

II

Paleoflora y Paleovegetación Ibérica

Pleistoceno

J.S. Carrión (coord.)



2022

II

Paleoflora y Paleovegetación Ibérica **Pleistoceno**

J.S. Carrión (coord.)

2022



PALEOFLORA Y PALEOVEGETACIÓN IBÉRICA II: PLEISTOCENO

COORDINACIÓN

José S. Carrión

EQUIPO EDITORIAL

José S. Carrión
Juan Ochando
Manuel Munuera
Manuel Casas-Gallego
Gabriela Amorós

Secretaría Técnica y Maquetación

Maximiliano Gómez-Rodríguez
Santiago Fernández
Manuel Munuera

Trabajo artístico

Gabriela Amorós
Victoria Sánchez-Giner
Ariadna Amorós
Manuel Munuera
Manuel Fernández-Díaz
Pedro Pablo Reyes
Yolanda Carrión-Marco
Yul Altolaguirre

AUTORÍA

Carrión JS, Ochando J, Munuera M, Casas-Gallego M, González-Sampérez P, López-Sáez JA, Postigo-Mijarra JM, Barrón E, Badal E, Carrión-Marco Y, López-Merino L, Rubiales JM, Burjachs F, Fernández S, Uzquiano P, Jiménez-Moreno G, Montoya E, García-Antón M, Gil-García MJ, Altolaguirre Y, Ruiz-Zapata B, Allué E, Morales-Molino C, Alba Sánchez F, Pérez-Díaz S, Amorós G, Camuera J, Ramos-Román MJ, Aranbarri J, Vieira M, Vidal-Matutano P, Peña-Chocarro L, Anderson S, Albert RM, Riera S, Leroy S, Fletcher W, Gil-Romera G, Expósito I, Rodríguez-Ariza

MO, Martínez-Varea CM, López-Avilés A, Pérez A, Luelmo R, Arroyo J, Verdú M, Di Rita F, Magri D, Jiménez-Espejo F, Yll R, Morla-Jauristi C, Scott L, Peñalba C, Fierro E, García Amorena I, Val-Peón C, Parra I, Gómez-Manzanque F, Figueiral I, Michelangeli F, Finlayson C, Finlayson G, Jiménez-Arenas JM, De la Peña P, Marín-Arroyo AB, Piqué R, Pérez-Jordá G, Ruiz-Alonso M, Iglesias R, Alonso N, Alcolea M, Jones S, Gómez-Rodríguez M, Amorós A, Sánchez-Giner V, Fernández-Díaz M, Reyes PP, Martín-Lerma I, Girona A, Dupré M

ISBN: 978-84-09-44691-9

AFILIACIÓN

José Sebastián Carrión García, Universidad de Murcia
Juan Ochando Tomás, Sapienza Università di Roma, Estación Biológica de Doñana
Manuel Munuera, Universidad Politécnica de Cartagena
Manuel Casas Gallego, Goethe-Universität Frankfurt, Alemania
Penélope González Sampérez, Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC
José Antonio López Sáez, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC
José María Postigo Mijarra, Universidad Complutense de Madrid
Eduardo Barrón, CN Instituto Geológico y Minero de España IGME-CSIC
Ernestina Badal García, Universidad de Valencia
Yolanda Carrión Marco, Universidad de Valencia
Lourdes López Merino, Universidad Complutense de Madrid
Juan Manuel Rubiales, Universidad Politécnica de Madrid
Francesc Burjachs i Casas, ICREA; IPHES-CERCA; Universitat Rovira i Virgili
Santiago Fernández Jiménez, Universidad de Murcia
Paloma Uzquiano Ollero, UNED, Madrid
Gonzalo Jiménez Moreno, Universidad de Granada
Encarnación Montoya Romo, Geosciences Barcelona, CSIC
Mercedes García Antón, Universidad Autónoma de Madrid
María José Gil García, Universidad de Alcalá de Henares
Yul Altolaguirre, Senckenberg Forschungsinstitut, Frankfurt, Alemania
Blanca Ruiz Zapata, Universidad de Alcalá de Henares
Ethel Allué Martí, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social
César Morales del Molino, Universidad de Alcalá de Henares
Francisca Alba Sánchez, Universidad de Granada
Sebastián Pérez Díaz, Universidad de Cantabria
Gabriela Amorós, Universidad de Murcia
Jon Camuera Bidaurreta, University of Helsinki, Finlandia
María José Ramos Román, University of Helsinki, Finlandia
Josu Aranbarri Erkiaga, Universidad del País Vasco
Manuel Vieira, Lundin Energy, Noruega
Paloma Vidal Matutano, Universidad de La Laguna
Leonor Peña Chocarro, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC
Scott Anderson, Northern Arizona University, USA
Rosa María Albert Cristóbal, Universidad de Barcelona
Santiago Riera Mora, Universidad de Barcelona
Suzanne Leroy, LAMPEA, Francia
William Fletcher, Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC
Graciela Gil Romera, Philipps-Marburg University, Alemania
Isabel Expósito Barea, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social
María Oliva Rodríguez Ariza, Universidad de Jaén
Carmen María Martínez Varea, Universidad de Valencia
Alejandro López Avilés, Universidad de Granada
Ana Pérez Sanz, Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC
Reyes Luelmo Lautenschlaeger, Université Montpellier, Francia
Juan Arroyo, Universidad de Sevilla
Miguel Verdú, Centro de Investigaciones sobre Desertificación, CSIC
Federico Di Rita, Sapienza Università di Roma, Italia
Donatella Magri, Sapienza Università di Roma, Italia
Francisco José Jiménez Espejo, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC
Riker Yll Aguirre, Universidad Rovira i Virgili

Carlos Morla Juaristi, Universidad Complutense de Madrid
Louis Scott, University of the Free State, Sudáfrica
María Cristina Peñalba Garmendia, Universidad de Sonora, México
Elena Fierro Enrique, Universidad de Murcia
Ignacio García Amorena, Universidad Politécnica de Madrid
Cristina Val-Peón, RWTH Aachen Universität, Alemania
Igor Parra, Observatorio de Impactos Climáticos del Levante Almeriense, Almería
Fernando Gómez Manzanque, Universidad Politécnica de Madrid
Isabel Figueiral, Université Montpellier, Francia
Fabrizio Michelangeli, Sapienza Università di Roma, Italia
Clive Finlayson, Gibraltar Museum
Geraldine Finlayson, Gibraltar Museum
Juan Manuel Jiménez Arenas, Universidad de Granada
Paloma de la Peña, University of the Witwatersrand, Sudáfrica
Ana B. Marín-Arroyo, Universidad de Cantabria
Raquel Piqué Huerta, Universidad Autónoma de Barcelona
Guillem Pérez Jordà, Universidad de Valencia
Mónica Ruiz Alonso, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC
Raúl Iglesias González, Universidad Complutense de Madrid
Natàlia Alonso, Universidad de Lleida
Marta Alcolea, Universidad Autónoma de Barcelona
Samantha Elsie Jones, University of Aberdeen, Escocia
Maximiliano Gómez-Rodríguez, Universidad de Murcia, Grupo ECCE HOMO
Ariadna Amorós, Universidad de Murcia
Victoria Sánchez-Giner, Universidad de Murcia
Manuel Fernández-Díaz, Universidad de Murcia
Pedro Pablo Reyes, Universidad de Murcia
Ignacio Martín Lerma, Universidad de Murcia
Aldara Girona, Estación Biológica de Doñana CSIC
Michèle Dupré Olivier, Universidad de Valencia

CITACIÓN

Carrión JS, Ochando J, Munuera M, Casas-Gallego M, González-Sampérez P, López-Sáez JA, Postigo-Mijarra JM, Barrón E, Badal E, Carrión-Marco Y, López-Merino L, Rubiales JM, Burjachs F, Fernández S, Uzquiano P, Jiménez-Moreno G, Montoya E, García-Antón M, Gil-García MJ, Altolaguirre Y, Ruiz-Zapata B, Allué E, Morales-Molino C, Alba Sánchez F, Pérez-Díaz S, Amorós G, Camuera J, Ramos-Román MJ, Aranbarri J, Vieira M, Vidal-Matutano P, Peña-Chocarro L, Anderson S, Albert RM, Riera S, Leroy S, Fletcher W, Gil-Romera G, Expósito I, Rodríguez-Ariza MO, Martínez-Varea CM, López-Avilés A, Pérez A, Luelmo R, Arroyo J, Verdú M, Di Rita F, Magri D, Jiménez-Espejo F, Yll R, Morla-Jauristi C, Scott L, Peñalba C, Fierro E, García Amorena I, Val-Peón C, Parra I, Gómez-Manzanque F, Figueiral I, Michelangeli F, Finlayson C, Finlayson G, Jiménez-Arenas JM, De la Peña P, Marín-Arroyo AB, Piqué R, Pérez-Jordá G, Ruiz-Alonso M, Iglesias R, Alonso N, Alcolea M, Jones S, Gómez-Rodríguez M, Amorós A, Sánchez-Giner V, Fernández-Díaz M, Reyes PP, Martín-Lerma I, Girona A, Dupré M. 2022. *Paleo flora y Paleovegetación Ibérica II: Pleistoceno*. Ministerio de Ciencia e Innovación y Fundación Séneca, Murcia.

Dirección web <https://www.paleofloraiberica.org/>

© de las figuras: sus autores

© de los textos: JS Carrión

AGRADECIMIENTOS

Un tratado de esta envergadura no habría sido posible sin la colaboración y apoyo de gran cantidad de colegas e instituciones. Aparte de la Universidad de Murcia, que representa el ámbito ejecutivo del trabajo coordinador, y de los centros de investigación de todos los autores, destacamos la financiación continuada de tres entidades públicas.

En primer lugar, el **Ministerio de Ciencia e Innovación (FEDER y Agencia Estatal de Investigación)**, a través de los proyectos:

- CGL-2006-2956
- CGL-2009-6988
- CGL-2012-34717
- CGL-2015-68604
- PID-2019-1049449GB-I00

En segundo lugar, la **Fundación Séneca, Agencia Regional de Ciencia y Tecnología Región de Murcia**, a través de:

- Red temática PALEODIVERSITAS
- Proyecto 8490/PI/08
- Proyecto 20788/PI/18

Una tercera fuente de financiación ha sido el **Ministerio de Ciencia e Innovación (FEDER y Agencia Estatal de Investigación)**, a través de proyecto europeo:

- ERIC-SUMHAL, LIFEWATCH-2019-09-CSIC-13

Finalmente agradecemos la subvención por parte del proyecto ERC-CoG SUBSILIENCE (ref 818299) financiado por el **Consejo Europeo de Investigación**

Otros proyectos y entidades con cuyos fondos se ha contribuido a sufragar parte de las investigaciones recogidas en esta obra son:

- 2017 SGR 1040 (Generalitat de Catalunya)
- 2017 SGR 1357 (Generalitat de Catalunya)
- 2017 SGR 836 (Generalitat de Catalunya)
- A-RNM-688-UGR20 (Junta de Andalucía)
- B-RNM-144-UGR18 (Fondo Europeo de Desarrollo Regional – FEDER)
- B-RNM-404-UGR18 (Junta de Andalucía)
- CC 54.020 (Instituto Geológico y Minero de España – IGME)
- CGL2004-0048BTE (Ministerio de Ciencia y Tecnología)
- CGL2004-06212/BTE (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- CGL2006-13327-C04-01 (Ministerio de Economía y Empresa)
- CGL2008-06005/BOS (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- CGL2008-06042 (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- CGL2009-07992 (Ministerio de Economía y Competitividad)
- CGL2011-27229 (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- CGL2012-33063 (Ministerio de Economía y Competitividad)
- CGL2015-65387-C3-1-P (Ministerio de Economía y Competitividad)
- CGL2015-68604-P (Ministerio de Economía y Competitividad)
- CGL2015-69160-R - DINAMO3 (Fondo Europeo de Desarrollo Regional - FEDER)

- CGL2017-85415-R (Ministerio de Economía y Competitividad y Fondo Europeo de Desarrollo Regional – FEDER)
- CIPROM/2021/036 (Direcció General de Ciència i Investigació, Generalitat Valenciana)
- Contrato predoctoral FPU Ref. 18/03023 (Ministerio de Educación del Gobierno de España)
- CSD2007-00058 (Consolider-Ingenio 2010)
- CSO2015-65216-C2-2-P (Ministerio de Economía y Competitividad)
- CSO2017-83576-P – PALEOPINSAPO (Ministerio de Economía y Competitividad)
- ERC-AdG 230561 (AGRIWESTMED – Consejo Europeo de Investigación)
- FJC2018-037919-I (Ayuda Juan de la Cierva Formación – Ministerio de ciencia, Innovación y Universidades)
- GVPROMETEO2017-060 (Conselleria de Educació, Investigació, Cultura y Deporte – Generalitat Valenciana)
- HAR2008-01984/HIST (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- HAR2008-05256 (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- HAR2010-15002 (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- HAR2016-75124-P (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- HAR2017-83656-P (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad)
- HAR2017-85153-P (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- P09-RNM-5280 (Junta de Andalucía – Consejería de Innovación, Ciencia y Empresas)
- P18-RT-4963 (Junta de Andalucía)
- P20-00059 (Junta de Andalucía)
- PGC2018-093925-B-C32 (Ministerio de Ciencia e Innovación y Fondo de Desarrollo Regional – FEDER)
- PID2019-104843GB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- PID2019-106050RB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- PID2019-108692GB-I00 (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades)
- PID2019-109254GB-C21 (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- PID2020-116598GB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- PID2020-118033GB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación)
- Project MedCoRes n°704822 (Marie Skłodowska-Curie Action – European Commission)
- PTDC/HAR-ARQ/30413/2017 (Fundação para a Ciência e a Tecnologia)
- RTI2018-101714-B-I00 (M^e Ciencia, Innovación y Universidades)
- SU14025501 (Junta de Castilla La Mancha)
- SU151321001 (Junta de Castilla La Mancha)

Sumario

8057-B	12
Abauntz	14
Abric del Pastor	17
Abrigo de Buendía	21
Abrigo de la Boja	27
Abrigo de la Quebrada	33
Alfaix	38
Algarrobo	41
Alto de la Espina	45
Amalda	51
Ambrona	53
Ambrosio	58
Area Longa	63
Arenal de San Gregorio	68
Arenaza	70
Atapuerca - Galería de Estatuas	74
Atapuerca Trinchera del Ferrocarril	79
Ayóo de Vidriales	93
Bajondillo	97
Balma de Guilanyà	102
Balma del Gai	106
Banyoles, Gerona	110
Beneito	113
Berroberría	116
Bòbila Ordis	119
Bolomor	124
Brañagallones	133
Buraca Escura	136
Buraca Grande	138
Caamaño	141
Cabeço de Porto Marinho	144
Cal Guardiola	147
Calaveres	152
Calderons	155
Calvero de la Higuera	161
Campo Lameiro PRD-4	168
Carihuela	173
Cendres	190
Charco da Candieira	204
Chufín	210
Cinglera del Capelló	212
CM5 Beliche	223
Cobrante	226
Coll Verdaguer y Riera dels Canyars	230
Comella	234
Complejo del Humo-Abrigo 3	238

Cova d'En Pardo	244
Cova da Valiña	249
Cova des Moro	251
Cova Gran de Santa Linya	257
Covalejos	261
Covas del Toll y Teixoneres	265
Cucú	279
Cuesta de la Bajada	282
Cueva Negra	285
Dolina de Polvoreda	288
Ekain	292
El Asperillo	294
El Cañizar de Villarquemado	305
El Castillo	314
El Conde	316
El Mirón	319
El Parco	321
El Pirulejo	324
El Portalet	327
El Salt	332
Erralla	338
Esposende-Ovar	341
Esquilleu	344
Figueira Brava	349
Foradada	360
Forcas I y II	363
Fuente del Trucho	368
Fuentillejo	373
Gabasa	382
Gallocanta	385
Gorham	388
Hoyos de Iregua	397
JM17-Jarama Manzanares	400
Keb 25 Delta del Ebro	407
L'Arbreda	411
La Pila	415
La Riera	418
La Roya	421
Labeko Koba	424
Lagar Velho	428
Lago de Ajo	437
Lago Enol	441
Lago Grande de Estaña	446
Laguillín	454
Laguna de Villena	458
Las Delicias-Manzanares	466
Las Lamas-Prada	471
Las Ventanas	485

Los Canes	492
Los Casares	495
Los Torrejones	497
Lucenza	500
Malalmuerzo	505
Malladetes	508
Mari López	514
Mas Grill	517
Mas Miquel	519
MD01-2443	521
MD01-2447	523
MD95-2039	526
MD95-2042	529
MD95-2043	532
MD99-2331/MD03-2697	535
Molí del Salt	539
Molí Vell	542
Morgadinho	545
Morín	546
Moucide	549
Mougás	552
Navamuño	557
Navarrés	562
Nerja	568
ODP-976	576
Oia	579
Otero	582
Otiñar	585
Padul	589
País de Altamira	601
Palominas	606
Perneras	614
Pla de l'Estany	617
Puerto de Leitriegos	620
Puerto de Tarna	623
Quintanar de la Sierra	626
Rascaño	631
Ratlla del Bubo	634
Reixidora	639
Salada de Mediana	643
Salines	646
San Juan de Mozarrifar	652
San Rafael	656
Sanabria	659
Santa Catalina	669
Santa Maira	672
Santo André	677
Siles	680

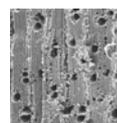
Sima de las Palomas	687
Sopeña	691
SU81-03	693
SU81-13	695
SU81-18	697
Terrazas fluviales del río Tajo	699
Tito Bustillo	706
Torralba	709
Tossal de la Roca	714
Tramacastilla	719
Tres Pins	723
Tubilla del Agua	727
Túnel dels Sumidors	730
Turbera de la Piedra, Burgos	732
Urtiaga	735
Vanguard	738
Verdelpino, Cuenca	746
Vidre	748
Villacastín	751
Zafarraya	755
Zarzamora	757
Zatoya	761
BIBLIOGRAFÍA	764

SÍMBOLOS

Junto al título de cada uno de los sitios estudiados aparecen uno o varios símbolos que indican la naturaleza de los restos biológicos encontrados. Son los siguientes



Pólenes y esporas



Carbones



Frutos y semillas



Maderas



Improntas de hojas y otras estructuras

ABREVIATURAS

¹⁴ C	Carbono 14	IRSL	Datación por luminiscencia estimulada por infrarrojos (Infrared Stimulated Luminescence dating)
AAR	Técnica de racemización de aminoácidos (Técnica de datación)	It	Índice de termicidad
ACM	Anomalía Climática Medieval	ka	Miles de años
AD	Después de Cristo (Anno Domini)	km	Kilómetros
DC, d.C.	Después de Cristo	l/m²	Litros por metro cuadrado
aff.	Affinis (identificación no completa)	LGM	Último Máximo Glacial (Last Glacial Maximum)
AMS	Espectrometría de Masas con Aceleradores (Accelerator Mass Spectrometry)	UMG	Último Máximo Glacial
A.N.E.	Antes de Nuestra Era	m	Metros
AP	Polen Arbóreo (árboles)	m s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
BC	Antes de Cristo (Before Christ)	Ma	Millones de años
AC, a.C.	Antes de Cristo	MDE	Modelos de Distribución de Especies
BP	Antes del Presente (Before Present)	MEB	Microscopio Electrónico de Barrido
c.	Circa	MIS	Estadio isotópico marino
cal.	Calibrados	mm	Milímetros
Cal Pal	Programa de calibración (radiocarbono)	NPPs	Microfósiles no polínicos
cf.	confer (confróntese con)	N	Norte geográfico
cm	centímetros	NE	Noreste geográfico
com. pers.	Comunicación personal	NAP	Polen no arbóreo (arbustos, herbáceas)
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas	OIS	Estadio Isotópico del Oxígeno
°C	Grados centígrados	OSL	Luminiscencia Ópticamente Estimulada (Técnica de datación)
DO	Evento Dansgaard Oeschger	P	Precipitación
et al.	Y otros	PEH	Pequeña Edad del Hielo
e.p.	En prensa	PMA	Precipitación Media Anual
ESR	Datación por resonancia de espín electrónico (Electron Spin Resonance dating)	Prof.	Profundidad
Fm.	Formación	Pu	Plutonio
frag.	Fragmento	Ref. Lab.	Referencia laboratorio
GISP2	Greenland Ice Sheet Project 2	S	Sur geográfico
gr.	gramos	s.	Siglo
GRIP	Greenland Icecore Project	SE/SO	Sureste geográfico/Suroeste geográfico
H	Evento Heinrich	sect.	sectio (sección)
ha	Hectáreas	subsp.	Subespecie
Indet.	Indeterminado	t.	Tipo
Indif.	Indiferenciado	TL	Datación por termoluminiscencia
INAA	Análisis por activación neutrónica instrumental	UE	Unidades Estratigráficas
IRD	Iceberg Rafted Detritus	U-Th	Datación uranio-torio (Uranium-Thorium dating)
IRHP	Período Húmedo Íbero Romano	var.	Variedad

PRÓLOGO GENERAL

La Península Ibérica e Islas Baleares constituyen un ámbito geográfico muy estimulante para la ciencia ecológica y biogeográfica. Sin embargo, el estudio de los cambios de la diversidad biológica a lo largo del tiempo ha sido casi anecdótico hasta hace pocos años, habiéndose alojado mayoritariamente en fuentes bibliográficas muy especializadas, a menudo difícilmente accesibles. No resulta extraño, por lo tanto, que las implicaciones que se pueden extraer del estudio de los ecosistemas pasados, no hayan penetrado en las políticas de gestión del territorio y conservación de la biodiversidad. En nuestro caso, la lección más inmediata que se extrae del registro fósil es que el paisaje vegetal y la composición florística de la Península Ibérica e Islas Baleares han cambiado marcadamente en el curso de los últimos cientos, miles y millones de años. En unas ocasiones, el cambio vegetal ha venido controlado o modulado por cambios climáticos, a su vez controlados astronómicamente. Ante esto, los organismos han reaccionado de forma adaptativa o modificando su distribución geográfica. En otros casos, el estrés climático ha provocado la extinción regional, peninsular o continental de algunas especies. A una escala espacial y temporal más pequeña, las interacciones ecológicas, el historial de perturbaciones y los propios rasgos evolutivos de las especies vegetales, representan factores contingentes que deben ser tenidos en cuenta en la estima de los umbrales de vulnerabilidad e inercia de los ecosistemas peninsulares.

Lo que hoy sabemos de la originalidad florística ibérica tiene mucho que ver con su historia geobiológica. Vista en el tiempo, la Península resulta ser, reiteradas veces, un área de migración, también un escenario de reserva y supervivencia de especies, un refugio glacial en las épocas frías y áridas del Cuaternario. Iberia es zona de transición entre el Atlántico y el Mediterráneo, entre África y Eurasia, eventualmente, en épocas muy antiguas, entre el Hemisferio Sur y el Hemisferio Norte; digamos también que el extremo occidental de un gran continente y el linde noroccidental de un gran océano. A menudo, por condicionamientos tectónicos, gran parte del territorio peninsular ha estado sumergido, mientras que durante los últimos 50 millones de años, se configuran la orografía accidentada y la diversidad fisiográfica características de nuestros días. En las floras actuales hay evidencias de todos estos cambios. Y en las floras pasadas se encuentran buena parte de las explicaciones.

La serie de tres volúmenes que presentamos culmina más de una década de esfuerzo colectivo. Hemos decidido difundir toda la información recopilada y revisada críticamente en un formato de libro electrónico y acceso libre (<http://www.paleofloraiberica.org>), como corresponde a un trabajo financiado con fondos públicos. Por añadidura, se complementa con un proyecto web (<http://www.paleofloraiberica.org>) compartimentado al estilo de un sistema de información. La serie conecta con el libro "*Paleoflora Ibérica: Plioceno-Cuaternario*", cuya primera edición, en dos volúmenes impresos, data de 2013. Sin embargo, ahora presentamos una colección más ambiciosa, en tres volúmenes y aportando información monográfica y secuenciada sobre los principales registros paleobotánicos publicados para la Península Ibérica e Islas Baleares durante el Cenozoico, lo cual comprende los últimos 66 millones de años, aproximadamente.

