los yacimientos del valle del Ebro con cronologías comprendidas entre el 15000 y el 10000 cal BP. p.504.

Figura 217. Yacimientos con datos antracológicos disponibles para el periodo 10000-8000 cal BP. En blanco los estudios realizados en este trabajo y en negro en otros estudios previos. (34) Ángel 1, (9) Artusia, (1) Atxoste, (21) Balma Margineda, (15) Espantalobos, (14) Esplugón, (28) Filador, (19) Forcas II, (37) Los Baños, (2) Mendandia, (10) Peña 14. p.505.

Figura 218. Gráfico que muestra las frecuencias relativas de aparición de los taxones más relevantes en los yacimientos del valle del Ebro con cronologías comprendidas entre el 10000 y el 8400 cal BP. p.512.

Figura 219. Mapa del valle del Ebro donde se señalan los niveles con datos antracológicos disponibles para el periodo 8500-7300 cal BP. En blanco los estudios realizados en este trabajo y en negro otros estudios previos. (34) Ángel 1, (33) Ángel 2, (9) Artusia, (1) Atxoste, (8) Aizpea, (38) Cabezo de la Cruz, (15) Espantalobos, (14) Esplugón, (29) Coves del Fem, (19) Forcas II, (3) Kampanoste Goikoa, (37) Los Baños, (2) Mendandia, (10) Peña 14, (35) Pontet, (12) Rambla de Legunova, (32) Vidre. p.519.

Figura 220. Gráfico que muestra las frecuencias relativas de aparición de los taxones más relevantes en los niveles arqueológicos con cronologías comprendidas entre el 8500 y el 7300 cal BP. p.522.

Figura 221. Mapa del valle del Ebro donde se señalan los niveles con datos antracológicos disponibles para el periodo Neolítico 7600-4200 cal BP. En blanco los estudios realizados en este trabajo de tesis doctoral y en negro otros estudios previos. (34) Ángel 1, (9) Artusia, (1) Atxoste, (25) Auvelles, (21) Balma Margineda, (31) Barranc d'en Fabra, (16) Chaves, (17) Coro Trasito, (14) Esplugón, (29) Coves del Fem, (23) Forat de la Conqueta, (19) Forcas II, (22) Feixa del Moro, (3) Kampanoste Goikoa, (7) Los Cascajos, (5) Los Husos I, (4) Los Husos II, (2) Mendandia, (30) Motlló de la Torre, (13) Paco Pons, (6) Peña Larga, (36) Plano del Pulido, (35) Pontet, (12) Rambla de Legunova, (20) Cova del Sardo, (32) Vidre. p.524.

Figura 222. Gráfico que muestra las frecuencias relativas de aparición de los taxones más relevantes en los yacimientos del valle del Ebro con cronologías comprendidas entre el 7600 y el 4200 cal BP. p.538.

Figura 223. Histogramas que muestran la ubicuidad o recurrencia de los diferentes taxones en el total de conjuntos antracológicos analizados (niveles o unidades estratigráficas) procedentes de yacimientos del valle del Ebro con cronologías comprendidas entre el 15000 y el 4200 cal BP. p.544.

Figura 224. A la derecha representación gráfica de la datación radiocarbónica y su calibración mediante la curva IntCal13 según el programa OxCal realizada directamente sobre un fragmento de carbón de *Pinus halepensis* del nivel e/g de El Pontet (Maella, Zaragoza). A la izquierda fotografía realizada con Microscopio Electrónico de Barrido sobre el mismo fragmento. p.549.

Figura 225. Reconstrucción hipotética de la distribución de *Pinus halepensis* en el valle del Ebro durante el Holoceno Temprano y Medio en base a los datos antracológicos. p.551.

- Figura 226. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados de conjuntos antracológicos del valle del Ebro durante el Tardiglaciario y las primeras tradiciones epipaleolíticas holocenas (14500-10000 cal BP). p.554.
- Figura 227. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados de conjuntos antracológicos del valle del Ebro durante el Mesolítico macrolítico (10000-8100 cal BP). p.556.
- Figura 228. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados de conjuntos antracológicos del valle del Ebro durante el Mesolítico geométrico (8500-7300 cal BP). p.557.
- Figura 229. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados de conjuntos antracológicos del valle del Ebro durante el Neolítico antiguo (7600-6500 cal BP) (amarillo) y el Neolítico medio-final (6500-4200 cal BP) (morado). p.558.
- Figura 230. Representación del número de taxones identificados en relación al número de fragmentos analizados en el total de conjuntos antracológicos del valle del Ebro. p.559.
- Figura 231. Proyección del análisis factorial de correspondencias (AFC) de los niveles arqueológicos con ocupaciones entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio del valle del Ebro mostrando los taxones consumidos (variables). p.561.
- Figura 232. Proyección (arriba) y proyección ampliada (abajo) del análisis factorial de correspondencias (AFC) de los niveles arqueológicos con ocupaciones entre el Tardiglaciario y el Holoceno Medio. p.564.
- Figura 233. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados jerárquicos de los conjuntos antracológicos epipaleolíticos y neolíticos del valle del Ebro. p.568.
- Figura 234. Histograma a partir de los datos del estudio experimental desarrollado por Allué et al., 2005; 2007. p.577.
- Figura 235. Madera de reacción observada en diferentes fragmentos de carbón de *Pinus tp. sylvestris* del yacimiento de Forcas II. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) (izquierda) y Microscopio Óptico de luz incidente (derecha). p.578.
- Figura 236. Diferentes grados de vitrificación en diferentes fragmentos de carbón de *Pinus tp. sylvestris* del yacimiento de Forcas II. Fotografías realizadas con Microscopio Óptico de luz incidente. p.579.
- Figura 237. Histograma que muestra la incidencia de la vitrificación (verde oscuro) en los depósitos de algunos de los yacimientos estudiados en este trabajo en los que la presencia de la madera de pino de tipo albar (verde claro) (*Pinus tp. sylvestris*) es especialmente abundante (Ángel 1, Esplugón, Fem y Forcas II). La línea amarilla señala la vitrificación esperada en contextos arqueológicos (5%). p.580.
- Figura 238. Cicatrices producidas por la extracción de los tejidos subcorticales en los pinos (*Pinus sylvestris* L.) por parte de los Sami según Zackrisson et al., 2000. p.585.
- Figura 239. Galería producida por insecto barrenador (izquierda) en un fragmento de *Juniperus sp.* de Chaves y micelios observados en el interior de los vasos (derecha) en un fragmento de *Quercus sp.* caducifolio de Fem. Fotografías realizadas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). p.589.
- Figura 240. Histograma que muestra la incidencia de la madera afectada por xilófagos en los depósitos de algunos de los yacimientos estudiados en esta tesis. p.590.
- Figura 241. Evolución de la incidencia de determinadas alteraciones de la madera en las Coves del Fem. p.591.

Figura 242. Gráfico que muestra la relación entre el número de fragmentos analizados y el número de taxones documentados en las estructuras de combustión analizadas del valle del Ebro. Los gráficos circulares indican las frecuencias de aparición de cada taxón. p.595.

Figura 243. Explicación esquemática de la formación del registro antracológico a partir del consumo de combustible doméstico. sp.= especie. p.599.



Universidad
Zaragoza