El ámbito paleontológico incluye secuencias palinológicas (polen, esporas y otros microfósiles), antracológicas (carbón arqueológico), carpológicas (semillas, frutos), datos sobre fitolitos y macrorrestos vegetales. Administrativamente, incluimos España, Portugal, Gibraltar y Andorra. El ámbito cronológico está enmarcado en relación con el primer volumen por las series del Paleoceno (c. 66-56 Ma), Eoceno (c. 56-34 Ma), Oligoceno (c. 34-23 Ma), Mioceno (c. 23-5,3 Ma) y Plioceno (5,3-2,58 Ma). En el segundo volumen tratamos el Pleistoceno (2,58-0,0117 Ma) y en el tercer volumen el Holoceno (11,7 ka-actualidad). Las secuencias que cubren parte del Pleistoceno y continúan en el Holoceno son señaladas en un índice general.

La selección de registros y datos paleobotánicos atiende a criterios lógicos de resolución cronológica, discriminación taxonómica, amplitud y veracidad del marco temporal, impacto ulterior de la publicación y relevancia teórica de los hallazgos. Se observará una abrumadora mayoría de registros cuaternarios y sobre todo del Holoceno reciente; obviamente por una mayor abundancia de trabajos realizados. Respecto a los textos que aquí se presentan, fueron producidos inicialmente por los autores de cada capítulo y posteriormente sometidos a una labor de revisión y homogenización de estilo por parte del equipo redactor. Muchos autores lo son de las publicaciones originales; pero habitualmente hemos trabajado en la descripción de secuencias ya publicadas por otros colegas.

Aunque la obra es extensa y excava profundo en la literatura paleobotánica de la Península Ibérica, no supone una base de datos con todas las secuencias investigadas. Tampoco están entre los autores todos los investigadores e investigadoras implicados en la producción y publicación original de los datos; en algunos casos porque ya fallecieron, en otros porque no mostraron interés en este proyecto colaborativo. Las críticas, en cualquier caso, serán bienvenidas porque ésta es una obra abierta y confiamos en su progreso tanto en lo que respecta a su marco cronológico hacia el Cenozoico, como en lo relativo a su detalle y extensión geográfica y documental.

Las ilustraciones y tablas que se presentan se han elaborado expresamente para este libro. No obstante, a menudo son adaptaciones gráficas o leves modificaciones de figuras ya publicadas en otras fuentes bibliográficas, fundamentalmente artículos de investigación en revistas científicas y actas de congresos. En todos los casos, se ha citado en el pie de figura y/o en el texto, la fuente original. Nuestro deseo ha sido transmitir la información con el máximo de claridad posible y facilitar su difusión, en todo caso sin ningún interés o beneficio pecuniario.

Los diagramas polínicos y antracológicos, así como las tablas de información paleocarpológica y sobre macrorrestos, comprenden sumarios sintéticos en los que no se listan habitualmente todos los taxones, pero sí los más significativos botánica o ecológicamente. Todos los diagramas han sido redibujados de la publicación correspondiente siguiendo un formato más o menos uniforme. Salvo contadas excepciones, se ha prescindido de cualquier intento de correlación de secuencias, ya que no pretendemos hacer planteamientos comparativos, ni a nivel diacrónico ni regional. Para ampliar información, remitimos a las fuentes originales. La obra cuenta con fotografías de algunos taxones y localidades, cuyo mérito corresponde a veces a contribuyentes que generosamente han proporcionado el material. Su autoría, no obstante, se cifra en el lateral de cada ilustración. Vaya por delante nuestra gratitud.

Deseamos finalmente señalar que esta colección de libros carece de interés o pretensión comercial. Su objetivo es facilitar la difusión pública y gratuita de conocimientos científicos, con fines investigativos, divulgativos, académicos y formativos.

José S. Carrión
Septiembre 2022



8057-B

Océano Atlántico, Portugal
Pleistoceno superior – Holoceno (~19000-2400 años cal BP)

El testigo marino 8057-B está situado en el Atlántico, frente a la costa meridional de Portugal a 37° 41' de latitud N y 10° 05' de longitud O, extraído a una profundidad de agua de 2811 m (Fig. 1). El testigo analizado palinológicamente cubre unos 279 cm e incluye espectros polínicos para 28 muestras. Las dataciones radiocarbónicas sitúan esta secuencia entre c. 19100 y 2900 años BP.

En el diagrama original (Fig. 2), los recuentos de *Pinus* han sido excluidos de la suma polínica total (Hooghiemstra *et al.* 1992), algo frecuente en palinología marina, donde se asume su sobrerrepresentación en los espectros polínicos.

Aparte del pino, abundante en todo el registro, el tramo pleistoceno muestra el dominio de *Artemisia*, *Chenopodiaceae* y *Ephedra*, junto con porcentajes menores de *Ericaceae*.

Justo después de 14900 años BP tiene lugar un incremento considerable de las frecuencias de *Quercus* caducifolios y perennifolios, lo cual coincide con la tendencia general de colonización tardiglacial observada en otras secuencias del sur de la Península Ibérica.

Quercus suber muestra también una curva continua desde el Tardiglacial. *Pistacia*, *Olea*, *Corylus* y *Cistus* son componentes habituales del contingente postglacial.



Figura 1. Situación geográfica del sondeo 8057-B en la costa atlántica portuguesa

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia 8057-B. Hooghiemstra *et al.* (1992)

Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
1	2395 ± 420	2451
35	3515 ± 600	3860
58	4890 ± 370	5595
75	5490 ± 525	6279
106	7950 ± 1090	9007
128	10650 ± 715	12308
140	11160 ± 855	13009

La influencia norteafricana se hace patente en todo el diagrama por una curva polínica reducida, pero conti-

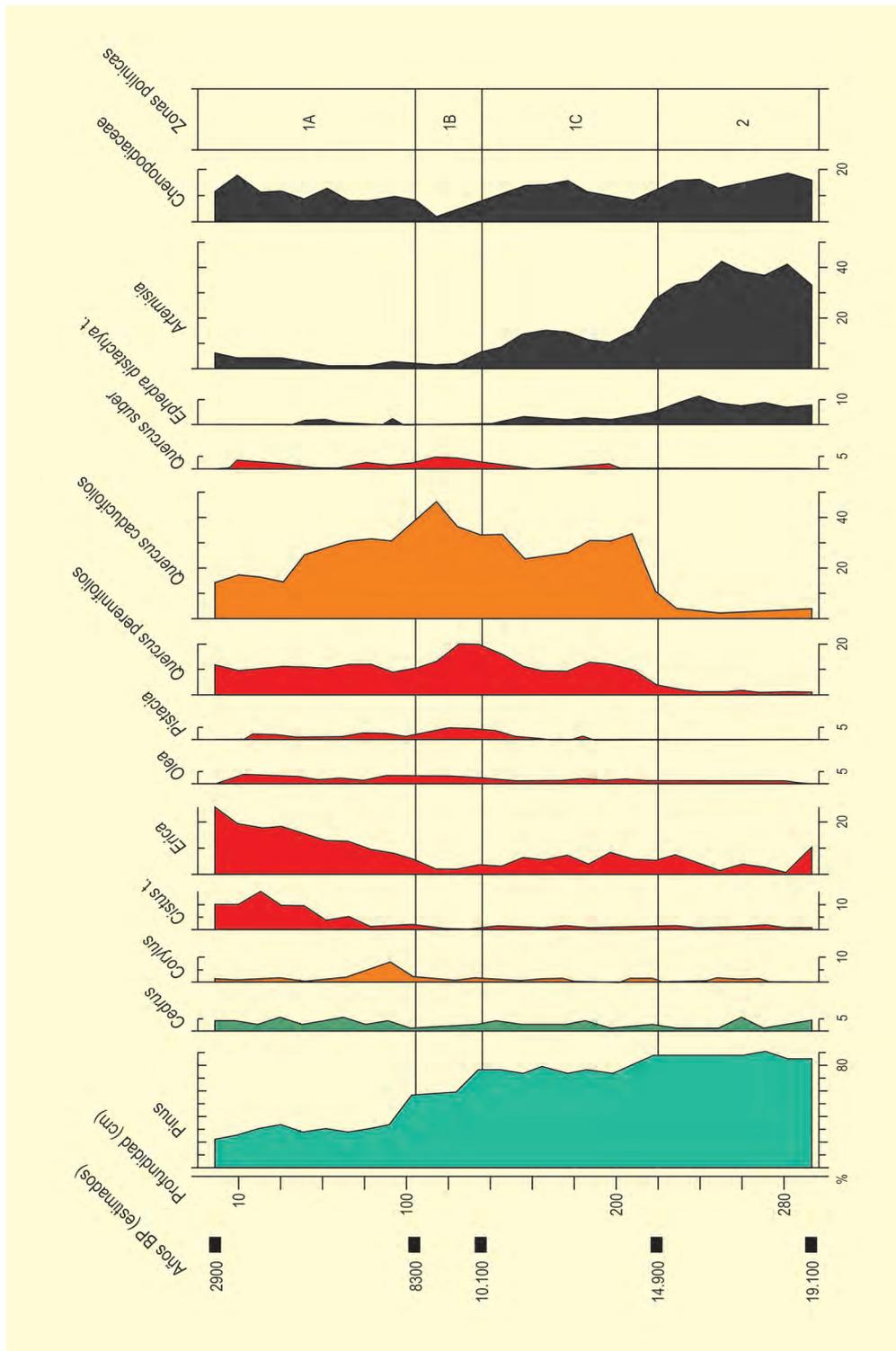


Figura 2. Diagrama polínico del sondeo 8057-B. Recibujado de Hooghiemstra et al. (1992)

nua, de *Cedrus*, tanto durante el Pleistoceno como a lo largo del Holoceno.

Más información
Hooghiemstra et al. (1992)



ABAUNTZ

Valle de la Ulzama, Lantz, Navarra
Pleistoceno final – Holoceno (15800-4240 años BP)

La cueva de Abauntz (Arraiz, Navarra) está situada en el valle de la Ulzama (Figs. 1 y 3) a 600 m s.n.m. ($43^{\circ} 00' N$, $01^{\circ} 38' O$), en el seno de la cuenca mediterránea navarra, pero muy cerca de la divisoria de aguas cántabro-mediterránea (Fig. 1). Se ubica en el barranco de Abauntz, del que recibe su nombre, por el que discurre el arroyo Zaldazáin poco antes de desembocar en el río Ulzama, perteneciente a la Cuenca del Ebro. Su estudio polínico (López-García 1982) deparó una secuencia que incluye información para los niveles magdalenienses, epipaleolíticos, neolíticos, calcolíticos y romanos (Fig. 2).

Las tres muestras basales del registro polínico corresponden al Magdaleniense, datado en 15800 años BP. En ellas, el polen dominante es el pino, con porcentajes muy altos, siendo testimonial la presencia de aliso, abedul y quercíneas. Entre las herbáceas, domi-

nan las gramíneas y asteráceas. En su conjunto, estas muestras estarían refiriendo un paisaje típico del Tardiglacial pirenaico occidental, con dominio de coníferas sobre pastizales xerofíticos.

Las muestras epipaleolíticas, procedentes del nivel aziloide (9530 años BP), refieren un medio muy arbolado, similar al del Preboreal europeo, dominado por los pinos y, en mucha menor medida, por los avellanos, abedules, alisos y robles. La alta frecuencia de polen de asteráceas (*Cardueae* y *Anthemideae*) reflejaría un uso frecuente de la cueva en este intervalo. Las condiciones más húmedas habrían permitido la proliferación del bosque templado, aún cuando el pinar seguiría siendo la formación forestal más significativa.

Durante el Neolítico antiguo, datado en torno a 6910 años BP, el paisaje sigue siendo forestal, con abundancia



Figura 1. Valle de la Ulzama, donde se estudió la secuencia de Abauntz (Foto: R. Lasoasa)

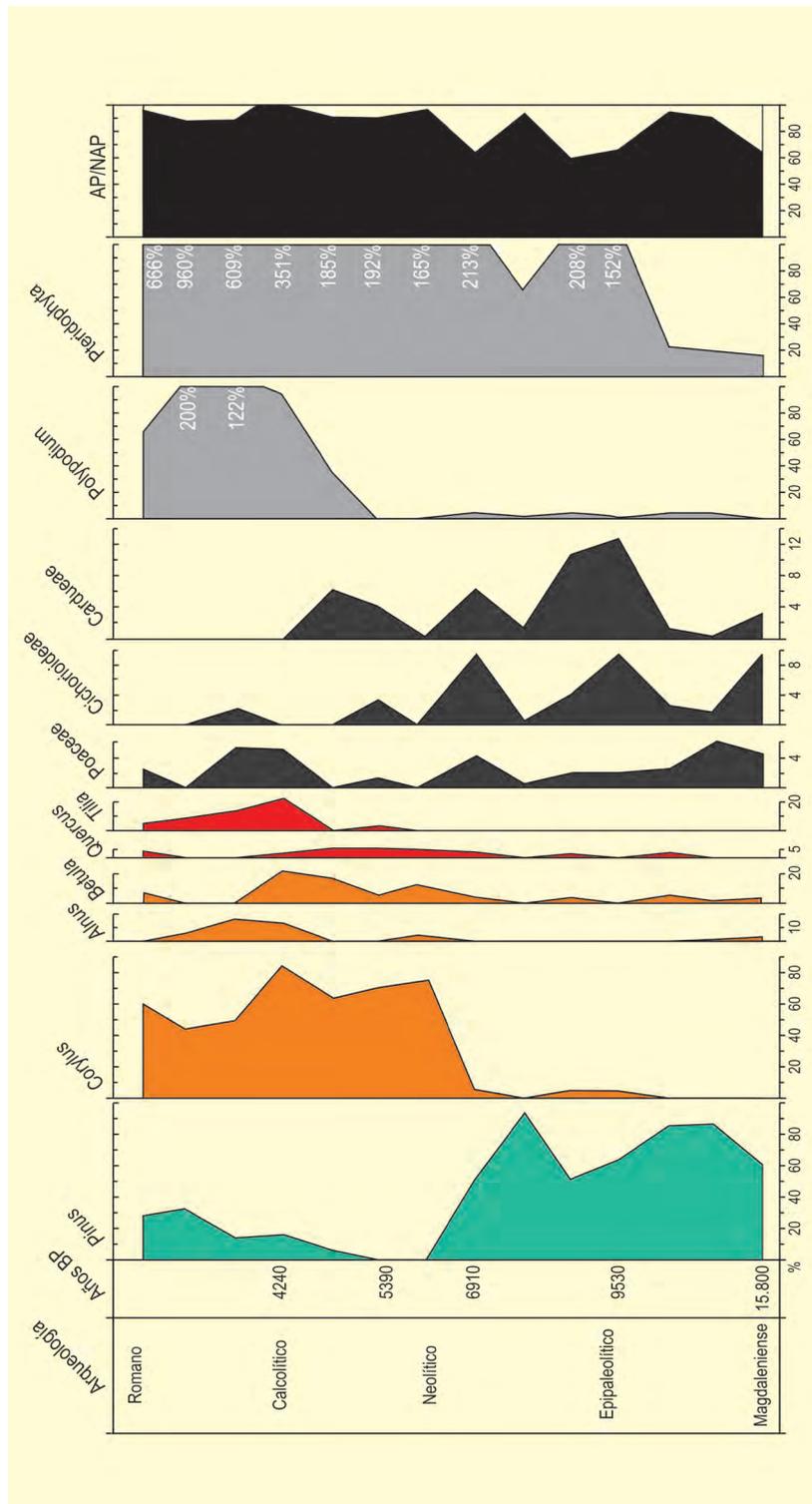


Figura 2. Diagrama polínico de la cueva de Abauntz. Redibujado de López-García (1982)

de pinos, avellanos, abedules, alisos, robles y olmos, sin indicios de antropización del paisaje. En estos momentos, el pinar empieza a retroceder y son el avellano y el abedul las especies que van tomando cada vez más importancia. A partir del Neolítico mediofinal (muestras 8, 9 y 10), datado en 5390 años BP, ya se observa un cambio sustancial, pasando a dominar *Corylus* sobre *Pinus*, a la

vez que progresan los abedules y se hacen constantes los tilos, alisos, castaños y olmos. En resumen, no hay indicios palinológicos evidentes que estén hablando de un medio antropizado durante el Mesolítico y el Neolítico. Esta situación es comparable con la de otros depósitos cercanos y contemporáneos del Pirineo navarro, como los procedentes de las cuevas de Zatoya y Aizpea.



Figura 2. Vista panorámica del Valle de la Ulzama (Foto: R. Lasoasa)

A lo largo del Calcolítico en Abauntz, y hasta el periodo tardorromano, el pinar vuelve a cobrar cierta importancia aunque la avellaneda, en franco descenso, sigue siendo el bosque predominante; son mucho más abundante ahora en alisos y tilos, reduciéndose el abedul y las quercíneas.

La mayor representatividad de Ericaceae y *Plantago* induce a pensar en una presión pastoral más impor-

tante, que seguramente puede tener algún tipo de relación con el altísimo porcentaje de las esporas de *Polypodium vulgare*, helecho que comúnmente se ha utilizado como lecho de cama.

Más información

López-García (1982, 1986, 1987), Boyer-Klein (1989), Sánchez-Goñi (1993a, b, 1994), Iriarte (2001), López-Sáez *et al.* (2006, 2007-2008)



ABRIC DEL PASTOR

Alcoy, Alicante

Pleistoceno superior (MIS 4-3; 63000-48000 años BP)

El Abric del Pastor es un pequeño abrigo rocoso (60 m²) ubicado en el interior de la Serra Mariola, con una orientación noreste y a 820 m s.n.m. (piso bioclimático mesomediterráneo de ombroclima seco) (38° 42' 40" N, 0° 29' 27" O). El yacimiento se encuentra en un paleotubo kárstico localizado en la margen derecha del Barranc del Cint, en el tracto superior de la ladera (Fig. 1). El área donde se ubica este barranco está caracterizada por la presencia de una orografía montañosa, con numerosos valles y corredores naturales (Fig. 2).

La vegetación que domina actualmente en el barranco es el pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) junto a coscojas (*Quercus coccifera*), enebros de miera (*Juniperus oxycedrus*), aladiernos (*Rhamnus alaternus*), lentiscos (*Pistacia lentiscus*) y jara blanca (*Cistus albidus*). La vegetación de ribera, ubicada al fondo del barranco, se compone mayoritariamente de adelfas (*Nerium oleander*), chopos (*Populus nigra*), fresno de flor (*Fraxinus ornus*) y taray (*Tamarix*). El yacimiento se localiza en el propio Parque Natural de la Serra Mariola, donde se pueden observar especies del bosque mixto



Figura 1. 'Abric del Pastor: (A) Boca del abrigo, (B-C) Vista general del Barranc del Cint (Vidal Matutano, 2016)

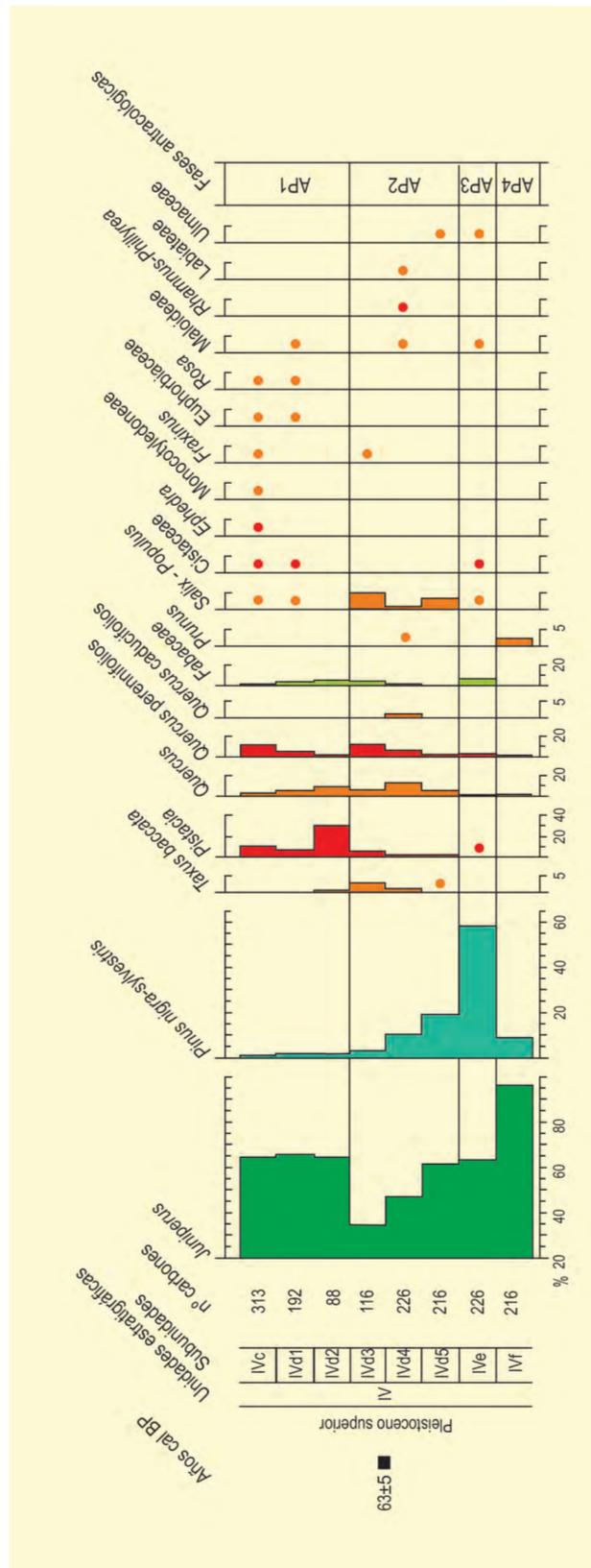


Figura 3. Diagrama antracológico de El Abric del Pastor. Los círculos muestran porcentajes inferiores al 1%. Redibujado de Vidal Matutano (2016) y Vidal Matutano & Pardo Gordó (2020)

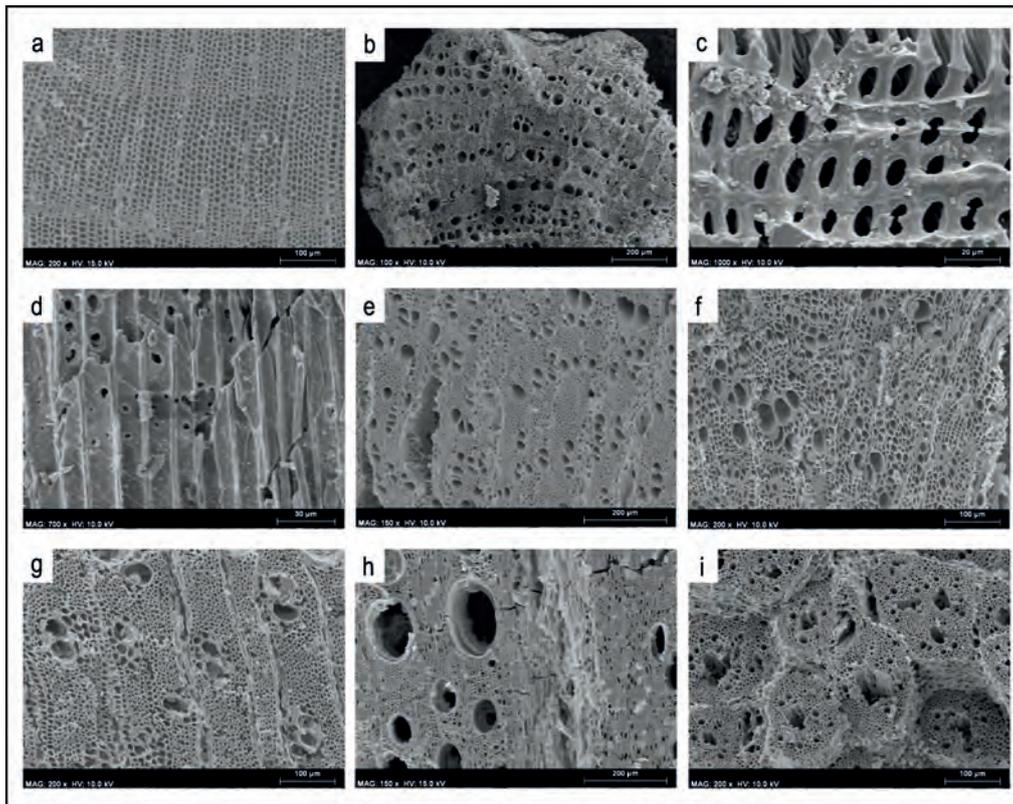


Figura 4. Imágenes al MEB de carbones de El Abric del Pastor. a: *Juniperus* sp.; b: *Pistacia* sp.; c: *Pinus nigra-sylvestris*; d: *Taxus baccata*; e: *Prunus* sp.; f: Fabaceae; g: *Fraxinus* sp.; h: *Quercus* sp. perennifolia; i: Monocotyledoneae (Fotos: P. Vidal Matutano)

mediterráneo por encima de los 900 m s.n.m. (*Acer campestre*, *Acer monspessulanum*, *Sorbus aria*, *Quercus faginea*) junto a formaciones relictas de *Taxus baccata*.

El trabajo de campo en el yacimiento, desarrollado actualmente desde una óptica multidisciplinar, abarca una extensión de 42 m² (el 70 % de la superficie), lo que ha posibilitado la continuación con los trabajos de excavación en extensión hasta la U.E IV y tener constancia de la potencialidad del depósito por medio de un sondeo en las cuadrículas interiores junto a la pared del abrigo, donde se han llegado a delimitar dos unidades estratigráficas más (U.E. V y VI). La secuencia sedimentaria conocida hasta la fecha presenta una potencia de 1,5 m y se ha dividido en seis unidades estratigráficas, atendiendo a criterios macroscópicos y micromorfológicos. La unidad IV ha sido reconocida en toda la superficie excavada con unos 70 cm de espesor medio. Está formada por un total de 7 subunidades en las que se alternan lechos discontinuos de cantos (IVa, IVc, IVe y IVg) con facies de limos arcilloso-arenosos, arenas y gravas de grano fino (IVb, IVd y IVf) (Hernández *et al.* 2014). El marco cronológico actual se basa en datacio-

nes por ESR para la subunidad IVb (48±5 ka) y la unidad VI (62±12 ka) y por OSL para la subunidad IVd (63±5 ka) (Mallol *et al.* 2019).

Los datos antracológicos obtenidos hasta la fecha se focalizan en las subunidades IVc, IVd, IVe y IVf (Vidal Matutano & Pardo Gordó 2020, Vidal Matutano 2016) (Fig. 3). Las subdivisiones dentro de IVd y IVf representan diferentes facies, localmente discontinuas, asignadas durante el proceso de excavación de cada subunidad. La secuencia antracológica de El Abric del Pastor muestra el predominio de *Juniperus* con valores fluctuantes en algunas unidades, lo que sugiere un gran desarrollo de las formaciones vegetales abiertas durante el MIS 4 con el dominio de enebros y/o sabinas en buena parte del territorio local. Los diferentes requerimientos ecológicos de las formaciones vegetales documentadas en la secuencia (bosque mixto, matorral xérico, vegetación de ribera) sugieren la presencia de distintos biotopos que se beneficiarían de la orografía del barranco (Vidal Matutano *et al.* 2015) (Fig. 4). Considerando los valores altos de *Juniperus*, las ocupaciones humanas que tuvieron lugar durante el MIS 4 en El

Abric del Pastor se enmarcarían generalmente en un supramediterráneo de ombroclima seco (PMA = 350-600 mm) o semi-árido (PMA = 200-350 mm).

La fase antracológica AP₄ indica el predominio del sabinar-enebral sobre los pinos criófilos (*Pinus nigra* y/o *Pinus sylvestris*), acompañado de rosáceas (*Prunus*). Durante la fase antracológica AP₃ se produce una inversión de valores entre ambas formaciones de coníferas: el pinar de pino albar y/o pino salgareño (*Pinus nigra* y/o *Pinus sylvestris*) pasa a dominar sobre las sabinas o enebros con una representación muy puntual del bosque mixto y del de ribera (*Pistacia*, *Cistus*, Fabaceae, *Quercus perennifolios*, *Salix-Populus*, Maloideae). La fase antracológica AP₂ vuelve a caracterizarse por el dominio de *Juniperus* aunque con una presencia todavía importante del pinar (20-25 %). Destaca, en esta fase, la presencia del tejo, ausente en las fases antracológicas anteriores. Finalmente, en la fase antracológica AP₁ asistimos al aumento de *Juniperus* a la vez que descienden gradualmente los valores del pinar (del 5 al 1 %). Aumentan, también, en esta fase los valores de

Pistacia, *Quercus perennifolios*, Fabaceae y Maloideae. La variación en los valores de las distintas coníferas representadas indica oscilaciones significativas en el régimen de precipitación a lo largo de la secuencia. Así, se registraría una mayor humedad en las fases AP₃ y AP₂ (llegando a un ombroclima sub-húmedo en AP₃), mientras que durante AP₄ y AP₁ se instalaría un ombroclima seco o semiárido. Esta variabilidad en las condiciones ombroclimáticas ha sido corroborada y ampliada mediante la generación de modelos predictivos climáticos (Vidal Matutano & Pardo Gordó 2020). Considerando el carácter breve y estacional de las ocupaciones paleolíticas que tuvieron lugar en El Abric del Pastor, esta fluctuación pinar-enebral/sabinar podría estar igualmente influenciada por el propio régimen de ocupación del yacimiento y el desarrollo de actividades de recolección de combustible en áreas de aprovisionamiento locales diferentes.

Más información

Vidal Matutano (2016), Vidal Matutano & Pardo Gordó (2020)



ABRIGO DE BUENDÍA

Cuenca del Tajo, Castejón, Cuenca
Pleistoceno final (18180-16180 cal BP)

El Abrigo de Buendía (Castejón, Cuenca) está ubicado en la región centro-este de Iberia ($40^{\circ} 23' N$, $2^{\circ} 46' O$; 710 m s.n.m.) Esta zona corresponde a la Depresión Intermedia (Cuenca cenozoica del Tajo), donde el valle principal es drenado por el río Guadiela. Alrededor del Abrigo, las terrazas detríticas forman una secuencia de ocho niveles entre +50-53 m y +4-5m sobre el canal Guadiela. No se dispone de datos cronométricos para las terrazas detríticas del río Guadiela, pero siguiendo el modelo desarrollado para el río Tajo (Pérez-González, 1994), terrazas entre +50-55 y +20 m corresponderían al Pleistoceno medio, aquellas

entre +12 y +7 m hasta el Pleistoceno superior, y el nivel en +4-5 m y llanura aluvial hasta el Holoceno.

El abrigo está desarrollado en una unidad detrítica Paleógeno-Neógeno, que consta de lutitas más blandas y cementada por canales de arenisca, que formaron el resistente saliente del refugio rocoso.

Se realizaron excavaciones durante siete temporadas de campo entre 2005 y 2010. Se estableció un sistema de coordenadas relativas con una estación total que utilizaba el interior del refugio rocoso como



Figura 1. Foto aérea del Abrigo de Buendía (Foto de I. de la Torre)

Tabla 1. Edades de radiocarbono disponibles para las unidades arqueológicas de Buendía. Calibración a 1s usando Oxcal 4.2 (Ramsey & Lee, 2013). Los números 1 y 18 son claramente incompatibles con dataciones previas. La nº 1 fecha la edad de la muerte del caparazón, y no el momento en que fue recolectado y transportado a Buendía. El nº 18 es un carboncillo moderno intrusivo en la unidad arqueológica parcialmente coluvial N31C. Las edades de radiocarbono de las muestras de hueso (núms. 19, 17, 6) son consistentemente menores que el carbón vegetal independientemente de su posición estratigráfica, y por lo tanto, las edades óseas de radiocarbono de Buendía deben tratarse con precaución. (Modificada de La Torre *et al.* 2015)

Nº	Ref. Lab.	Nivel	Muestra	Material	Años BP	Años cal. BP (Oxcal 4.2 años cal. BP)
1	OxA-28336	N1W	N1W-931	Concha	32.270±170	36.160±200
2	OxA-29341	N1W	N1W-2563	Carbón	13.240±55	15.920±100
3	OxA-28280	N2BW	N2BW-2402	Carbón	14.515±55	17.700±100
4	Beta-246578	N2CW	N2CW-880	Carbón	13.790±50	16.680±130
5	Beta-377746	N2CW	N2CW-7010	Carbón	14.500±50	17.680±100
6	OxA-28279	N3W	N3W-921	Hueso	13.410±55	16.130±100
7	OxA-28278	N4W	N4W-1239	Carbón	14.515±55	17.700±100
8	OxA-28277	N5W	N5W-74	Carbón	14.845±55	18.050±90
9	OxA-28276	N6W	N6W-87	Carbón	14.635±55	17.820±90
10	Beta-212776	N1C	N1C-401	Carbón	14.840±50	18.050±90
11	Beta-246579	N2C	N2C-143	Carbón	14.500±60	17.680±100
12	OxA-29342	N3C	N3C-105	Carbón	14.660±60	17.840±100
13	Beta-246580	N5C	N5C-123	Carbón	14.530±50	17.710±100
14	OxA-28275	N6C	N6C-65	Carbón	14.595±55	17.780±90
15	Beta-246581	N7C	N7C-244	Carbón	14.690±80	17.870±110
16	Beta-246582	N8C	N8C-113	Carbón	14.830±50	18.040±90
17	Beta-246577	N31C	N31C-884	Hueso	13.540±60	16.320±110
18	Beta-212777	N31C	N31C-150	Carbón	210±40	180±100
19	Beta-246576	N33C	N33C-7	Hueso	13.480±50	16.230±100
20	OxA-29343	N33C	N33C-25	Carbón	14.960±60	18.180±100

“Norte” (no geográfico) de la cuadrícula de excavación. Se distinguieron tres sectores (occidental, central y oriental) basados en la cuadrícula de coordenadas relativas. Las excavaciones fueron enfocadas en dos áreas, los sectores occidental y central.

Se enviaron veintiséis muestras de huesos, conchas y carbón para la datación por radiocarbono a Beta Analytic, Inc. (=8) y a la Unidad Aceleradora de Radiocarbono Oxford (ORAU) (=18), de las cuales ocho fueron descartadas debido a la baja o nula resolución. Se obtuvieron dieciocho nuevas fechas de radiocarbono de unidades arqueológicas que abarcan la mayor parte de la secuencia, incluida la parte inferior y superior de los depósitos. Los resultados de la datación se presentan en formato convencional años de radiocarbono y edades calibradas con OxCal 4.2 (Bronk Ramsey y Lee,

2013) (Tabla 1).

A excepción de los de la zona polínica (PZ) II.1, las 36 muestras analizadas muestran buena conservación de polen y diversidad taxonómica (Figs. 2 y 3). En conjunto, toda la secuencia de Buendía retrata un entorno abierto con escasos árboles. Los taxones herbáceos están dominados por compuestas (Asterorideae, Cichorioideae), seguidos de Amaranthaceae, Poaceae, *Plantago* y *Rumex*. *Pinus* es el más abundante entre los taxones arbóreos, seguido de *Quercus*, *Corylus*, *Betula* y *Salix*. Los arbustos también son escasos e incluyen solo Ericaceae y Rosaceae. Algunos taxones herbáceos (*Plantago* y *Rumex*) también están presentes. Además, la identificación de NPM coprófilos [*Sordaria* (T-55A), *Sporormiella* (T-113) y *Podospora* (T-368)] indica herbivoría por mamíferos en todos los depósitos.

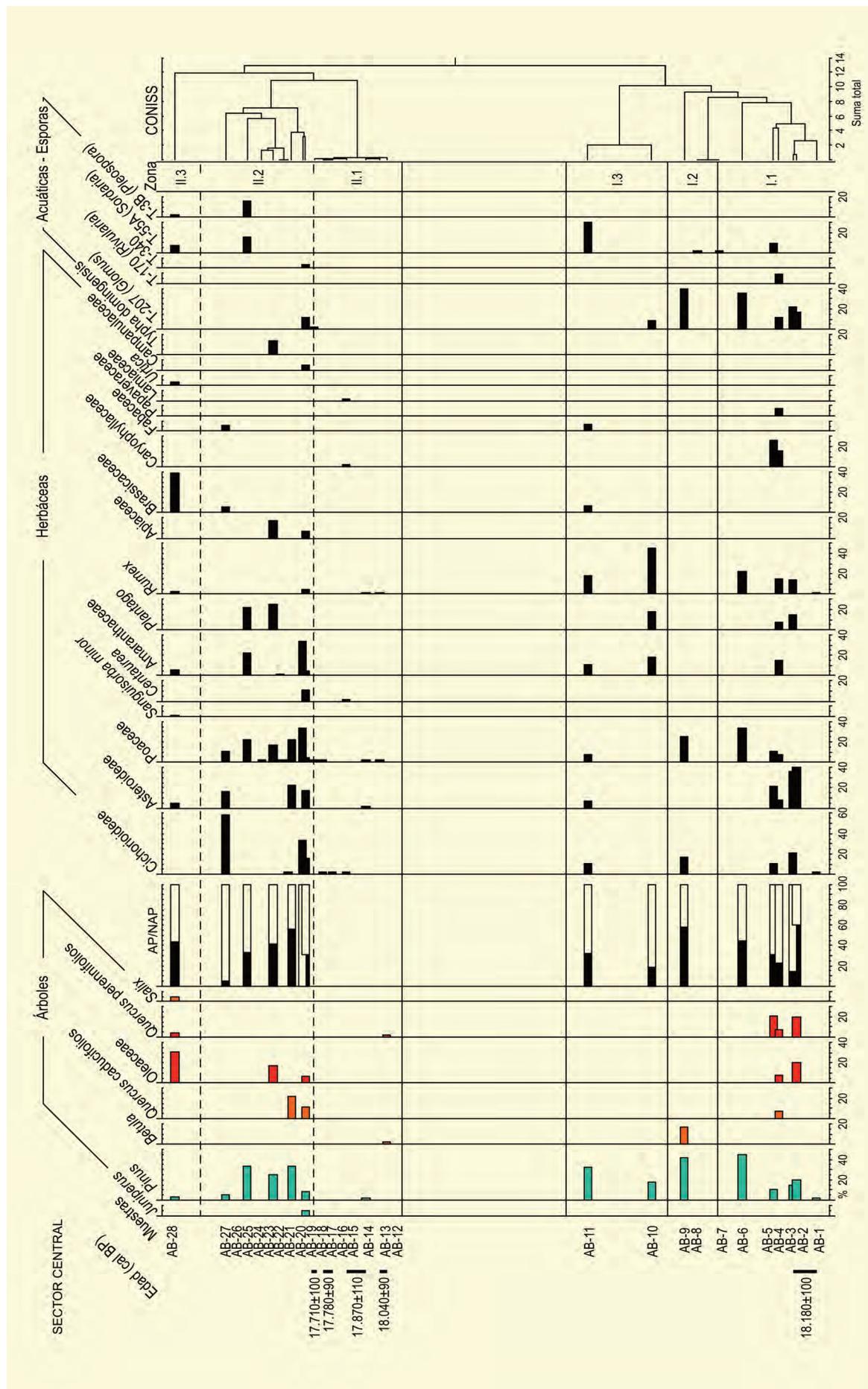


Figura 2. Diagrama detallado del Sector Central del Abrigo de Buendía. Redibujado de La Torre et al. (2015)

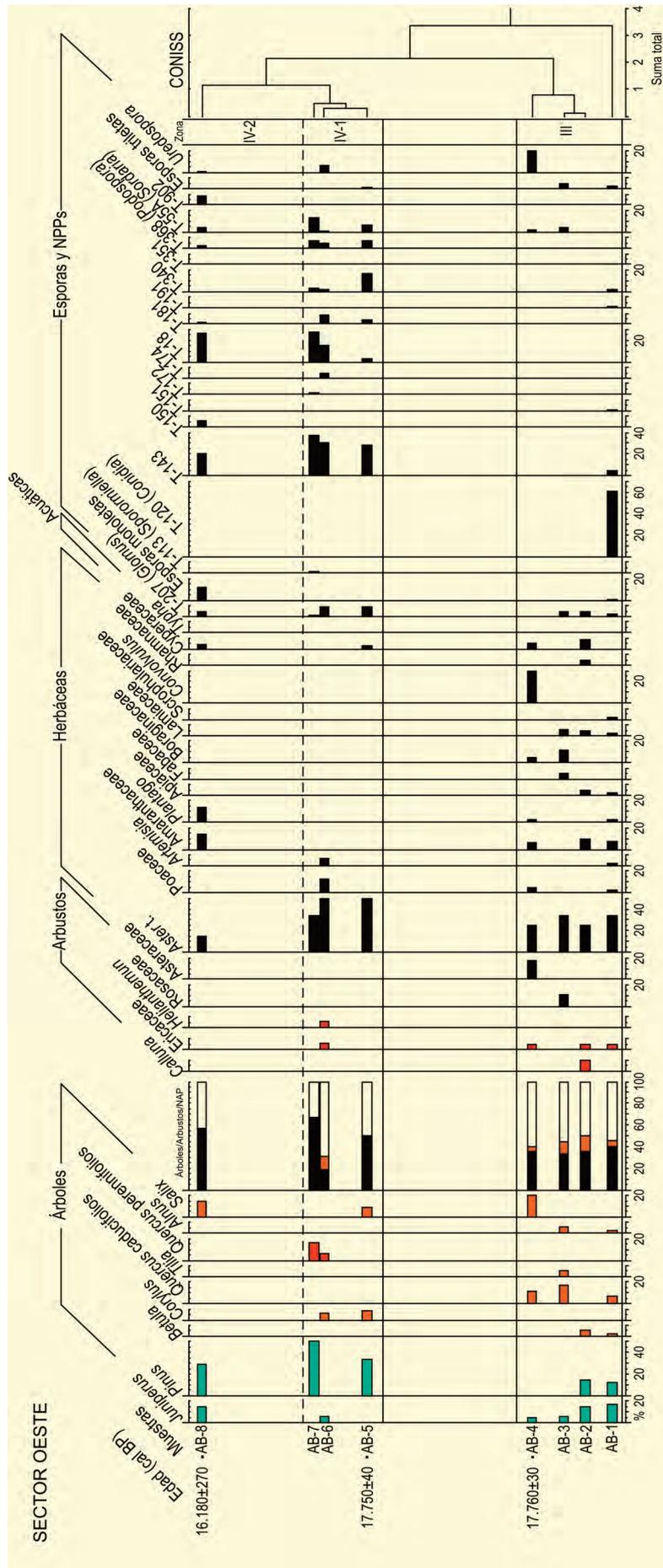


Figura 3. Diagrama detallado del Sector Oeste del Abrijo de Buendía. Redibujado de La Torre et al. (2015)

En general, PZ I corresponde a un paisaje abierto con una dispersión de *Pinus*, *Juniperus* y *Quercus* caducifolios y perennifolios. La parte inferior de la secuencia (PZ I) muestra fluctuaciones en el componente arbóreo (Fig. 2). Tales fluctuaciones van acompañadas de una disminución general de los elementos arbóreos (*Quercus* y *Pinus*) a favor de taxones herbáceos como Asteraceae (Asteroideae, Cichorioideae), Poaceae y Amaranthaceae. El polen no está bien conservado en PZ II.1, pero PZ II.2 indica una presencia más amplia de *Pinus*, reducción y eventual desaparición de *Quercus* caducifolios después de su inicial aumento paralelo al de Asteroideae, junto con la presencia de Poaceae. En conjunto, esta evidencia sugiere condiciones frías y secas para PZ I y PZ II.2. En la zona PZ II.3 se detecta un aumento del componente arbóreo, incluidas Oleaceae, *Salix* y *Quercus* perennifolios.

La parte superior de la secuencia palinológica (Sector Oeste) comienza con una continuación de las condiciones que se dieron en PZ II.3, es decir, clima más húmedo y cálido (Fig. 3). En la zona PZ III se observa un aumento de *Quercus* caducifolios y la presencia de taxones mesofíticos (*Tilia*, *Betula*), simultánea con la retirada de *Juniperus*. Esta pauta a la presencia de taxones ribereños (*Alnus* y *Salix*) y un aumento del componente arbustivo (particularmente Ericaceae), sugiere una fase más templada y húmeda para PZ III que PZ I y PZ II.2. Condiciones más frías y secas se evidencian en PZ IV.1, que muestra características similares a PZ II.2, aunque con un predominio más pronunciado de *Pinus* y taxones de estepa herbácea (Asteroideae, Poaceae), donde *Artemisia* domina y alcanza los valores más altos (40%) en la secuencia. La parte superior de la secuencia (PZ IV.2) está nuevamente caracterizada por condiciones templadas y más húmedas, con una tendencia decreciente de los taxones esteparios y la fuerte caída de *Artemisia*, lo que sugiere condiciones más húmedas, a pesar del dominio continuo de pinos y enebros.

La secuencia de polen de Buendía evidencia la existencia de diversos ecosistemas que incluían estepas, pastizales y, en menor extensión, áreas boscosas. La secuencia también se caracteriza por alta variabilidad palinológica como respuesta de la vegetación a las fluctuaciones de temperatura y humedad durante el MIS2 (Fletcher *et al.* 2010). Condiciones secas y frías en la

parte inferior de la secuencia (PZ I y PZ II.2) apoyan los datos disponibles del Pleniglacial tardío en regiones cercanas como la Sierra de Gredos (Palacios *et al.* 2011). La mejora climática posterior (PZ III) está dominada por árboles de hoja caduca con presencia de *Pinus*, lo que sugiere que condiciones más húmedas acompañaron un aumento de temperatura.

Una vuelta a condiciones secas y frías (PZ IV-1) puede estar correlacionado con el evento Heinrich 1 (H1), como se informa en otras secuencias ibéricas (González-Sampériz *et al.* 2010, Vegas *et al.* 2010), y la desaparición del roble y resiliencia de enebros y pinos. Los espectros de polen representan un clima fresco y árido, con expansión de taxones esteparios (especialmente *Artemisia*), mantenimiento de coníferas y baja presencia de taxones templados y arbustos mediterráneos. Los porcentajes relativamente altos de *Corylus* y *Quercus* perennifolios durante este intervalo de tiempo en Buendía no son consistentes con las condiciones climáticas áridas generales durante H1. Son interpretados tentativamente estos taxones como indicadores de áreas de refugio para árboles mesotermófilos de la región, asociados con mayor disponibilidad de agua a lo largo de los valles fluviales. El episodio más cálido y húmedo de PZ IV.2 podría corresponder al comienzo de la desglaciación.

Los indicadores paleoambientales apuntan consistentemente a un predominio de hábitats abiertos y semiabiertos alrededor de Buendía. A pesar del estrecho lapso de tiempo representado en la secuencia y de las limitaciones de muestreo y datos del registro, se observan varias oscilaciones paleoambientales, que señalan la considerable variabilidad climática que debieron experimentar los cazadores-recolectores magdalenenses. Hemos especulado que tales oscilaciones climáticas podrían haber desempeñado un papel en los ciclos ocupacionales, con la mayor parte de visitas humanas del yacimiento a 14,8-14,5 ka BP, coincidiendo con condiciones más suaves. Por el contrario, la pausa identificada cerca de la parte superior de la secuencia de Buendía podría potencialmente estar relacionado con la falta generalizada de ocupación de humanos en el interior de Iberia durante los períodos más duros de H1, después de lo cual la mejora climática condujo a la reocupación del refugio rocoso.

Independientemente del impacto de los cambios climáticos en la ciclicidad de las ocupaciones humanas, la estructura del registro indica que las visitas a Buendía fueron de corta duración y probablemente insertadas dentro de un patrón de alimentación altamente móvil. Este patrón de movilidad también está respaldado por la presencia de adornos de moluscos marinos, que evi-

dencian la existencia de contactos de larga distancia entre la costa y el interior, y señalan la complejidad de las redes de alimentación de los cazadores-recolectores magdalenenses del interior de Iberia.

Más información

de La Torre *et al.* (2015)

ABRIGO DE LA BOJA

Mula, Murcia

Pleistoceno superior (~31369-18572 años cal. BP)



El Abrigo de la Boja se encuentra en el lado norte de la rambla Perea ($38^{\circ} 04' 48''$ N, $01^{\circ} 29' 20''$ O, 400 m s.n.m.), que forma un valle bastante cerrado, desembocando en el río Mula (Mula, Murcia), cuando el valle se abre (Fig. 1). La rambla circula de NW hacia el SE formando meandros amplios. La ladera norte del valle tiene una estructura de cantil-talud. Se trata de calcarenitas del Mioceno superior en la zona superior y en la base, margas amarillas con niveles de fósiles marinos. A lo largo del valle, en la base del cantil se abren una serie de abrigos a lo largo del valle que, en este punto de la rambla, están a unos 400 m de altitud. La profundidad de los abrigos es variable, en los que

hay yacimientos arqueológicos suele ser del orden de 4-5 metros entre pared y visera. En la parte inferior de los abrigos hay una ladera estabilizada del Pleistoceno superior.

En la zona, dominan los materiales carbonatados: margas, calizas, molasas y dolomías. Estas rocas conforman distintos tipos de suelo, pero dominan los básicos y en muchas zonas se dan acusados fenómenos de salinización. La aridez es consecuencia de la topografía del SE de la Península Ibérica, ya que se encuentra al abrigo o a sotavento de las masas húmedas del Océano Atlántico. Además, la masa de aire tropical



Figura 1. Abrigo de la Boja al pie del cantil de calcarenitas en la rambla Perea (Mula, Murcia) (Foto: Ernestina Badal)

Tabla 1. Selección de dataciones radiocarbónicas del abrigo de la Boja, tomadas de las referencias indicadas

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Referencias
VERA-6080_av	OH4	15.351±33	18.353–18.790	Zilhão <i>et al.</i> (2017)
VERA-5788	OH5	16.580±70	19.844–20.271	Zilhão <i>et al.</i> (2017)
VERA-5364b	OH6	17.430±70	20.862–21.320	Zilhão <i>et al.</i> (2017)
VERA-6554	OH7a	19.140±80	22.911–23.253	Inédita
VERA-5365_av	OH7b	19.307±67	23.011–23.711	Zilhão <i>et al.</i> (2017)
VERA-6472	OH8	20.578±110	24.358–25.112	Inédita
VERA-5850	OH9	20.580±100	24.368–25.109	Zilhão <i>et al.</i> (2017)
VERA-5366_av	OH10	20.898±81	24.981–25.550	Zilhão <i>et al.</i> (2017)
VERA-6152	OH11a	20.754±105	24.627–25.221	Zilhão <i>et al.</i> (2017)
VERA-6474	OH11b	22.751±134	26.476–27.312	Inédita
VERA-5852	OH12a	23.530±150	27.356–27.895	Zilhão <i>et al.</i> (2017)
VERA-6639	OH12b	26.720±200	30.429–31.175	Inédita
VERA-5789	OH13	27.260±230	31.050–31.688	Zilhão <i>et al.</i> (2017)

continental que se desplaza hacia el norte, debido a su escaso recorrido marítimo sobre el Mediterráneo, conserva sus características de alta temperatura y sequedad e impacta severamente en el SE de la Península. Esta situación geográfica potencia una precipitación media anual de 368 mm y la temperatura media anual es de 16,2 °C. La disponibilidad hídrica, sin ser abun-

dante, es constante. En la actualidad hay una surgencia en el propio cantil de la rambla y en la cuenca alta se encuentra la fuente Caputa de carácter permanente.

La vegetación natural es una estepa cálida intramediterránea, donde el esparto (*Stipa tenacissima*), el albardín (*Lygeum spartum*), la boja (*Artemisia herba-alba*),

**Figura 2.** Paisaje de la rambla Perea con bosquetes de pino carrasco y estepas en la vertiente sur (Foto: Ernestina Badal)

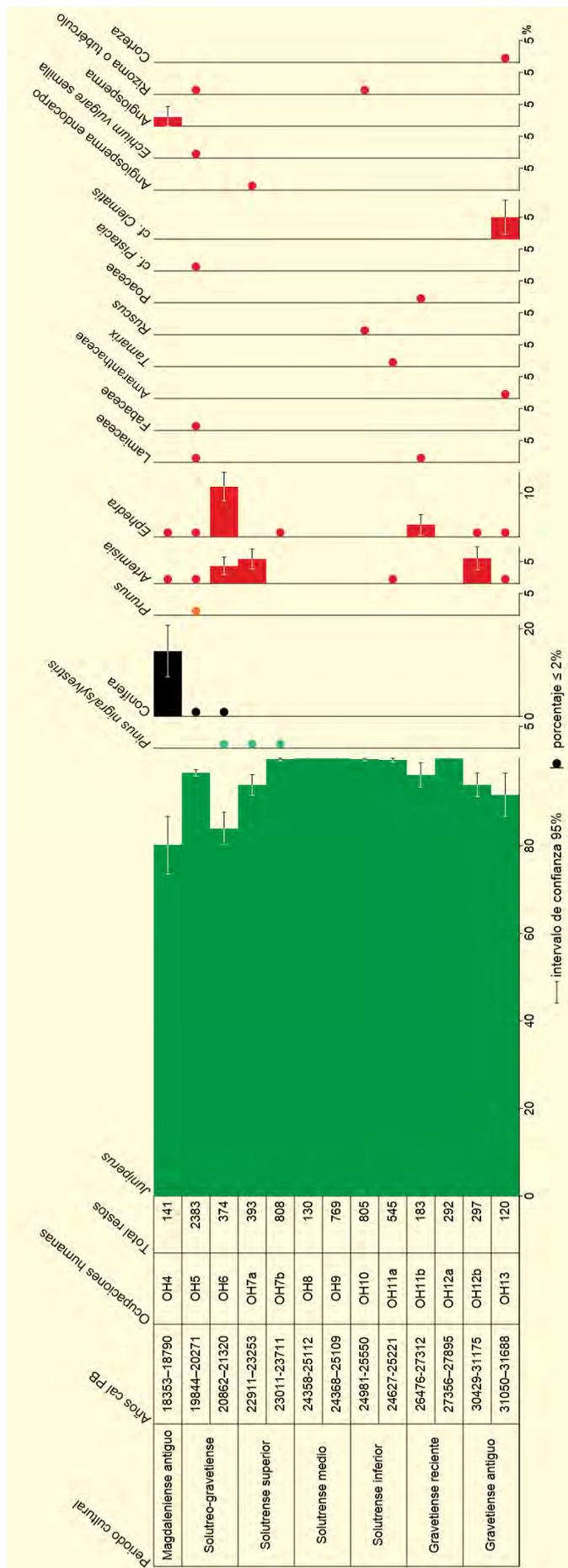


Figura 3. Diagrama antracológico del Abrijo de la Boja (Mula, Murcia). Redibujado de Badal et al. (2019)

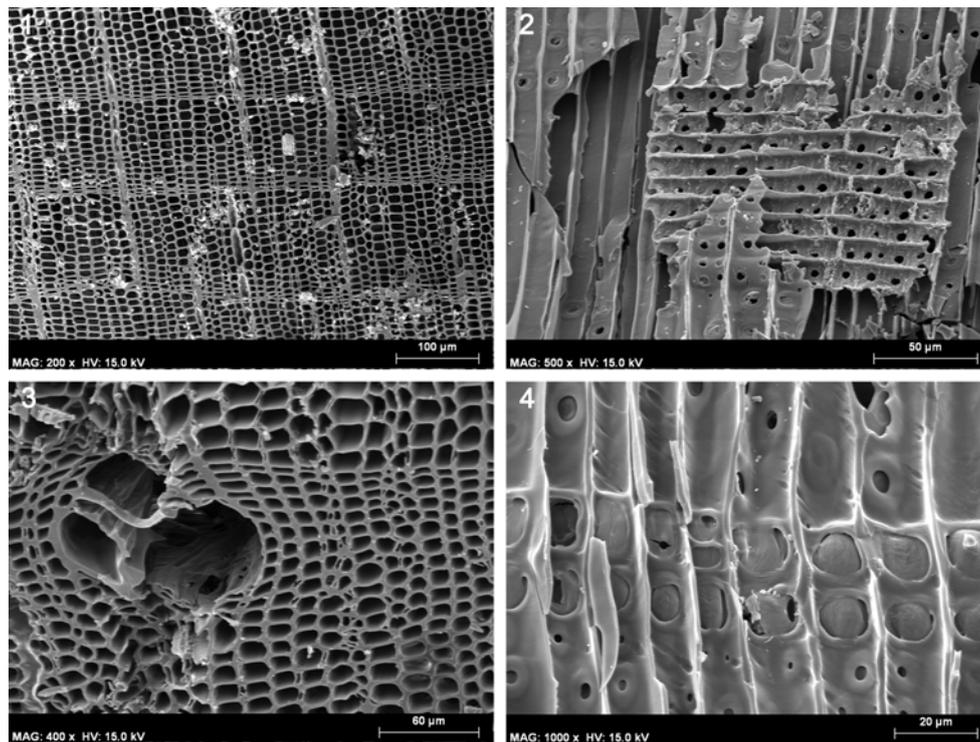


Figura 4. Restos carbonizados de coníferas del Abrigo de la Boja. *Juniperus* 1: corte transversal $\times 200$, 2: corte radial $\times 500$. *Pinus nigra-sylvestris*, 3: corte transversal $\times 400$, 4: corte radial $\times 1000$. Fotografías de E. Badal realizadas en microscopio electrónico de barrido

el belcho (*Ephedra distachya*) y otras plantas conforman las estepas dominantes. El estrato arbóreo consta de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y sabina negral (*Juniperus phoenicea*), los cuales se refugian en vaguadas y en umbrías (Fig. 2). En el fondo de la rambla hay adelfas (*Nerium oleander*), chopos, (*Populus alba*), taray (*Tamarix canariensis*) y alcaparrera (*Capparis spinosa*).

El abrigo tiene una secuencia arqueológica completa del Paleolítico superior con ocupaciones del Auriñaciense, Gravetiense, Solutrense y Magdaleniense. Además, hay niveles del Paleolítico medio. La serie de dataciones obtenidas en las ocupaciones permiten definir con gran precisión la secuencia crono-cultural del Paleolítico superior (Tabla 1) y de la transición medio-superior.

El depósito pleistoceno consta de dos estratos D y E, cuya estratigrafía arqueológica se define por las estructuras de combustión que evidencian las zonas de actividad alrededor de los hogares y la dispersión espacial de los artefactos. En base a esto se definen los Horizontes de Ocupación (OH) que pueden ser subdivididos cuando hay varios episodios de combustión superpuestos. También hay niveles intermedios (IL)

que son estériles o con muy pocos restos que no estaban *in situ*.

Los restos arqueobotánicos son muy abundantes en todos los OH, tanto en las estructuras de combustión como dispersos por la superficie habitada. Se ha realizado un muestreo de toda la secuencia. Hasta ahora, tenemos analizada una muestra significativa de carbón del Gravetiense antiguo (OH-13, OH-12b) y del Gravetiense reciente (OH-12a, OH-11b). El Solutrense está documentado en siete horizontes de ocupación subdivididos en Solutrense inferior (OH-11a, OH-10); Solutrense medio (OH-9, OH-8) y al Solutrense superior pertenecen los horizontes de ocupación OH7b y OH-7a. El Solutreo-gravetiense tiene dos ocupaciones bien definidas en los OH-6 y OH-5. Finalmente hemos analizado un horizonte de ocupación (OH-4) del Magdaleniense antiguo (Tabla 1).

En el conjunto de los Horizontes de Ocupación se han identificado 7239 restos vegetales carbonizados (Fig. 3) que proceden tanto de los carbones dispersos por los sedimentos como los asociados a estructuras de combustión. En todo caso, no hay diferencias significativas entre ambos conjuntos. Destaca la homo-

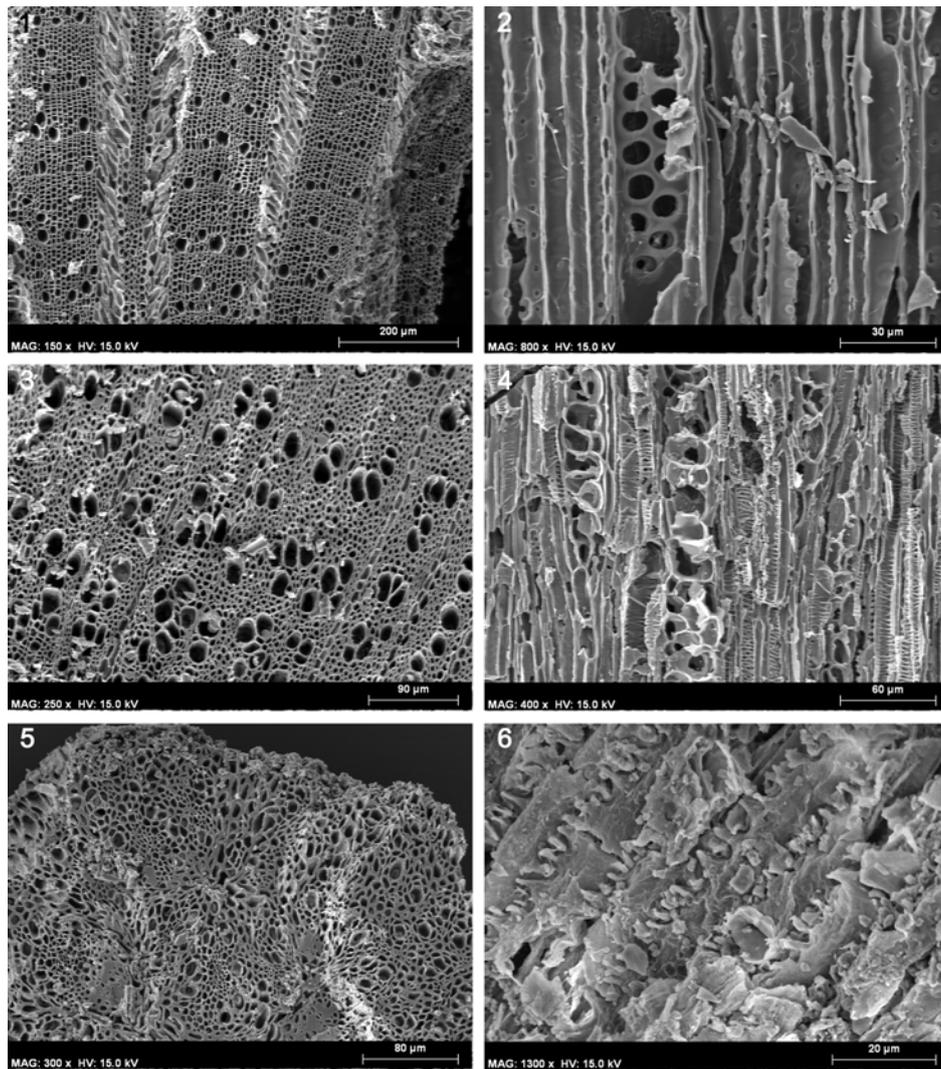


Figura 5. Restos carbonizados de angiospermas del Abrigo de la Boja. *Ephedra*, 1: corte transversal $\times 150$, 2: corte radial $\times 800$. *Artemisia*, 3: corte transversal $\times 250$, 4: corte tangencial $\times 400$. *Ruscus*, 5: corte transversal $\times 300$. Poaceae, 6: corte longitudinal $\times 1300$. Fotografías de E. Badal realizadas en microscopio electrónico de barrido

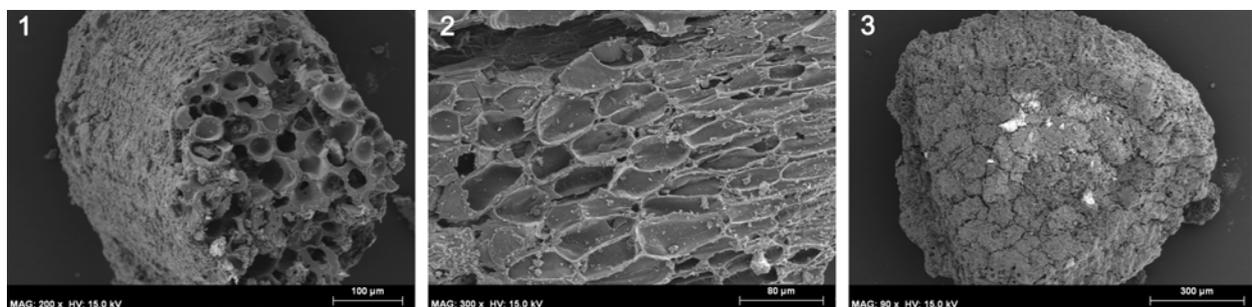


Figura 6. Restos carbonizados del Abrigo de la Boja. 1: tubérculo o rizoma $\times 200$. 2: tejido de parénquima $\times 300$. 3: fragmento de endocarpo $\times 90$. Fotografías de E. Badal realizadas en microscopio electrónico de barrido.

geneidad de la secuencia por la alta frecuencia de carbones de *Juniperus* en todos los horizontes, que alcanza incluso el 100% de los restos en varios del Solutrense. Con la anatomía de la madera no se

puede conocer las especies de *Juniperus* y no hemos encontrado semillas, que sí facilitan la identificación de la especie. Gracias a ellas, en la Cova de les Cendres se ha podido demostrar la convivencia de 5 especies

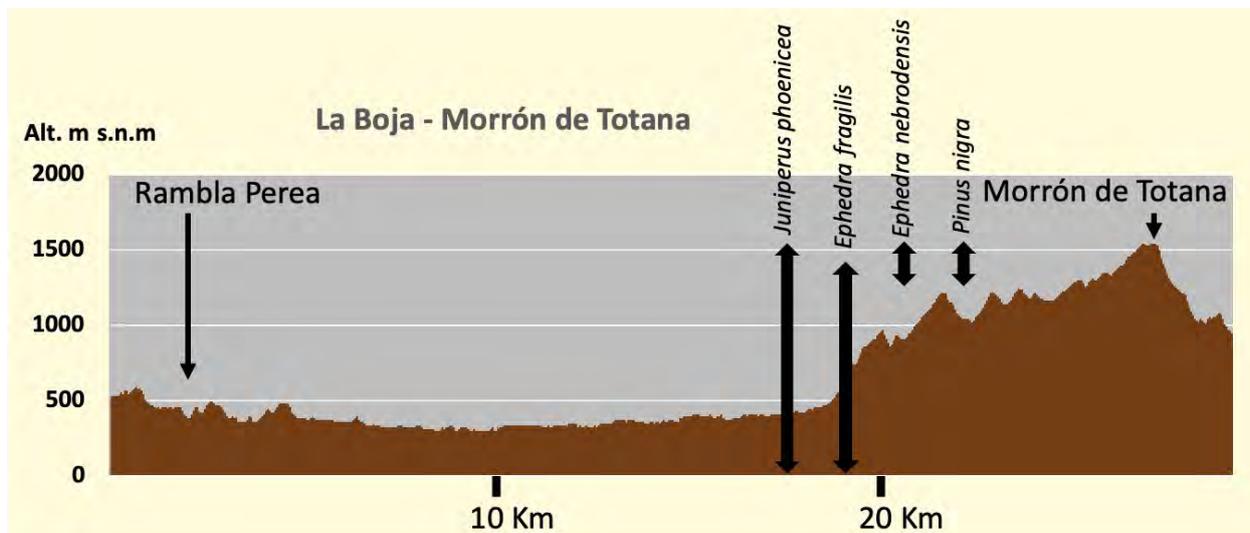


Figura 7. Sección topográfica en la que se muestra la vegetación paleolítica del Abrigo de la Boja (rambla Perea) en las cumbres de Sierra Espuña en la actualidad, por encima de los 1000 m

de *Juniperus* (*J. sabina*, *J. communis*, *J. oxycedrus*, *J. thurifera* y *J. phoenicea*) en niveles gravetienses y solutrenses. Todas las especies de *Juniperus* son heliófilas y frugales, viven en zonas de suelos pobres y descubiertos. Los pinos salgareños-albar (*Pinus nigra-sylvestris*) solo están en tres horizontes del Solutrense (OH-7b, OH-7a y OH-6) con frecuencias inferiores al 2% (Fig. 4).

La flora acompañante son plantas leñosas de ambiente estépico y seco: *Artemisia*, *Ephedra*, Fabaceae y Lamiaceae con muy baja frecuencia en todos los horizontes (Fig. 3 y 5). En el Solutreo-Gravetiense se ha identificado algún carbón de *Prunus*, un rizoma o tubérculo (Fig. 6) y cf. *Pistacia*. En lo que respecta a los elementos reproductivos de las plantas, solo se ha encontrado un fragmento de endocarpo de angiosperma en el OH-7a y una núcula de *Echium vulgare* en el OH-5 sin carbonizar. Estas semillas debido a su alto contenido en sílice se conservan fácilmente en los yacimientos arqueológicos.

En base a estos datos antracológicos, podemos plantear la hipótesis que los paisajes de la rambla Perea, durante el período entre 18000 y 31000 años cal BP, serían enebrales compuestos por varias especies. La presencia masiva de enebros, en todos los ho-

rizontes, junto a las leñosas estépicas y la ausencia de pinos, salvo en el Solutrense superior y Solutreo-gravetiense, indican unas condiciones semi-áridas (300-400 mm anuales de lluvia). La aridez es estructural en el SE de la península, pero durante el último ciclo glacial debió agravarse, ya que no hay pinares ni árboles frondosos. Es probable que las lluvias y las temperaturas fueran inferiores que las actuales en la zona.

El referente actual más próximo de la flora identificada en el Paleolítico del Abrigo de la Boja se encuentra en las cumbres de sierra Espuña, por encima de los 1000 m de altitud. En esa zona conviven *Juniperus phoenicea*, *Pinus nigra*, *Ephedra fragilis* y *Ephedra nebrodensis* (Fig. 7). Por tanto, podemos pensar que las condiciones ambientales durante el último ciclo glacial fueron similares a las que ahora se dan en las cumbres de las montañas del SE Ibérico, como la zona del Morrón de Totana. Los resultados de la Boja concuerdan completamente con los obtenidos en el abrigo de la Ratlla del Bubo (Crevillent, Alicante) para la misma cronología de Gravetiense.

Más información

Badal *et al.* (2019), Zilhão *et al.* (2017)

ABRIGO DE LA QUEBRADA

Chelva, Valencia

Pleistoceno superior (>82000-40500 años BP)



El Abrigo de la Quebrada (39° 48' 21" N; 1° 0' 43" O) se encuentra en la margen izquierda del Barranco de Ahillas (Chelva, Valencia), en una zona que se enmarca entre los ríos Tuéjar, Chelva y Turia, surcada por formaciones montañosas del Sistema Ibérico, entre ellas, los macizos de Javalambre y Sierra de Utiel (Fig. 1). El abrigo tiene unas dimensiones de unos 38 m de longitud por una profundidad entre 9 y los 2 m, con orientación noroeste, lo que, junto al encajamiento del barranco, hace que la insolación directa sea escasa.

El yacimiento se ubica a 728 m s.n.m., en el piso bioclimático mesomediterráneo, con una temperatura media anual de 14,2 °C, en un ombroclima seco (precipitación media anual de 475 mm). En el entorno del ya-

cimiento encontramos zonas de barranco, junto a áreas montañosas y espacios llanos, lo cual explica la diversidad de la vegetación. En el barranco crecen plantas de ribera, como *Nerium oleander*, *Salix*, *Juncus*, *Rosa* y *Ruscus aculeatus*, así como *Populus* y *Tamarix* en las zonas más amplias, junto a algunas plantas trepadoras como *Lonicera implexa*, *Rubia peregrina*, *Rubus* y *Hedera helix*. En los límites del barranco y en las zonas más soleadas encontramos especies típicamente mediterráneas, como *Pinus halepensis* y *P. pinaster*, *Quercus ilex* subsp. *ballota* y *Q. coccifera*, *Juniperus oxycedrus* y *J. phoenicea*, *Rosmarinus officinalis*, *Rhamnus alaternus*, *Cistus albidus* y *Ulex parviflorus*. El yacimiento presenta una dilatada secuencia de ocupación (y diversos momentos de desocupación) dividida en ocho niveles arqueológicos, en tres



Figura 1. Entorno del Barranco de Ahillas junto al Abrigo de la Quebrada (Foto: E. Badal)

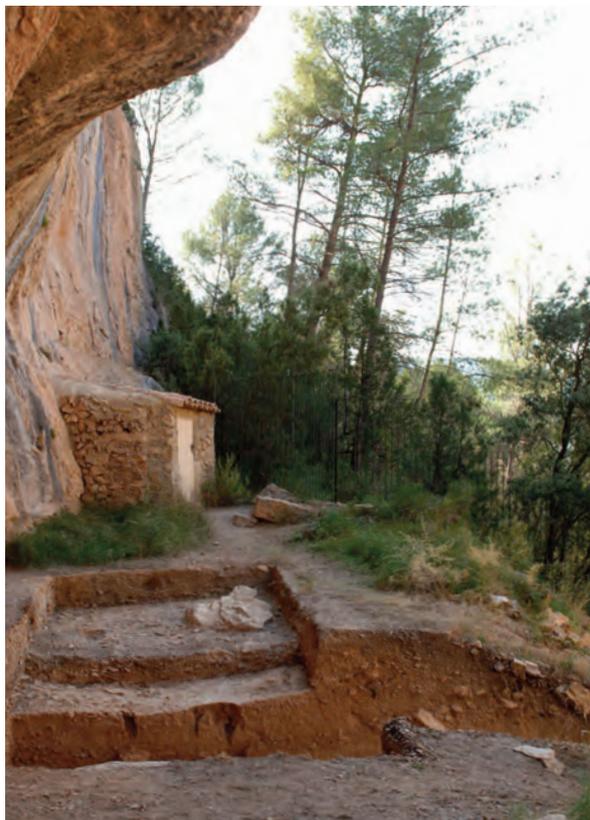


Figura 2. Vista del interior del Abrigo de la Quebrada y de la zona de excavación (Foto: A. Eixea)

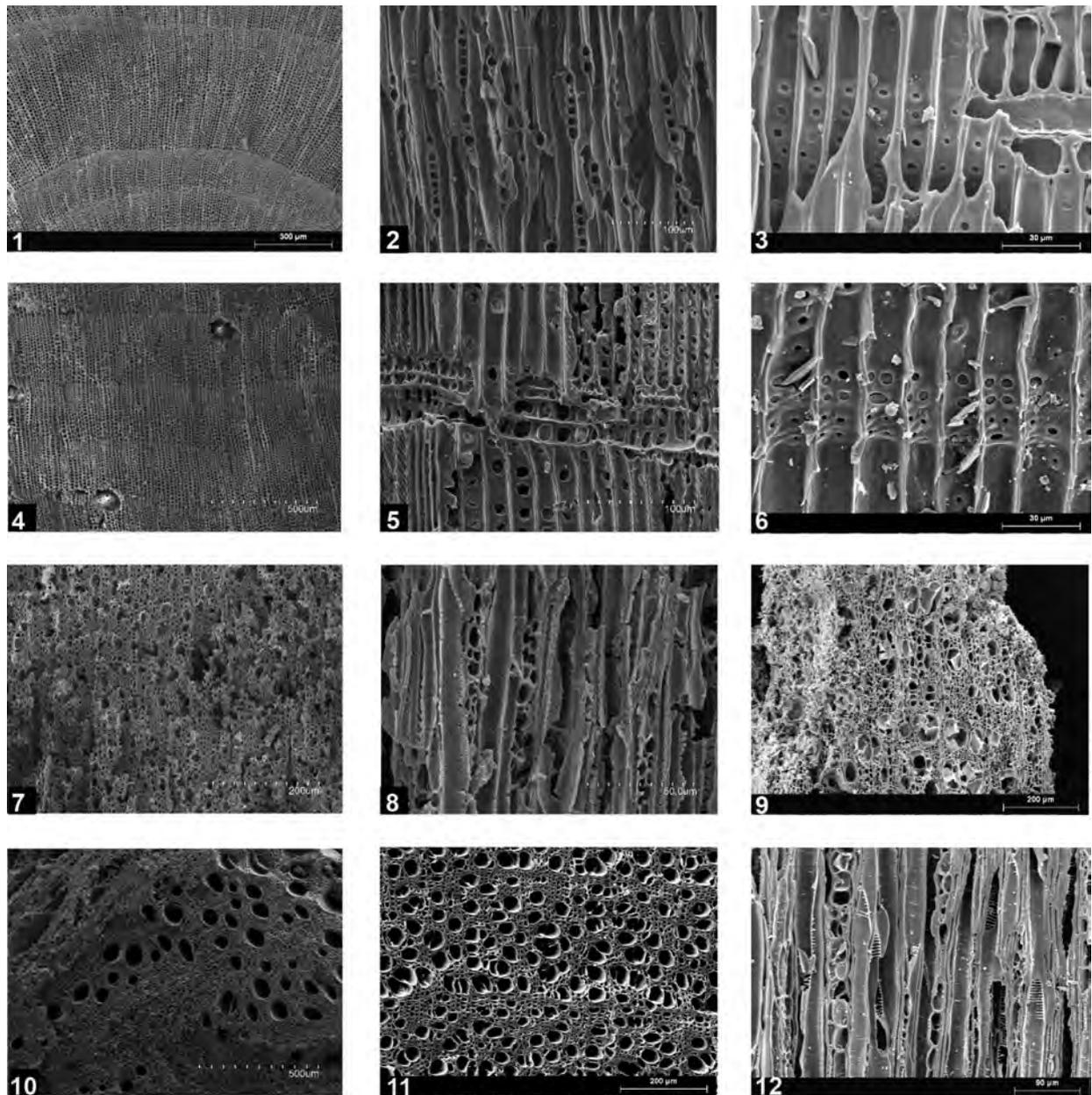


Figura 3. Fotografías en microscopio electrónico de algunos taxones identificados entre los restos leñosos. 1: *Juniperus*, corte transversal X90. 2: *Juniperus*, corte tangencial X300. 3: *Juniperus*, corte radial X900. 4: *Pinus nigra-sylvestris*, corte transversal X90. 5: *Pinus nigra-sylvestris*, corte radial X800. 6: *Pinus pinaster*, corte radial X900. 7: Ericaceae, corte transversal X200. 8: Ericaceae, corte tangencial X800. 9: *Pistacia*, corte transversal X130. 10: *Quercus perennifolia*, corte transversal X110. 11: *Viburnum*, corte transversal X150. 12: *Viburnum*, corte radial X350 Fotos: Y. Carrión Marco)

metros de potencia (Fig. 2). Las evidencias de ocupación humana, correspondientes al Musteriense regional, se sitúan para la parte inferior de la secuencia (niveles VII-VIII) en el MIS 5, mientras que para la superior (niveles II-V) se fecharían entre el MIS 5b y el inicio del MIS 3.

Entre los restos de madera carbonizada se han identificado los siguientes taxones vegetales (Figs. 3 y 5): *Ephedra*, Ericaceae, *Juniperus*, Monocotiledónea, *Pinus nigra-sylvestris*, *Pinus t. pinaster*, *Pinus*, cf. *Pistacia*, *Quer-*

cus perennifolia, *Quercus*, *Rosmarinus officinalis* y *Viburnum*. Otros fragmentos no pudieron identificarse más allá de los grupos de Angiosperma o Conífera, o quedaron dentro del grupo de Indeterminable. También se identificaron restos carpológicos de *Celtis* (Fig. 4a), posiblemente de Fabaceae y de otras angiospermas no identificadas. Este conjunto incluye especies arbóreas y de matorral, aunque porcentualmente, las primeras tienen un peso muy importante en el registro antracológico.

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas del Abrigo de la Quebrada. Modificado de Carrión-Marco *et al.* (2019)

Ref. Lab.	Material	Nivel	Capa	Cuadro	Método	Años BP	Referencias
Beta-244003	Carbón de <i>Pinus nigra-sylvestris</i>	III	5	B-5	C14 ABA	40500±530	Villaverde <i>et al.</i> 2008
OxA-24854	Carbón de <i>Pinus nigra-sylvestris</i>	III	7	G-3	C14 ABOx	>50800	Villaverde <i>et al.</i> 2008
Beta-244002	Carbón de <i>Pinus nigra-sylvestris</i>	IV	7	A-4	C14 ABA	43930±750	Villaverde <i>et al.</i> 2008
OxA-24855	Carbón de <i>Pinus nigra-sylvestris</i>	IV	7	G-3	C14 ABOx	>51600	Eixea <i>et al.</i> 2011-2012
OxA-25583	Carbón de <i>Pinus nigra-sylvestris</i>	V	11	G-3	C14 ABOx	>47100	Eixea <i>et al.</i> 2011-2012
C-L3898	-	VI	-	-	OSL	79000±500	Real <i>et al.</i> 2020
C-L3900	-	VI	-	-	OSL	82000±500	Real <i>et al.</i> 2020

Los taxones más representados son los pinos, de los que se han identificado, al menos, dos especies (Fig. 5): los más abundantes en toda la secuencia son del grupo del pino salgareño y otra del grupo del pino rodeno o marítimo. Actualmente, en el Sistema Ibérico, es frecuente la presencia de *P. nigra* acompañado de *P. pinaster* sobre rodales arenosos que afloran entre el substrato básico dominante. *Viburnum lantana*, que también podría estar presente en el carbón de Quebrada, es característico del substrato de estos pinares.

El taxón *Juniperus* ostenta porcentajes mucho más reducidos que los pinos. Este género engloba numerosas especies de enebros y sabinas de ecología diversa, aunque no es posible discriminarlas únicamente en base a la anatomía de su madera, sin presencia de otros órganos vegetativos. No se ha encontrado órganos re-

productores en el registro del Abrigo de la Quebrada, pero sí se han identificado dos tallos con hojas escuamiformes, que podrían corresponder a macrorrestos de *Juniperus sabina* o *J. phoenicea* (Fig. 4b). Se ha demostrado que diversas especies convivieron en franjas de media-alta montaña con clima riguroso y fuertes contrastes estacionales de temperatura. Junto a los pinos, conforman paisajes característicos, generalmente abiertos, aunque pueden ofrecer diversos grados de cobertura forestal. En amplias zonas del Sistema Ibérico es frecuente la asociación de *Pinus nigra* con *Juniperus thurifera*, *J. communis* o *J. sabina*.

Las especies acompañantes, arbustos y matas, son escasas en el registro carbonizado del Abrigo de la Quebrada. Destaca la presencia de las ericáceas que, aunque incluyen un amplio abanico de géneros y especies de diversa ecología, son, mayoritariamente, plantas he-

**Figura 4.** a: Semilla de *Celtis* mineralizada. b: hoja escuamiforme de *Juniperus* (Fotos: C.M. Martínez-Varea)

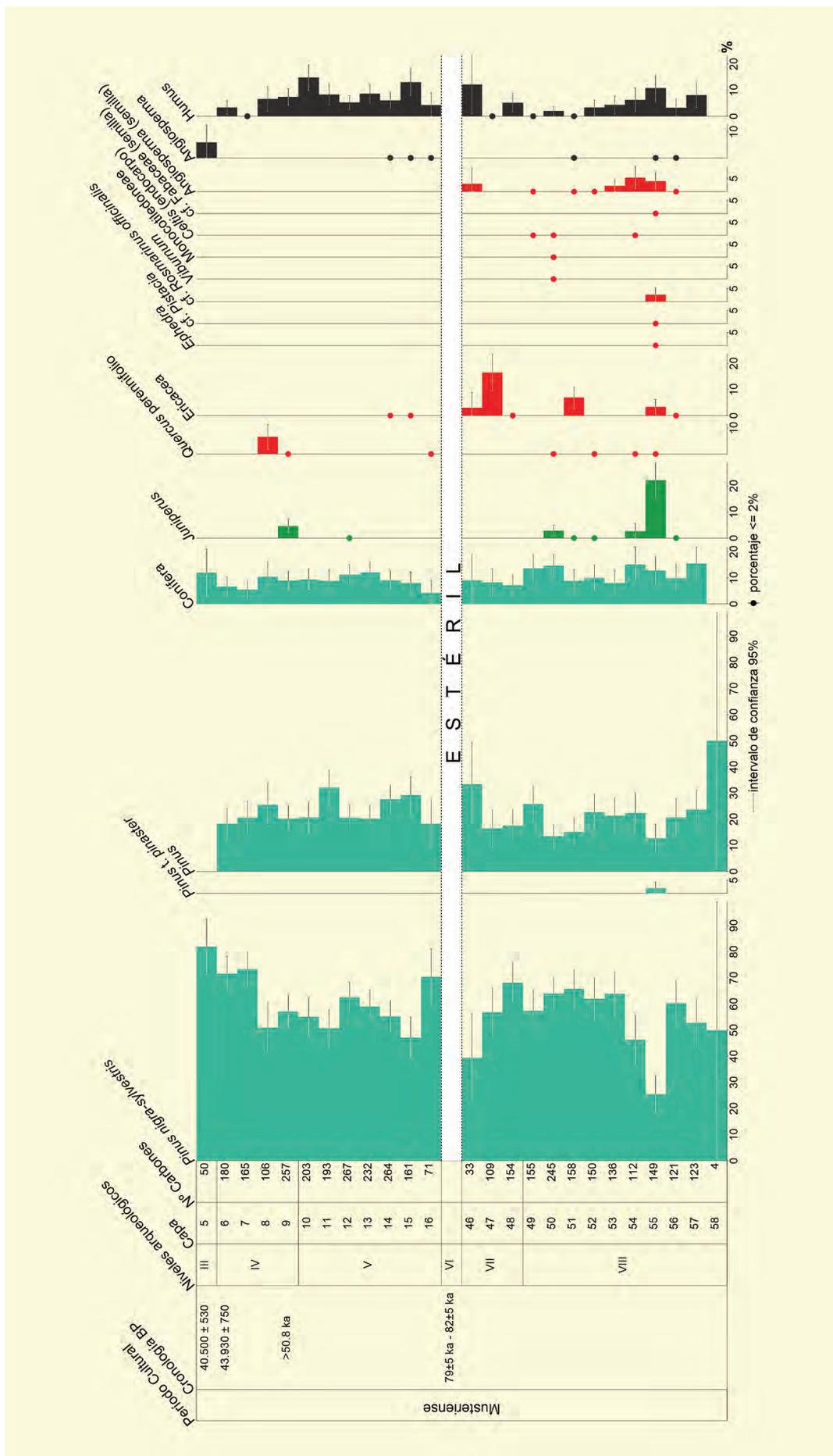


Figura 5. Diagrama de los macrorestos del Abrigo de la Quebrada. Redibujado de Carrión-Marco et al. (2019)

liófilas, que se podrían haber desarrollado en el seno de los bosques abiertos de coníferas propuestos arriba. Otros arbustos, como el romero o el belcho, se han identificado de forma muy ocasional en el carbón. Del mismo modo, la identificación esporádica de *Quercus perennifolia* remite a la presencia de carrascas o coscojas, que podrían desarrollarse en el seno del pinar o en lugares más favorables.

El conjunto de especies documentadas en el Abrigo de la Quebrada remite a la presencia de un paisaje de pinar abierto, de ambiente frío y probablemente de suelos empobrecidos o con escaso desarrollo edáfico, propio de periodos climáticos rigurosos. La alta frecuencia de pinos criófilos sugiere que estaban fácilmente disponibles en el área circundante para alimentar los hogares que se encuentran en todos los niveles de ocupación. En la actualidad, en el Sistema Ibérico, éstos se desarrollan por encima de los 1500 metros de altitud. Junto a estos pinos, *Juniperus phoenicea* y *J. sabina* pueden dar lugar a bosques más o menos abiertos en condiciones climáticas marcadamente continentales. También podrían estar presentes algunas carrascas y/o coscojas de forma más rara en el entorno del abrigo, o habrían sido explotadas como leña de forma muy excepcional por utilizar otras partes del árbol para otros menesteres. Los estratos más bajos de la vegetación están representados por alguna(s) espe-

cie (s) de brezo, dado el pequeño calibre de los carbones pertenecientes a este taxón, es probable que los neandertales utilizaran matas pequeñas para iniciar o reavivar los fuegos. Según estos resultados, el área de captación de recursos vegetales del Abrigo de la Quebrada habría estado bajo condiciones ambientales supramediterráneas secas o subhúmedas durante toda la secuencia, sin indicios de ocupación durante los episodios cálidos del interglacial MIS5.

Estos datos son coherentes con los escasos registros contemporáneos existentes en la región para el Paleolítico medio, que indican un predominio de coníferas y algunas angiospermas durante MIS 3, MIS 4 y parte final del MIS 5. La baja diversidad de arbustos y matas posiblemente indique la presencia de formaciones esteparias herbáceas abiertas, en línea con el registro de polen. Los eventos cálidos solo se documentaron en los niveles MIS5a de Cueva Antón, donde se identifican las especies termófilas y xéricas como *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, y *Olea europaea*.

Más información

Carrión-Marco *et al.* (2019), Martínez-Varea *et al.* (2019), Real *et al.* (2020)



ALFAIX

Río Aguas, Turre, Almería

Pleistoceno medio – Pleistoceno superior (169200-54700 años BP)

La secuencia de Alfaix ($37^{\circ} 08' 41''$ N, $01^{\circ} 56' 39''$ O; 105 m s.n.m.) forma parte del encaje del río Aguas (Almería) (Figs. 1 y 2) y está compuesta básicamente por tobas calcáreas (travertinos). La vegetación actual se corresponde con lo que se ha descrito como *Mayteno-Periplocetum angustifoliae* y *Chamaeropo-Rhamnetum lycioidis*, es decir, un matorral xerotérmico propio del sureste semiárido español. La precipitación anual media es de 250 mm y la temperatura media anual de 18°C , dándose una sequía estival muy notoria.

La palinología de esta secuencia nos da una idea episódica de la evolución de la vegetación durante los últimos 170 ka (Schulte *et al.* 2008). En general, los espectros polínicos indican el dominio de arbustos y plantas herbáceas, sugiriendo que el clima en esta región ha sido desfavorable para la formación de bosques durante buena parte del Pleistoceno.

Se observan cinco zonas polínicas principales (Fig. 3). La inferior, zona A1a, correspondiendo a la fase glacial OIS 6 del final del Pleistoceno medio, se caracteriza por una baja concentración polínica y escasez de árboles, dominando *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedra*, *Lygeum*

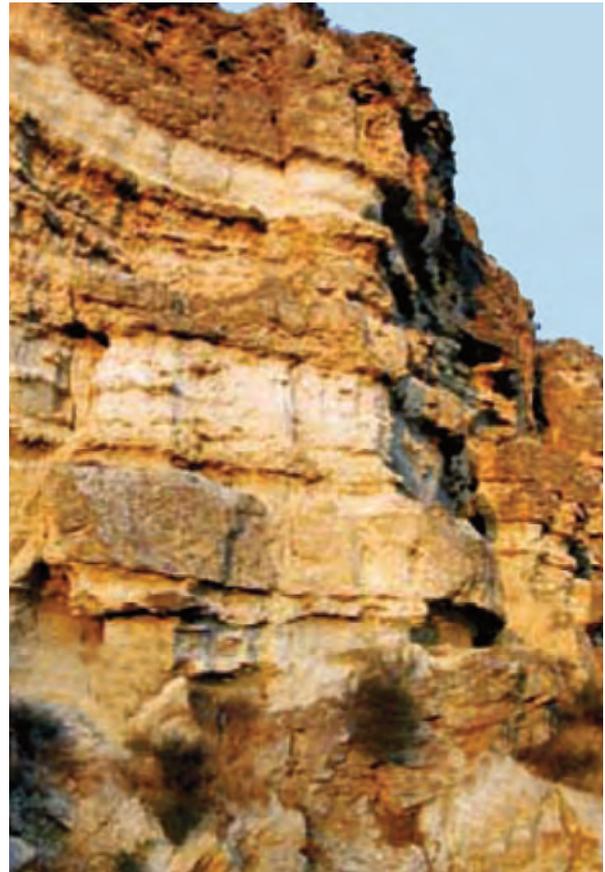


Figura 1. Detalle de las distintas facies que integran la secuencia de travertinos (Foto: L. Schulte)



Figura 2. Vista de la sección de travertinos analizados en Alfaix (Foto: L. Schulte)

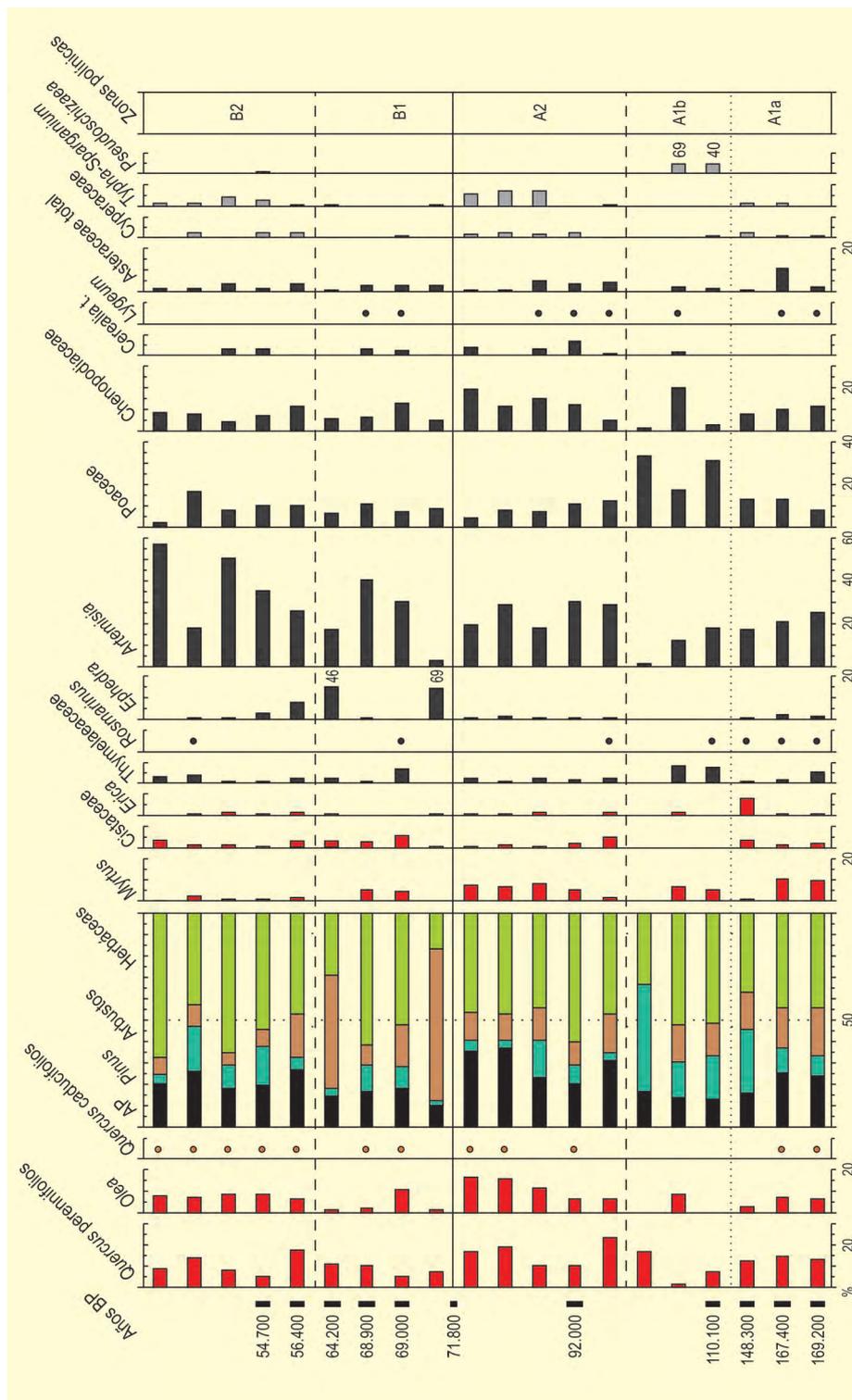


Figura 3. Diagrama polínico de los travertinos de Alfaix. Redibujado de Schulte et al. (2008)

y Asteraceae, entre otros. La zona A1b también se caracteriza por bajos porcentajes de AP y el incremento de Poaceae. *Pseudoschizaea* alcanza altos porcentajes, lo cual podría indicar una fase de escorrentía superficial y erosión local. Esta zona se correspondería con el su-

bestadio OIS 5d, fase de clima fresco del último interglacial.

La zona A2 corresponde a las últimas fases del OIS 5 y se caracteriza por un aumento en la masa ar-

Tabla 1. Dataciones por uranio-torio de la secuencia de Alfaix (Almería), realizadas en el Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera (CSIC, Barcelona)

Ref. Lab.	Muestra	Años BP
6197	Ag-620.2	54779 ± 1778
4396	Ag-481.2	56473 ± 1302
4296	Ag-481.3	64276 ± 1852
5997	Ag-620.5	68954 ± 1719
6097	Ag-620.4	69012 ± 2304
5897	Ag-620.9	71896 ± 1768
6397	Ag-620.10b	88730 ± 3954
6297	Ag-620.10a	94007 ± 4565
6697	Ag-481.10	148302 ± 8286
1597	Ag-481.8	167499 ± 6824
1697	Ag-481.9	169285 ± 8921

bórea, dominando *Quercus perennifolios* y *Olea-Phillyrea*, así como por la presencia de *Quercus* caducifolios y árboles de ribera. Estos rasgos se combinan con la permanencia de xerófitos (*Artemisia*, Chenopodiaceae y *Lygeum*).

Durante el Pleniglacial o fase isotópica OIS 4, la zona polínica B1 responde a un descenso de polen arbóreo y a la expansión de taxones arbustivos. El paisaje es un mosaico de tipo maquia que incluye estepas de

carácter mediterráneo. Finalmente, la zona B2, correspondiente ya al OIS 3, se caracteriza por bajos porcentajes de árboles y arbustos, junto con un incremento de *Artemisia*. Localmente, se produce un incremento de *Typha* y *Sparganium* que podría corresponder con el desarrollo de humedales en el área de captación polínica.

Más información

Schulte *et al.* (2008)



ALGARROBO

Mazarrón, Murcia
Pleistoceno final (~16400-13000 años cal BP)

La Cueva del Algarrobo (Figs. 1 y 3) es un pequeño abrigo rocoso de unos 3 m de anchura y unos 5 m de profundidad, situado a unos 9 km de la costa, en el paraje denominado Hoya de los Izquierdos, a unos 7 km al norte de la localidad de Mazarrón (Murcia) con unas coordenadas geográficas de 37° 38' 23" N, 01° 18' 01" O, una altitud de 200 m s.n.m. y orientación NE. Las estaciones más próximas recogen desde 303 mm (Fuente Álamo), hasta 213 mm (Puerto de Mazarrón) y 151 mm (Cabo Tiñoso) de precipitación anual. Las temperaturas medias oscilan entre 18,7 °C (Cabo Tiñoso) y 17,3 °C (Cartagena). La vegetación local viene

marcada por las asociaciones *Mayteno-Periplocetum angustifoliae* y *Chamaeropo-Rhamnetum lycioidis*.

Martínez-Andreu (1989) diferenció 4 niveles arqueológicos sobre un corte de unos 100 cm de profundidad, el único disponible para realizar los análisis polínicos (Fig. 2). El nivel I es un revuelto superficial con bioturbaciones y raicillas, presentando cerámicas y algunos raspadores. Este nivel I ha sido recientemente datado en 13293-13108 años cal BP (Román *et al.* 2020) y presenta una industria atribuible a un epimagdaleniense temprano. Los niveles II a IV se encuadran en el



Figura 1. Vista del paisaje exterior desde la entrada de la Cueva del Algarrobo (Foto: José S. Carrión)

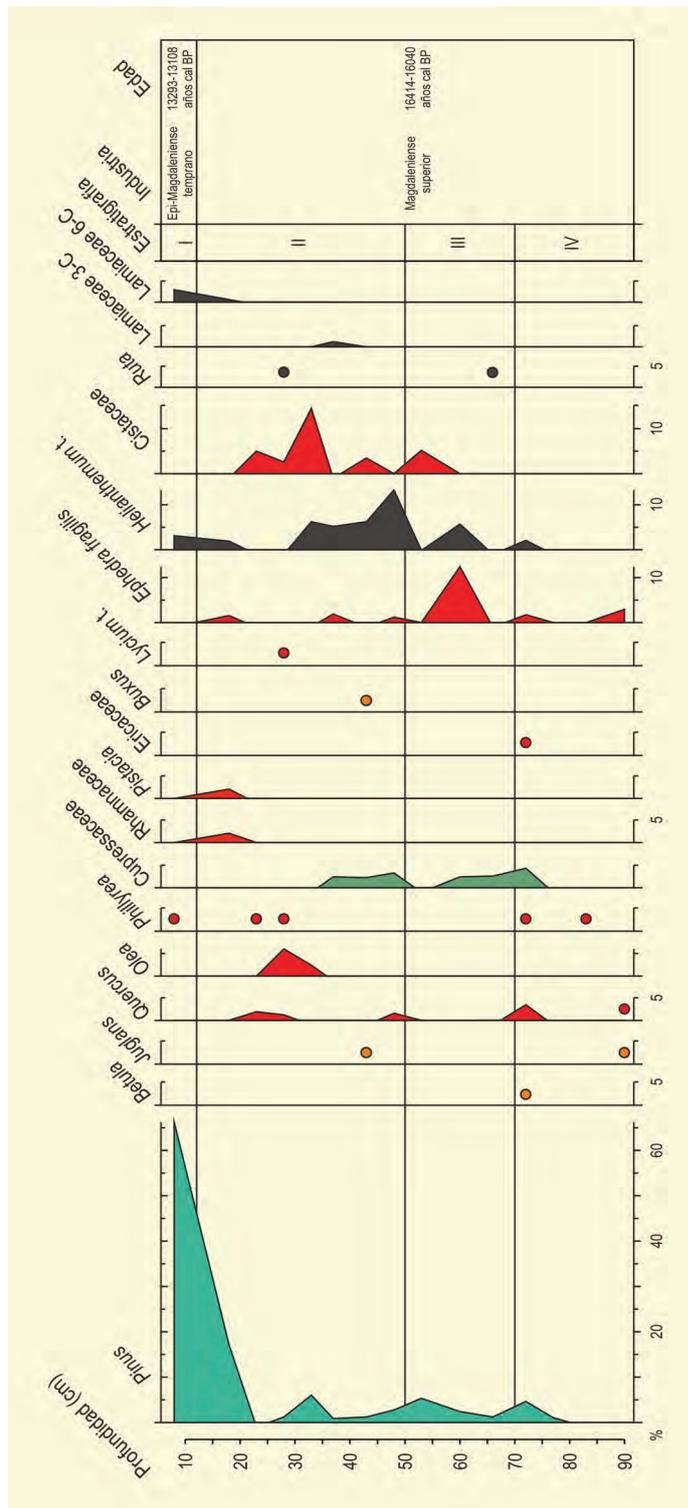


Figura 2. Diagrama polínico de la Cueva del Algarrobo. Redibujado de Munuera & Carrión (1991). Fechas Román et al. 2020.

Magdaleniense superior y han sido recientemente datados en 16414-16040 años cal BP (Román et al. 2020).

El diagrama polínico (Figs. 2) se muestra muy uniforme y apenas habría que resaltar el incremento de *Pinus* de la parte superior acompañado por un aumento

de la diversidad polínica, probablemente como consecuencia de una influencia reciente o actual. Los pólenes más abundantes son los de Asteraceae, Chenopodiaceae y *Artemisia*, siendo muy bajas las proporciones de los elementos arbóreos, incluyendo *Pinus*.

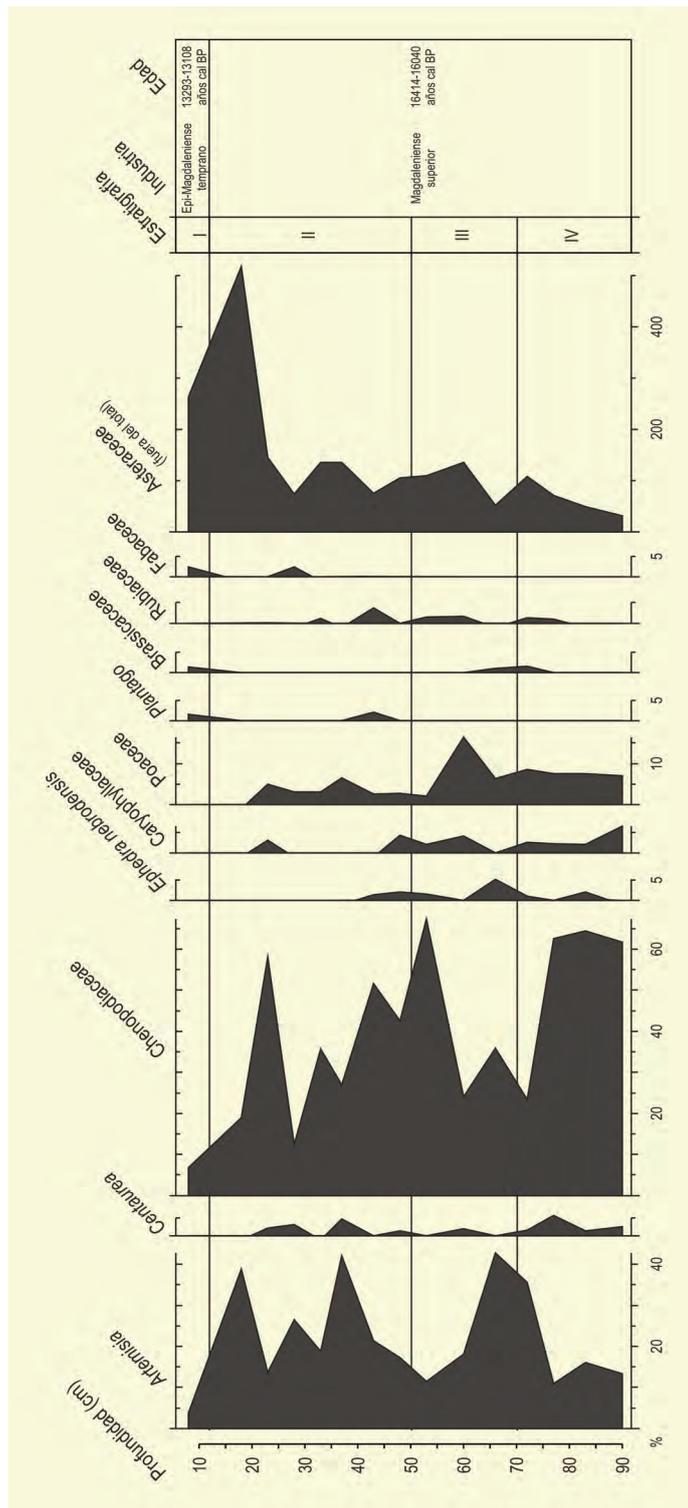


Figura 2. Continuación

La vegetación local no parece haber sufrido una variación importante respecto a la que se registra en el Tardiglacial. Es plausible que las condiciones litológicas locales hayan sido las de una aridez general con algunos focos donde ciertas especies podrían desarrollarse como freatófitos. Esto puede ser incluso válido para

Quercus rotundifolia y *Q. faginea*, como se deduce de su comportamiento actual en algunas ramblas y barrancos húmedos de la zona.

El registro de taxones mediterráneos y termófilos (*Quercus*, *Olea*, *Phillyrea*, *Lycium*, *Pistacia*, etc.) es es-



Figura 3. Entorno de la Cueva del Algarrobo (Foto: José S. Carrión)

caso pero continuo, lo cual sugiere su presencia en la zona, y no necesariamente de forma marginal, puesto que algunos de ellos presentan una capacidad dispersante bastante baja. En el mismo contexto, no deja de ser interesante la presencia de *Juglans regia* en el Tardiglacial del sureste peninsular, aún cuando los hallazgos se produzcan en frecuencias muy bajas.

Más información

Munuera & Carrión (1991), Munuera (1992)



ALTO DE LA ESPINA

Salas, Asturias

Pleistoceno final – Holoceno (12700 años cal BP – actualidad)

La turbera del Alto de la Espina (43° 22' 52" N, 06° 19' 38" O; 650 m s.n.m.) (Fig. 1) se localiza en el Concejo de Salas, en los valles interiores de la zona centro-occidental de Asturias, cercana a las poblaciones de Salas, La Espina y Tineo. Bajo un ombroclima húmedo, el territorio salense presenta una orografía montañosa y homogénea, perteneciendo a la unidad estructural herciniana del Antiforme del Narcea, constituida por cuarcitas y pizarras. Esta unidad se levantó en bloque por las fases tectónicas terciarias y después fue atacada por la erosión para configurar un sistema de serranías planas y poco elevadas (600-800

m). La vegetación actual contiene sobre todo *Quercus robur*, *Betula alba* y *Castanea sativa*. De las tres especies, tan sólo el castaño forma masas boscosas importantes en las laderas de umbría y vaguadas, a veces junto al roble. Los abedules son escasos y no forman masas importantes. El espacio natural de estas especies ha sido ocupado por plantaciones de *Pinus* y *Eucalyptus globulus*. Además, el uso de algunas laderas para el cultivo también ha ido en detrimento del bosque autóctono, ya que se han convertido progresivamente en erial de pasto. En las zonas bajas de las vegas fluviales abundan árboles característicos de estas



Figura 1. Vista de la turbera del Alto de la Espina con caballos pastando al fondo (Foto: José Antonio López-Sáez)

zonas, como lo son arces, fresnos, alisos, chopos y sauces. La zona del Alto de la Espina consiste en un complejo de numerosas turberas, cercanas a carbayedas con algunas hayas (*Fagus sylvatica*) dispersas. Entre las plantas que destacan en la turbera se encuentran musgos del género *Sphagnum*, brezos (*Calluna vulgaris*, *Erica mackaiana* y *E. tetralix*), y herbáceas como *Mentha rotundifolia*, *Dactylorhiza maculata*, *Digitalis purpurea*, *Polygonum amphibium* y diversas especies de *Scirpus* y *Festuca*.

El estudio de este registro ha sido realizado por López-Merino (2009) sobre un testigo de 215 cm de profundidad que se resolvió palinológicamente cada 1-2 cm, y con un control cronológico basado en 19 dataciones de radiocarbono (Tabla 1). Estas dataciones, junto con las características del sedimento del registro y los datos polínicos (Fig. 2), ponen de manifiesto varios aspectos: (a) que el registro sedimentario se inició al final del Tardiglacial, siendo el sedimento de características minerales y con poco contenido orgánico (215-199 cm), (b) que el proceso de formación de la turbera se inicia en fechas inmediatamente posteriores al evento 8200 años cal BP, por lo que existe un hiato sedimentario para el Holoceno inicial, y (c) que se produce un cambio en la velocidad de sedimentación en la parte holocena de la secuencia, ya que hasta 2040 años cal BP y posterior a 1600 años cal BP ésta es lenta, mientras que en ese intervalo (coincidente con el período romano) se produce un aumento en la velocidad. Por lo tanto, la secuencia del Alto de la Espina comienza durante el final del Tardiglacial, posee un hiato sedimentario para el Holoceno inicial y recoge el Holoceno medio y final. Además, la secuencia ha mostrado una gran diversidad de palinomorfos (19 arbóreos, 23 arbustivos, 37 herbáceos, 16 de plantas hidrohigrófilas y 47 microfósiles no polínicos) y López-Merino (2009) ha diferenciado cuatro zonas polínicas.

El inicio de la secuencia (TAE-1, 13000-11500 años cal BP) corresponde con un momento inmediatamente anterior al Holoceno caracterizado por ser un período en el que se produjo una pulsación fría. En esta zona los datos geoquímicos muestran un sedimento mineral, mientras que palinológicamente se define por tener los porcentajes arbóreos más bajos de toda la secuencia

(<30%). Entre el escaso componente arbóreo destaca *Pinus sylvestris*, aunque también aparecen elementos mesófilos como *Betula*, *Corylus* y *Quercus* caducifolios y, con bajísimos porcentajes pero con importancia para establecer refugios y mostrar el carácter autóctono de los mismos, *Castanea* y *Fagus*. De resaltar también es la presencia esporádica de *Quercus* perennifolio y *Pinus pinaster*. Las formaciones de herbáceas serían elementos fundamentales del paisaje, siendo Poaceae, Fabaceae, Cardueae, Scrophulariaceae, *Polygonum bistorta*, *Aster* y *Artemisia* los taxones más representativos.

Los datos geoquímicos muestran que en la transición entre las zonas TAE-1 y TAE-2 ocurre una rápida acumulación de materia orgánica que desencadenó la formación de una turbera, de nuevo, tras el evento 8200 años cal BP. Durante la zona polínica TAE-2 (8000-2760 años cal BP) se observa el desarrollo de bosques caducifolios. En TAE-2a (8000-7000 años cal BP) se observan los porcentajes arbóreos más elevados de toda la secuencia, siendo el taxón mayoritario *Quercus* caducifolio, aunque *Corylus* también es importante. En TAE-2a, ocurre un cambio en la transición entre esa subzona y TAE-2b (7000-2760 años cal BP), implicando una disminución de los porcentajes arbóreos y un cambio en la composición arbórea. El inicio de este cambio es sincrónico a la transición Mesolítico/Neolítico y, aunque los porcentajes arbóreos desciendan, no se puede hablar de un paisaje deforestado, aunque quizá sí de una transformación. Ésta se manifiesta en que la hegemonía del roble, mantenida durante el Mesolítico, pasa a ser compartida con el avellano desde la transición Mesolítico/Neolítico y en períodos posteriores. Además, es precisamente desde este momento cuando empiezan a detectarse los primeros indicadores antropogénicos. Estos indicadores son *Plantago* y hongos coprófilos (*Sordaria* y *Sporormiella*), que ponen de manifiesto el inicio de actividades pastoriles desde 7280 años cal BP (Neolítico inicial). Por el contrario, de actividades agrícolas no se tiene constancia hasta un milenio después (6000 años cal BP), durante el Neolítico medio, mediante la presencia esporádica de polen de cereal. Durante el resto de TAE-2b, correspondiente con el Calcolítico y la Edad del Bronce, la dinámica antrópica continúa siendo la misma establecida durante el Neolítico con puntuales actividades agrícolas y una mayor

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la turbera del Alto de la Espina (Asturias). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva IntCal04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 σ). Se ha descartado la datación más basal por no ser coherente con las tres posteriores y porque las características inorgánicas del sedimento junto con los datos palinológicos concuerdan más con la adscripción de los primeros centímetros del registro a momentos previos al Holoceno. López-Merino (2009)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BP	Método
Ua-34496	27	101.8 \pm 0.5 Pm	–	–	AMS
CNA090	41	1160 \pm 45	963–1223	1079	AMS
Ua-32077	50–51	1690 \pm 40	1524–1701	1598	AMS
Ua-34497	61–62	1615 \pm 35	1409–1596	1494	AMS
Ua-34498	70–71	1590 \pm 35	1400–1548	1470	AMS
Ua-34499	80–81	1695 \pm 30	1535–1694	1599	AMS
Ua-34500	87	1930 \pm 35	1814–1987	1879	AMS
Ua-32078	90–91	2320 \pm 40	2162–2460	2340	AMS
Ua-32239	101–102	2185 \pm 40	2066–2330	2223	AMS
Ua-32079	130–131	2705 \pm 40	2750–2873	2808	AMS
CNA184	140	3390 \pm 45	3482–3820	3636	AMS
CNA091	150	4165 \pm 45	4539–4837	4704	AMS
Ua-34501	154–155	3090 \pm 35	3218–3381	3313	AMS
CNA183	160	4610 \pm 40	5075–5467	5387	AMS
Ua-34502	171–172	6345 \pm 50	7169–7416	7281	AMS
Ua-34503	189–190	7170 \pm 55	7869–8158	7989	AMS
Ua-32080	198–199	7270 \pm 55	7979–8180	8091	AMS
CNA092	206	10.712 \pm 52	12674–12843	12777	AMS
Ua-32240	213–214	9370 \pm 70	10299–10769	10593	AMS

importancia de las ganaderas. La cobertura arbórea sigue siendo similar, aunque desde la Edad del Bronce se detecta una mayor importancia de las formaciones arbustivas de ericáceas.

Los datos geoquímicos en TAE-3 (2760-2040 años cal BP) muestran una perturbación de la turbera, que recibe una elevada carga de materia mineral procedente de la erosión de los suelos del entorno, probablemente debido a actividades antrópicas, aunque sin descartar algún efecto del clima como pudiera ser el del evento 2800 años cal BP, asociado a una elevada pluviosidad, y que podría haber potenciado los efectos erosivos. Los datos palinológicos apoyan un mayor impacto humano desde el inicio de esta fase. Esta mayor intervención humana se manifiesta de cuatro maneras: (a) los porcentajes de cereal se hacen constantes, indicando la instalación de cultivos permanentes, (b) sigue apareciendo *Plantago* como indicador de presión pastoral y, además, aumentan los porcentajes de *Sordaria*

y *Sporormiella*, (c) la matorralización iniciada durante la Edad del Bronce continúa, las presencias de *Castanea* y *Fagus* se hacen más recurrentes y, además, aparece *Juglans* por primera vez, y (d) la elevada carga mineral detectada sería resultado de una erosión que podría estar relacionada con la instalación de cultivos en las cercanías de la turbera y, además, el factor de enriquecimiento en plomo muestra una pequeña anomalía a comienzos del Hierro que podría estar relacionada con actividades metalúrgicas.

La última zona del diagrama es TAE-4 (2040 años cal BP – actualidad), se ha dividido en dos subzonas. La subzona TAE-4a sugiere una recuperación de la estructura y función de la turbera hacia un sistema menos sensible a las perturbaciones en la cuenca. La rápida progresión en la incorporación de materia orgánica, en la transición entre TAE-3 y TAE-4, también indica un cambio abrupto en las condiciones evolutivas de la turbera. Para que tenga lugar una acumulación tan rápida

y tan extensa de turba es necesario que el medio tenga condiciones que impidan la mineralización de los restos vegetales: esto puede deberse a una anoxia ligada al encharcamiento. Dados los múltiples indicadores de tal hecho detectados entre las plantas hidrohigrófilas y los microfósiles no polínicos, podría incluso haber habido algún tipo de transformación humana que favoreciese ese encharcamiento. El hecho de que esta zona se conozca como una zona minera muy activa en época romana, en la que se tiene constancia de un gran número de yacimientos mineros, hace plantearse la hipótesis de que la misma turbera pudiera haber sido utilizada como depósito de agua de las canalizaciones que se usaban en las labores de extracción. Además, se han documentado, entre las cuencas fluviales de los ríos Narcea y Pigüña, restos de una compleja infraestructura hidráulica con un canal de agua del cual parten ramales secundarios que se alimentan de agua de la sierra. Esta hipótesis también se apoya en el hecho de que, en cronología romana, se disparan las representaciones de plantas hidrohigrófilas y de microfósiles no polínicos indicadores de una mayor presencia de agua en el seno de la turbera. Cyperaceae, *Myriophyllum verticillatum*, Potamogetonaceae, Ranunculaceae y *Typha angustifolia* aumentan sus porcentajes de manera muy notable, al igual que varios microfósiles no polínicos como el Tipo 8B, *Gyratix hermaphroditus* y *Pediastrum*. El Tipo 8B es un microfósil del que no se conoce muy bien el origen, pero que se relaciona con las esporas de algún hongo (puede que afín a *Microthyrium*) que vive como parásito en plantas palustres, especialmente sobre *Eriophorum vaginatum* (van Geel 1978). En el mismo sentido podemos interpretar la presencia de *Gyratix hermaphroditus* (oocitos de *Turbellaria*), que indicaría la presencia de agua dulce y condiciones eutróficas, al igual que *Pediastrum*.

Apoyando la hipótesis de que las labores mineras afectaron a la turbera, se encuentran las anomalías en la curva del factor de enriquecimiento en plomo entre 85 y 51 cm de profundidad. Estos valores son altos y poseen una característica excepcional, ya que se registran distintas fases de contaminación bien delimitadas que deben de corresponderse con fases locales de metalurgia. El hecho de que las zonas mineras fueran explotadas por los romanos debió de haber concentrado las poblaciones en ellas y esto se manifiesta en los altos porcentajes que alcanza Cerealia en cronología romana

(TAE-4a). Debió de cultivarse en el entorno inmediato de la turbera e intensamente, ya que los porcentajes cercanos al 17% que llegan a alcanzar los cereales son muy altos, afectando mayoritariamente a la deforestación del roble y del avellano de los bosques circundantes. Los porcentajes de *Castanea* ya se presentan en una curva continua, hecho que podría hablar de su cultivo en época Romana, al igual que la mayor representación de *Juglans*. Esta mayor antropización también queda reflejada en la intensidad de las prácticas ganaderas que existían hasta el momento. Este aumento se manifiesta con la ocurrencia de los indicadores antrópicos citados para la Edad del Hierro y en la aparición de nuevos como *Urtica*. Igualmente ocurre con los tipos coprófilos, a los que se une ahora *Podospora*. Este aumento de los espacios abiertos sería el responsable de la expansión inducida por antropización del hayedo en la zona. Es en época Romana también cuando parece que las formaciones de quercíneas perennifolias, junto con *Arbutus*, tienen una mayor representación, quizás como resultado del aumento de las temperaturas durante el Período Cálido Romano. El fin del período romano está marcado por la deposición de un fino nivel mineral en los 51-49 cm. Esta fina capa se deposita tras el último pico de enriquecimiento en plomo. Este hecho podría ser el resultado de una fase de abandono del área.

La subzona TAE-4b corresponde más o menos a los últimos 1500 años, y es desde entonces cuando el impacto sobre el paisaje empezará a modelarlo en lo que conocemos hoy día. La importancia de castaños y nogales se acentúa, y es que el final de la actividad minera no supuso una vuelta atrás en las dinámicas antrópicas sobre la vegetación; todo lo contrario, ya que se constata la mayor importancia de estos dos taxones. En cambio, la actividad cerealística, si bien no desaparece, se modera, dejando paso a una mayor importancia del pastoreo en la zona cercana a la turbera. Esta mayor importancia ganadera, de nuevo, se constata con la aparición de algunos de los taxones asociados a esta actividad ya documentados en cronología romana, pero con mayores porcentajes. Además, los hongos coprófilos continúan apareciendo y con representaciones más altas y crecientes. A este elenco de coprófilos pasa a unirse un cuarto, *Cercophora*, que vendría a ratificar el hecho de que la ganadería en las cercanías de la turbera adquirió gran importancia desde la Edad Media. Junto

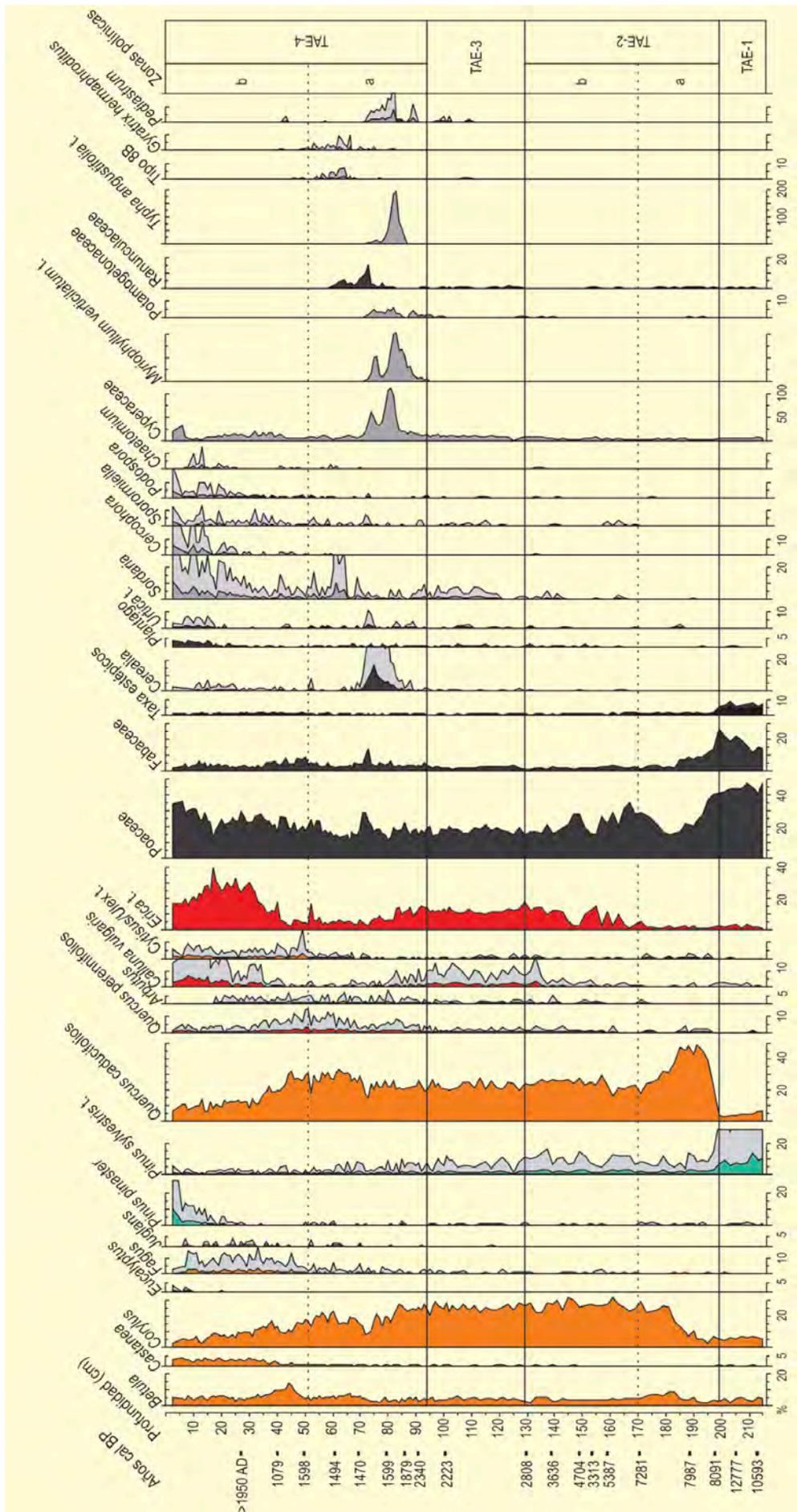


Figura 2. Diagrama polínico simético de la turbera del Alto de la Espina (modificado de López-Merino 2009). La columna de taxones estériles es la suma de *Artemisia*, *Aster*, *Cardueae*, *Polygonum bistorta* y *Scrophulariaceae*. Nótese que la escala de algunas hidrógráficas es diferente

con esta mayor presión pastoral, siguen aumentando los porcentajes de *Fagus*. Pero, aunque se incrementan los porcentajes de este taxón arbóreo, en general, los porcentajes arbóreos disminuyen progresivamente. Se produce, además, una matorralización, con el brezal tojal siendo dominante (*Erica*, *Calluna vulgaris* y *Cytisus/Ulex* t.). Al final del diagrama se identifica un aumento constante de los porcentajes de *Pinus pinaster* y la aparición de *Eucalyptus*. Ambos estarían relacionados con cultivos forestales y con la documentación de ascosporas de *Chaetomium*, hongo carbonícola. El uso del fuego para abrir los espacios, junto con la matorra-

lización, el cultivo de especies forestales y las prácticas ganaderas son los desencadenantes del paisaje que vemos hoy día en el entorno del Alto de la Espina. Finalmente, el factor de enriquecimiento en plomo muestra un aumento creciente de sus valores en la zona superior de la secuencia, que se relaciona con la creciente contaminación atmosférica asociada desde la revolución industrial hasta nuestros días.

Más información

López-Merino (2009), López-Merino *et al.* (2011a), Martínez-Cortizas *et al.* (2013)



AMALDA

Valle de Alzolaras, Zestoa, Guipúzcoa
Pleistoceno superior – Holoceno

El yacimiento de la Cueva de Amalda (Zestoa, Guipúzcoa; Fig. 1) se localiza en la cuenca del río Urola, a 110 m sobre el fondo del escarpado valle de Alzolaras y a 205 m s.n.m. ($43^{\circ} 14' 06''$ N, $02^{\circ} 13' 38''$ O). Está orientada al este y presenta una profundidad máxima de 50 m. Tras extrapolar los datos de las estaciones meteorológicas más próximas (Eibar e Igueldo) se puede concluir que el yacimiento se encuadra dentro del piso bioclimático colino con un ombroclima hiperhúmedo. La vegetación actual está formada por bosques mixtos de robles, fresnos, castaños, olmos, arces, hayas e incluso tilos. En las zonas con suelos más pobres encontramos robles y abedules o formaciones de *Quercus pyrenaica*.

En la estratigrafía arqueológica de Amalda se distinguen trece niveles, los tres primeros se sitúan en el Holoceno y se relacionan con industrias calcolítica (nivel III) y tardorromana (nivel II); el resto pertenecen al Pleistoceno superior. En estos últimos, salvo para los

niveles XIII a VIII, también se han hallado restos arqueológicos, que permiten establecer la siguiente secuencia: Musteriense Perigordiense V-Perigordiense evolucionado-Solutrense superior. Esta secuencia incluye importantes hiatos estratigráficos como los que se dan entre los niveles IV y III, y el del nivel VII. En relación a los datos palinológicos (Fig. 2) (Dupré 1988a, 1990) los niveles inferiores resultaron estériles (XIII a VIII) o muy pobres en polen (VII) por lo que no tenemos mucha información al respecto. El diagrama polínico pone de relieve la existencia de 6 períodos principales. El primero de ellos se correspondería con los niveles inferiores donde se observa una baja diversidad de taxones, probablemente debido a la mala preservación del polen. Aquí destacarían *Pinus* y las esporas de helechos.

El segundo período se caracteriza por un bajo porcentaje de polen arbóreo donde el principal protagonista sería el pino, en ocasiones acompañado por



Figura 1. Vista panorámica de las sierras guipuzcoanas desde el Erlo (Azpeitia), en las proximidades de Zestoa (Foto: S. Fernández)

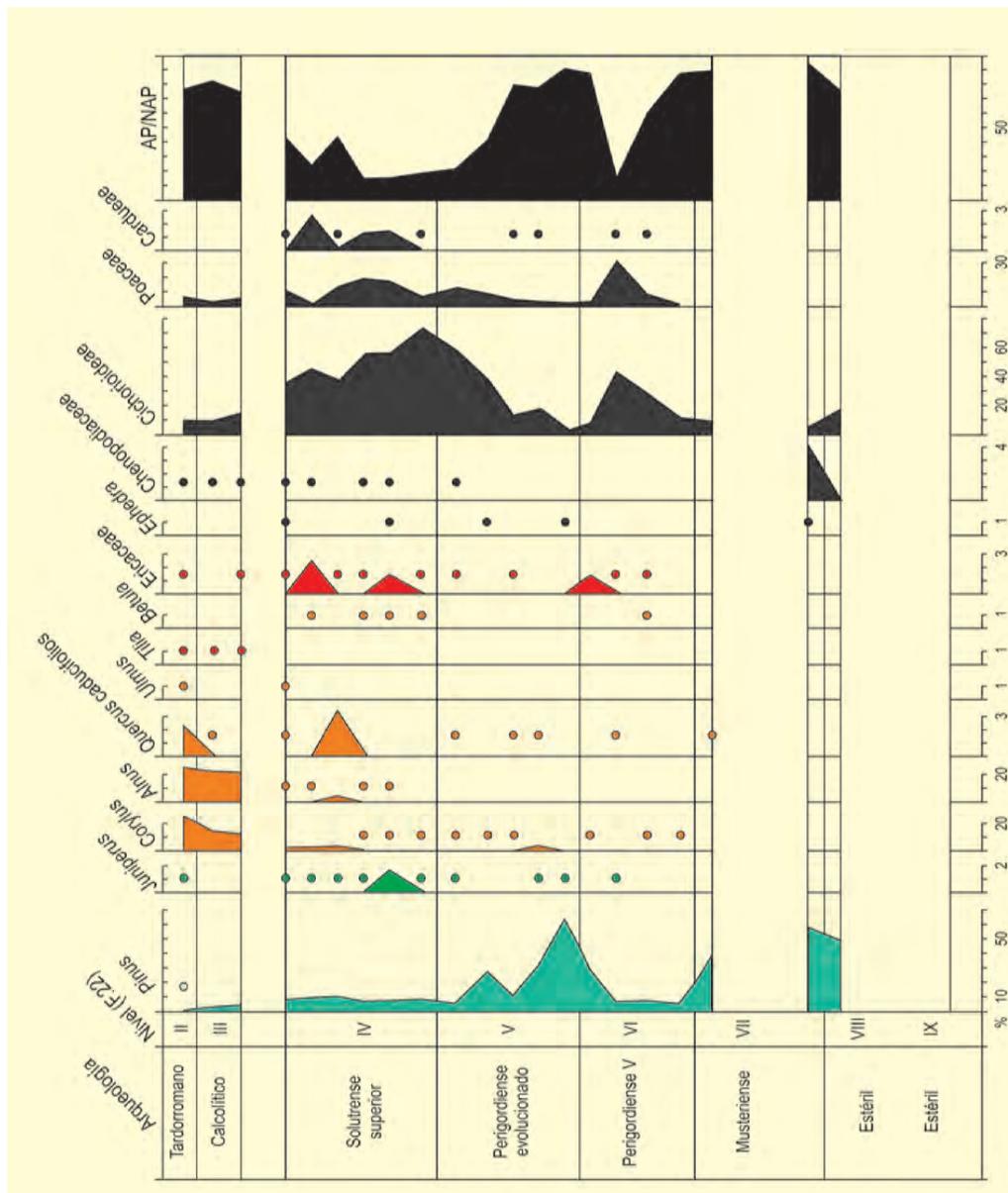


Figura 2. Diagrama polínico de la Cueva de Amalda. Redibujado de Dupré (1990)

avellanos, robles, abedules y cupresáceas. En cuanto a las herbáceas, se detecta una disminución de los helechos a favor de una proliferación de gramíneas y compuestas. En una tercera etapa se observa un incremento en la incidencia de las esporas de helechos, una fluctuación positiva de los pinos con dos máximos (muestras 14 y 11) y una baja proporción de árboles caducifolios representados casi exclusivamente por el avellano. Tras este período, disminuye de nuevo la cantidad de polen arbóreo y la presencia de helechos, al mismo tiempo que se observa un fuerte desarrollo de las asteráceas. El abedul, junto con *Juniperus*, experimenta en esta etapa su mayor representación. La

quinta fase que podemos diferenciar en el diagrama completaría el Pleistoceno superior con un aumento en la diversidad de taxones tanto a nivel de herbáceas como a nivel del grupo de los caducifolios. En la última etapa, enmarcada en el Holoceno, se detecta, en general, un importante cambio en la vegetación: el pino, principal protagonista de la secuencia del Pleistoceno superior, reduce su importancia en relación a los caducifolios, entre los que destacan el avellano y el aliso, seguidos del roble.

Más información
Dupré (1988, 1990)



AMBRONA

Cordillera Ibérica, Miño de Medinaceli, Soria
Pleistoceno medio – Holoceno (350000-6120 años BP)

El yacimiento paleontológico y arqueológico de Ambrona (Pleistoceno medio; Fig. 1), se encuentra situado en la mitad septentrional de la rama castellana de la Cordillera Ibérica (Soria) ($41^{\circ} 09' 37''$ N, $02^{\circ} 29' 54''$ O; 1130 m s.n.m.), región que presenta escasos contrastes, y en la que dominan antiguas altiplanicies calcáreas disectadas por una red fluvial cuaternaria poco densa y alimentada por manantiales kársticos que nacen del contacto entre la caliza jurásica y las impermeables margas yesíferas del Keuper. Durante el Pleistoceno inferior, debido a la acción del río Bordecorex (afluente del Duero), tuvo lugar la degradación mecánica y química de la superficie de erosión intraterciaria desarrollada sobre las calizas; el resultado

fue el desarrollo de un amplio valle, de fondo impermeable y escasa pendiente (poljé de Conquezuela), sobre el que se acumularon materiales de carácter palustre ricos en micro y macrofauna e industria lítica, a lo largo del Pleistoceno medio. La vegetación actual, se caracteriza por la escasez de zonas boscosas quedando reducida a formaciones de *Pinus sylvestris* al sur (Sierra Ministra), *Quercus faginea* en las laderas del poljé de Conquezuela y algunos ejemplares aislados de *Quercus ilex*.

El yacimiento de Ambrona se encuentra a 34 m del cauce actual, en la denominada Loma de los Huesos. Desde el punto de vista litológico se diferencian dos



Figura 1. Paraje de Loma de los Huesos en el yacimiento paleontológico de Ambrona (Foto: MJ. Gil-García)

Tabla 1. Dataciones de granos de cereal de La Lámpara y La Revilla del Campo por método de AMS (a partir de Stika 2005)

Dataciones AMS	La Lámpara		La Revilla del Campo	
	Años BP	Años cal. BP	Años BP	Años cal. BP
UtC_13346	6280 ± 50 BP	7211	—	—
UtC_13347	—	—	6313 ± 48 BP	7242
UtC_13348	—	—	6120 ± 60 BP	7009
UtC_13294	—	—	6240 ± 50 BP	7168
UtC_13295	—	—	6250 ± 50 BP	7182
UtC_13350	—	—	6210 ± 60 BP	7105
UtC_13296	—	—	6250 ± 50 BP	7182

unidades: el *Complejo inferior*, de 6 m de potencia, constituido por una alternancia de arcillas y margas correspondientes a medios de baja energía, ricos en macro (fundamentalmente *Elephas antiquus*) y microfauna, y en contenido polínico. Sobre él descansa el *Complejo superior*, constituido por limos y arcillas, que alternan con materiales más groseros a lo largo de unos 2 m de espesor y que representan fases de llanura de inundación. Esta unidad es pobre en contenido faunístico y estéril desde el punto de vista palinológico.

En la secuencia polínica analizada (Fig. 2), correspondiente al *Complejo inferior*, se han identificado un total de 42 taxones, de los que 11 son arbóreos, 4 arbustivos y 27 herbáceos, junto a 6 taxones acuáticos y esporas monoletas y triletas (Ruiz-Zapata *et al.* 2002, 2003, 2005). Dentro del grupo arbóreo, *Pinus* es el componente principal. En menor medida están representados los taxones mesófilos, algunos de los cuales, como *Corylus* y *Castanea*, no están presentes en la vegetación actual, así como los taxones de ribera y acuáticos, que permiten inferir la instalación de unas condiciones de

carácter más templado y húmedo que en la actualidad. No obstante, a lo largo de la secuencia se aprecian cambios significativos en la estructura de la vegetación, que se resumen, de muro a techo, en el desarrollo progresivo de etapas dominadas por los paisajes abiertos (Poaceae) que evolucionan hacia paisajes de matorral, teniendo finalmente lugar la instalación del bosque, todo ello como respuesta a la estabilización del medio y del clima. Sin embargo, en la parte superior de la secuencia, el bosque da paso a una etapa de matorral, como expresión del inicio de la degradación de la vegetación, que a su vez explicaría el nuevo régimen de erosión-sedimentación responsable de la formación del denominado *Complejo superior*.

Los trabajos llevados a cabo en el valle de Ambrona por Rojo y Kunst (Kunst & Rojo 2000, Rojo & Kunst 1996, 1999a,b, Rojo *et al.* 2006, entre otros) durante los últimos 10 años han puesto de manifiesto la importancia y la antigüedad del Neolítico del interior peninsular, hasta ese momento considerado retardatario por la escasez de datos que existían para el Neolítico. Hoy en día, gra-

Tabla 2. Lista de especies de gramíneas identificadas a partir de impresiones en cerámica y en adobe. Stika (1999, 2005)

Especie	La Lámpara	La Revilla del Campo
<i>Triticum</i> cf. <i>monococcum</i> (espiguilla)	—	21
<i>T.</i> cf. <i>monococcum</i> (restos de espiguillas)	—	8
<i>T.</i> cf. <i>dicoccum</i> (espiguilla)	—	12
<i>T.</i> cf. <i>dicoccum</i> (restos de espiguillas)	—	5
<i>T. monococcum/dicoccum</i> (espiguilla)	—	48
<i>T. monococcum/dicoccum</i> (restos de espiguillas)	—	92
Cerealia indet. (restos de espiguillas)	—	16
Cerealia indet. (espiguilla)	26	—
Cerealia indet. (hojas)	—	19

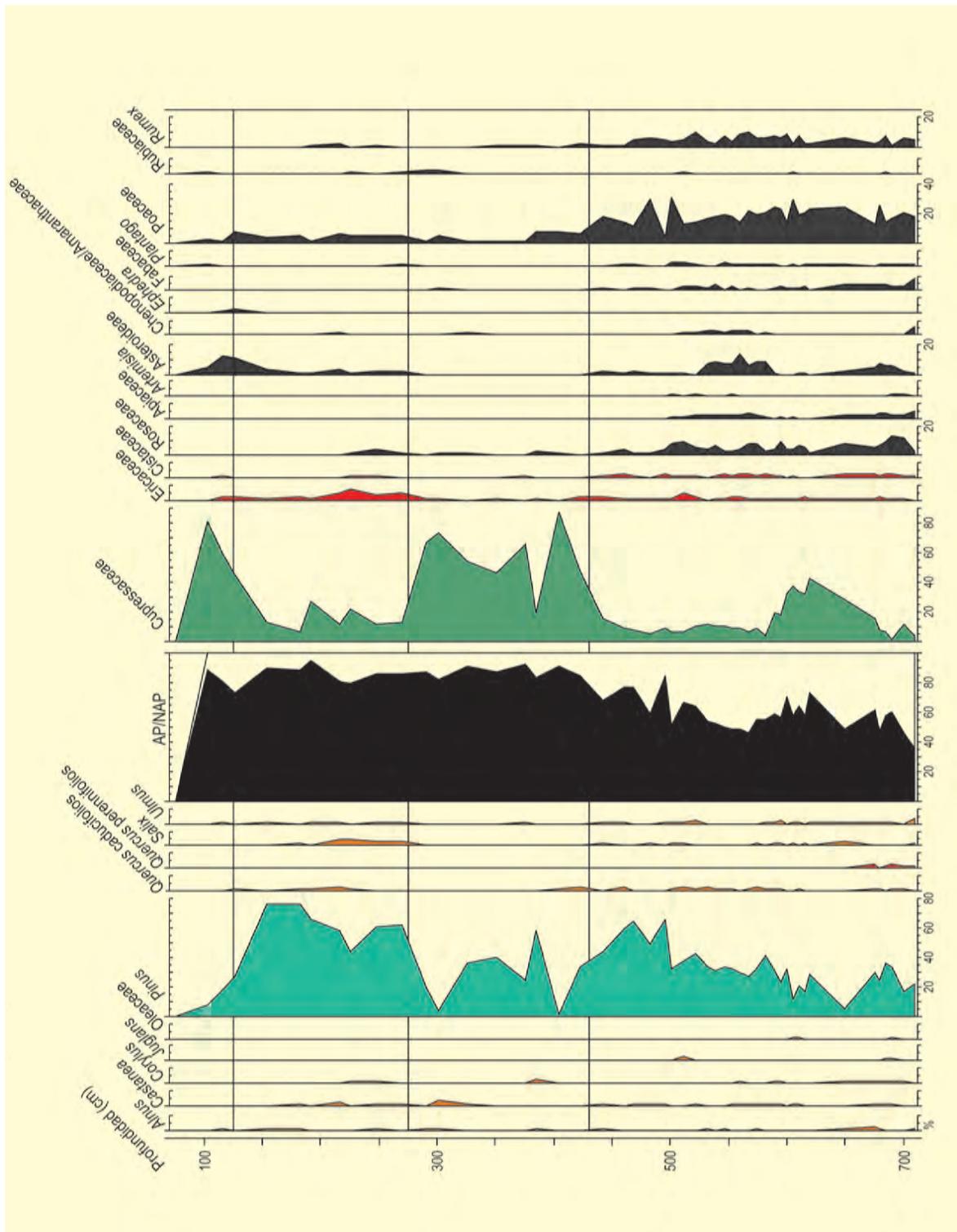


Figura 2. Secuencia polínica del yacimiento paleontológico de Ambrona. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2002)

cias a los trabajos desarrollados en el valle de Ambrona, así como en la Cueva de la Vaquera (Segovia), el interior peninsular ha pasado a ser considerado como una zona de gran interés para la comprensión del fenómeno de expansión neolítica en la Península Ibérica.

Los yacimientos más interesantes desde el punto de vista arqueobotánico son La Lámpara y La Revilla del Campo situados en una zona elevada (entre los 1000 y los 1300 m sobre el nivel del mar) en la que, a pesar de la altitud, la erosión ha creado un paisaje poco abrupto



Figura 3. Vista aérea del yacimiento arqueológico de La Revilla del Campo (Ambrona) (Foto: M. Rojo)

en el que los anticlinales una vez erosionados han dado lugar a depresiones y relieves invertidos que han facilitado la comunicación tanto entre el norte y el sur como entre el este y el oeste (Rojo *et al.* 2008). La Lámpara y La Revilla del Campo constituyen los ejemplos más antiguos de la ocupación neolítica del valle y han proporcionado, entre otras estructuras, unos recintos ovales con doble zanja en la que se encajaban postes fechados por ^{14}C entre 5300 y 5000 años cal BC (Rojo *et al.* 2008). Existen varias dataciones realizadas sobre cereales (Stika 2005) que sitúan las prácticas agrícolas en el primer tercio del 8º milenio cal BC (Tabla 1).

El estudio arqueobotánico ha estado a cargo de Stika (1999, 2005) quien estudió un conjunto de 50 muestras procedentes de 14 estructuras del yacimiento de La Lámpara, y 65 muestras procedentes de 16 estructuras del yacimiento de La Revilla del Campo. Además, el estudio incluye las impresiones vegetales en cerámica (La Lámpara) y en adobe (La Revilla del Campo) (Tabla 2).



Figura 4. Semilla carbonizada de *Papaver somniferum/setigerum* (Foto: H-P Stika)

Entre los cereales documentados predominan de forma aplastante los cereales vestidos, representados tanto por granos como por fragmentos de la espiguilla (bases de glumas y horquillas de la espiguilla). La escaña, *Triticum monococcum*, es la mejor representada, mientras que la escanda menor, *Triticum dicoccum*, solo está presente de forma testimonial en La Lámpara. Es significativa la ausencia de trigos desnudos y la baja representación de la cebada, tan sólo presente con dos fragmentos de raquis en La Revilla del Campo. Además de cereales, las plantas cultivadas están representadas por la presencia de *Papaver somniferum/setigerum* (adormidera de opio) (Fig. 4) y de cápsulas de lino, *Linum usitatissimum*. La presencia de cereales queda atestiguada, además, por las impresiones (Tabla 2) de espiguillas posiblemente de escaña (*Triticum cf. monococcum*) (Fig. 5) y de escanda menor (*Triticum cf. dicoccum*) en el yacimiento de La Lámpara, mientras que en La Revilla del Campo queda evidencia de las capas de epidermis de las espiguillas de cereal. La evidencia proporcionada por este tipo de resto pone de manifiesto el uso de los residuos de la trilla como desgrasante cerámico.

Además de plantas cultivadas, las muestras del Valle de Ambrona han proporcionado restos de plantas



Figura 5. Impresión de una espiguilla de *Triticum monococcum* en un fragmento cerámico de La Lámpara (Foto: H-P Stika)

silvestres. Al menos 48 taxones han podido ser identificados, aunque el número de ejemplares es muy bajo. La mayoría de las especies que se han podido identifi-

car corresponden a malas hierbas o a especies provenientes de zonas alteradas por la actividad humana. Los tipos más comunes son *Chenopodium album* y *Scleranthus annuus*, aunque existen muchas otras familias representadas: leguminosas, gramíneas, papaveráceas, etc. que informan sobre las condiciones del suelo, en La Lámpara especialmente pobres y de mejores condiciones en La Revilla del Campo (Stika 2005).

Los restos vegetales del Valle de Ambrona ponen en evidencia, por tanto, la existencia de una agricultura antigua (primer tercio del 8º milenio BC), en la que los trigos vestidos dominan, quizá como forma de adaptación a las duras condiciones climáticas y la pobreza de sus suelos (Stika 2005). En cualquier caso, los datos proporcionados por el estudio contribuyen a completar el mapa de la expansión agrícola neolítica en el interior peninsular.

Más información

Stika (1999, 2005), Ruiz-Zapata *et al.* (2002, 2003, 2005)



AMBROSIO

Arroyo del Moral, Vélez Blanco, Almería
Pleistoceno final

La Cueva de Ambrosio está situada en el valle alto del Arroyo del Moral, término municipal de Vélez Blanco (Almería), con unas coordenadas geográficas de 37° 49' 57" N y 02° 05' 39" O y una altitud de 1060 m s.n.m.

El yacimiento es un gran abrigo rocoso (Fig. 1) con una ocupación atestiguada, en las últimas campañas de excavación, desde el Solutrense medio hasta el Solutrense superior evolucionado, aunque en las antiguas excavaciones se ampliaba hasta la Edad del Bronce incluyendo unos niveles del Epipaleolítico y Neolítico. La estratigrafía obtenida en las últimas campañas se puede atribuir a momentos culturales concretos por la composición industrial y las dataciones de radiocarbono.

Se han identificado 7 niveles, de los cuales 3 tienen ocupación antrópica, mientras que los otros cuatro son arqueológicamente estériles. El nivel VI tiene una datación de 16590 años BP que junto a la industria recuperada se atribuye a un Solutrense medio. Para el nivel IV la datación es de 16620 años BP sobre un nivel Solutrense superior. El nivel II se data en el 16500 años BP y contiene un Solutrense superior evolucionado. La presencia de numerosas fuentes de materia prima en los alrededores del yacimiento y la existencia de gran cantidad de piezas rotas llevan a los excavadores a plantear que el abrigo fuera utilizado como lugar al que se acudía en un momento determinado a renovar el utillaje lítico.

Los carbones de Cueva de Ambrosio (Tabla 1 y Fig. 2) provienen de la flotación del sedimento recuperado en el desarrollo de las últimas campañas de excavación. La mayoría de las muestras pertenecen al nivel II o Microestratigrafía, sucesión de once capas de cenizas, localizándose en la capa 2, dos estructuras de combustión (Ripoll *et al.* 1997). Este hecho es de gran importancia pues nos define la funcionalidad de los car-

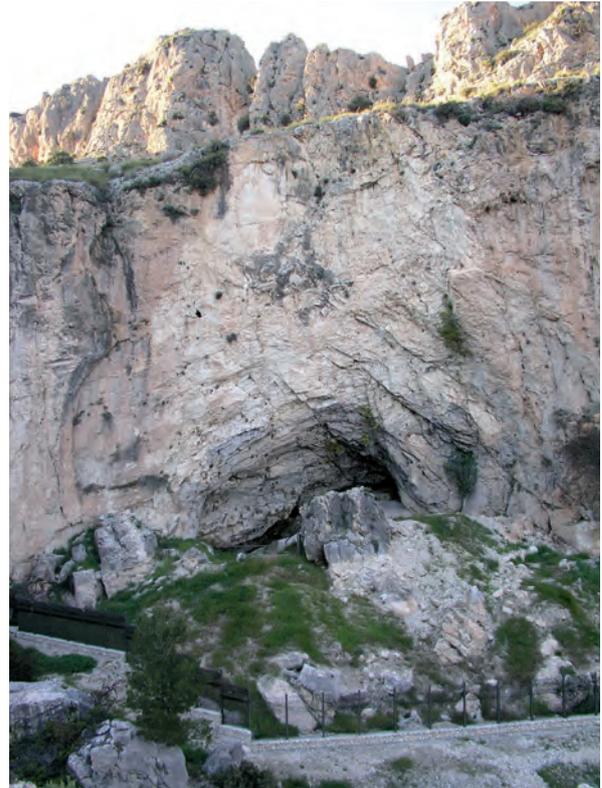


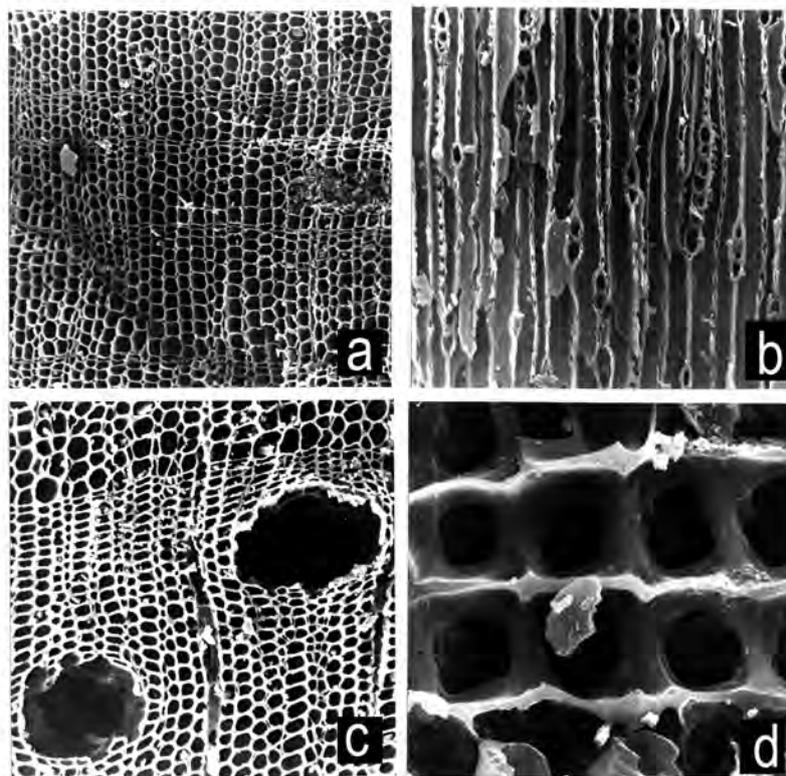
Figura 1. Vista del abrigo de Cueva de Ambrosio (Foto: MO. Rodríguez-Ariza)

bones recuperados como combustible para los hogares, en los cuales se desarrollaron actividades culinarias y de talla durante un tiempo breve y sincrónico. Por tanto, los carbones nos darán una imagen de la vegetación de un periodo no demasiado largo, fruto de recogidas de leña, con toda probabilidad, del entorno más inmediato de la cueva.

El número de taxones determinados en el análisis antracológico (Rodríguez-Ariza 2006) se eleva a 14, aunque si exceptuamos los tres que pueden comprender bajo su denominación a alguno de los otros de la lista (*Pinus*, gimnosperma y *Quercus caducifolia*), este es de 11. Por tanto, el catálogo florístico proporcionado por el análisis antracológico (Tabla 1 y Fig. 3) está compuesto por:

Tabla 1. Frecuencias absolutas de los taxones determinados en el antracoanálisis de Cueva de Ambrosio

CUEVA DE AMBROSIO				
Taxones/Niveles	I	II	IV	
<i>Juniperus</i>	3	240	61,06	26
<i>Pinus halepensis</i>	—	2	0,52	—
<i>Pinus nigra</i>	—	48	12,21	4
<i>Pinus nigra-sylvestris</i>	—	21	5,34	1
<i>Pinus sylvestris</i>	—	4	1,01	—
<i>Pinus</i>	—	2	0,52	1
Gimnosperma	—	24	6,1	3
<i>Cistus</i>	—	2	0,52	—
Fabaceae	—	3	0,75	—
<i>Prunus</i>	—	13	3,3	—
<i>Quercus ilex-coccifera</i>	—	2	0,52	—
<i>Quercus faginea</i>	—	4	1,01	—
<i>Quercus caducifolia</i>	—	2	0,52	—
cf. <i>Rosmarinus officinalis</i>	—	1	0,26	—
Indeterminables	—	25	6,36	1
TOTAL CARBONES	3	393	100	36
Nº DE TAXONES	1	14		5

**Figura 2.** Secciones de carbones vegetales de Cueva de Ambrosio vistas al MEB. *Juniperus* (a-plano transversal/x100, b-plano tangencial/x200) y *Pinus nigra* (c-plano transversal/x200, d-plano radial/x15.000) (Fotos: MO. Rodríguez-Ariza)

- Árboles como los pinos, representados por tres especies: salgareño (*Pinus nigra*), silvestre (*Pinus sylvestris*) y carrasco (*Pinus halepensis*); la encina y/o coscoja (*Quercus ilex/coccifera*) y el quejigo (*Quercus faginea*).

- Arbustos de gran porte como *Juniperus*, que pueden corresponderse con enebros y/o sabinas (Fig. 2a y 2b), aunque estas últimas pueden alcanzar porte arbóreo, y los prunos (*Prunus*).

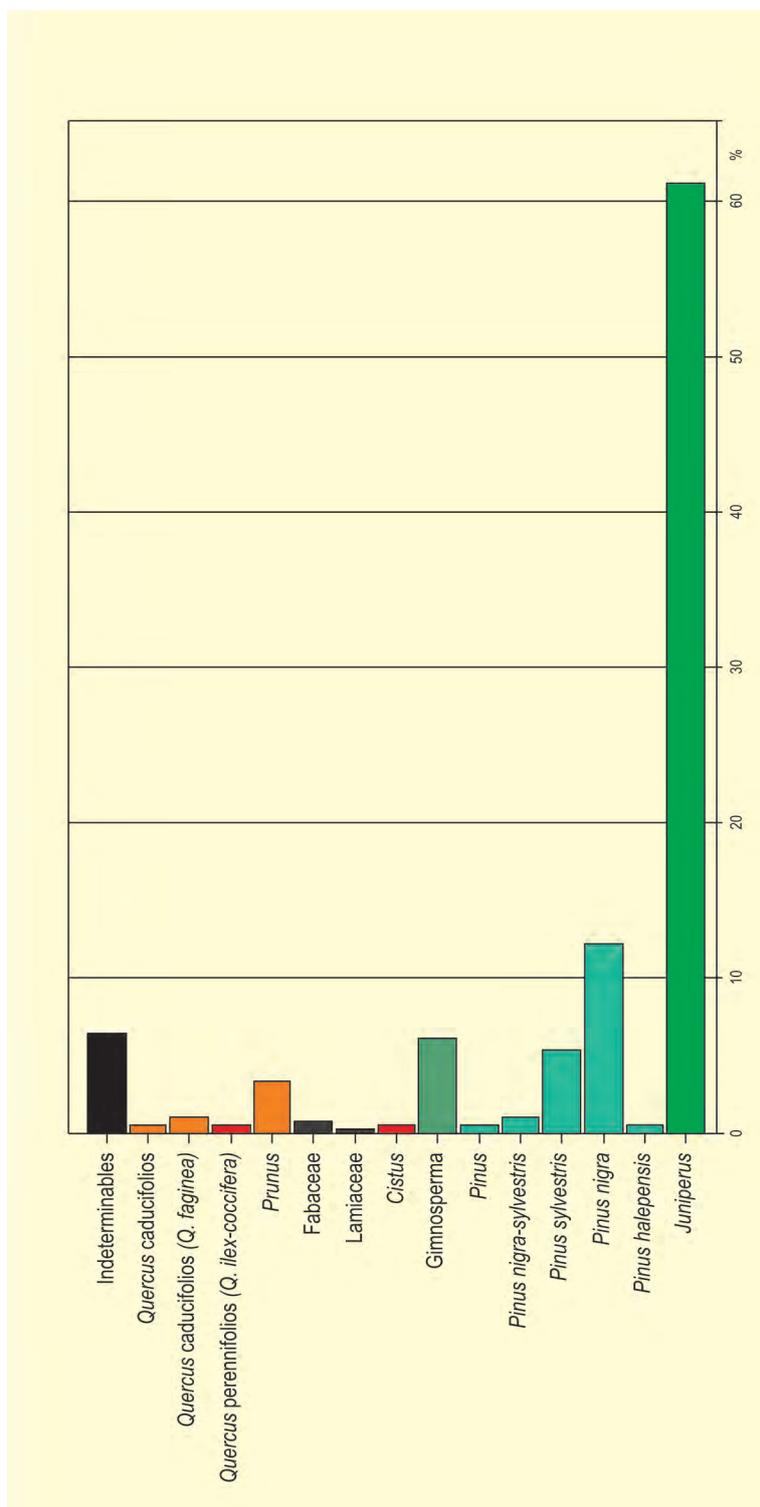


Figura 3. Histograma antracológico del Nivel II-Solutrense de Cueva de Ambrosio. Redibujado de Rodríguez-Ariza (2006)

- Especies del matorral fruticoso: jaras (*Cistus*), leguminosas arbustivas (Fabaceae) y romeros (*Rosmarinus officinalis*).

A nivel cuantitativo tenemos que señalar un importante porcentaje de fragmentos que no se podían

determinar (6,36%), principalmente por su pequeñísimo tamaño. Tanto el nivel I como el nivel IV han proporcionado muy poco carbón identificable, por lo que para la valoración cuantitativa sólo se considerarán los resultados del nivel II (Fig. 3). Aunque éste nivel ha proporcionado una lista florística importante, no ocurre lo

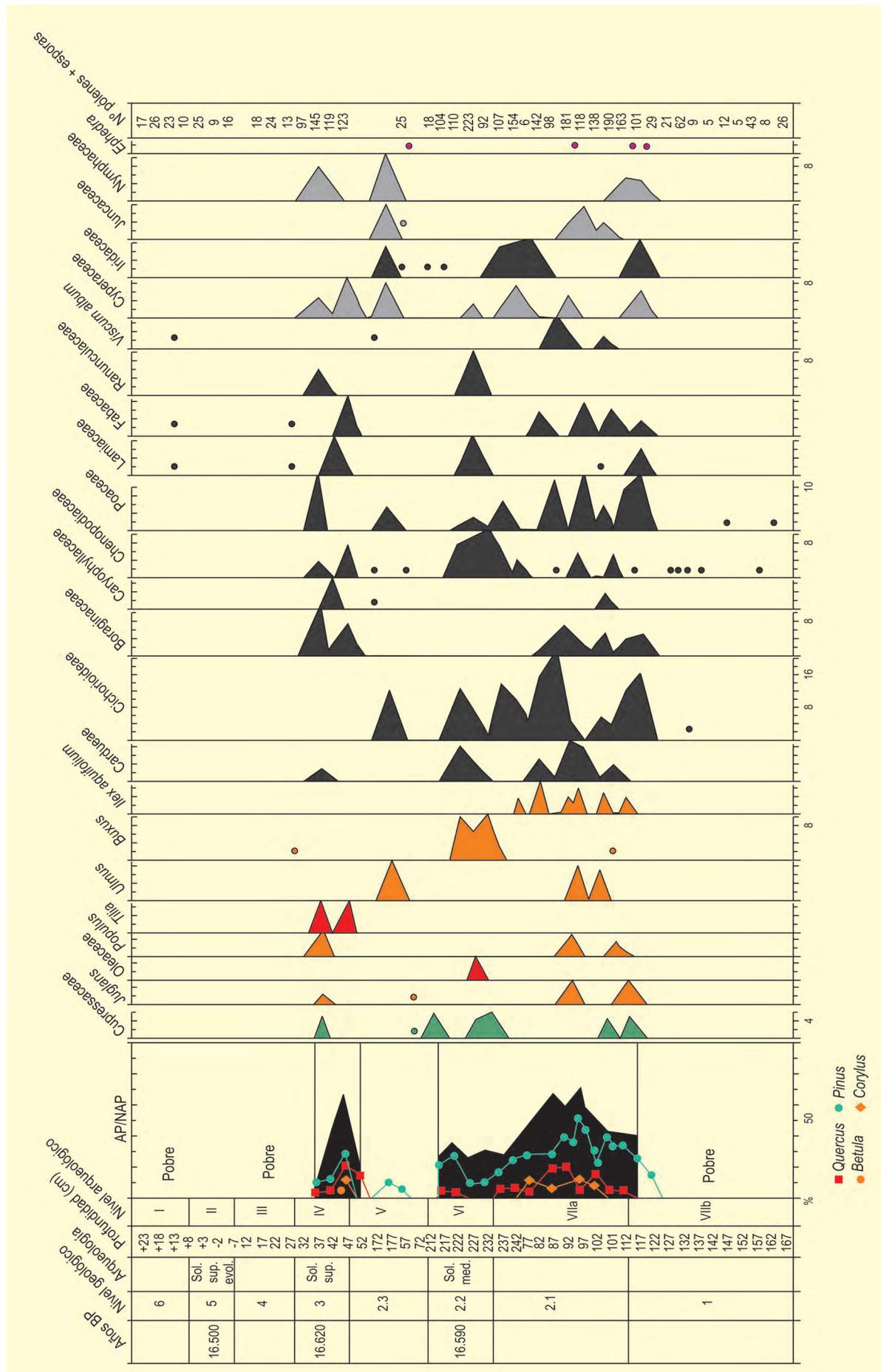


Figura 4. Análisis polínico de Cueva de Ambrosio. Redibujado de López-García (1988)

mismo si tenemos en cuenta su representación cualitativa o porcentual, pues *Juniperus* representa más del 60% de la muestra antracológica, mientras que entre los pinos salgareño y silvestre aglutinan el 18,56%. Estas tres especies suponen el 79,62%, cantidad que si le sumamos el 6,1% de las gimnospermas se eleva al 85,72%; mientras que el conjunto de los restantes taxones sólo supone un 7,92%. Este pequeño porcentaje indica una presencia anecdótica.

El elevado porcentaje de *Juniperus* sugiere un gran desarrollo de formaciones colonizadoras abiertas de enebros y/o sabinas. Estas especies soportan condiciones extremas, tanto por su resistencia a fuertes heladas como a veranos secos y calurosos, lo que junto a sus pocas exigencias edáficas hace que a veces sean la única vegetación de las altas montañas y zonas empobrecidas o sin vegetación. Junto a *Juniperus* se desarrollarían algunos pinos salgareños, endrinos y leguminosas arbustivas, como los piornos. Destacamos también los quejigos y los robles, que probablemente estarían resguardados en zonas de umbría. La encina aparece ocasionalmente. También están presentes especies más frías, aunque de forma puntual, como el pino silvestre y especies termófilas como el pino carrasco y las jaras. Se ha estimado que la vegetación de Cueva de Ambrosio refleja unas condiciones de 8-13 °C de media térmica anual y un ombroclima seco o incluso semiárido como el actual.

Ninguna de las dos columnas palinológicas realizadas en Cueva de Ambrosio (López-García 1988) han dado palinomorfos en el nivel II, siendo muy pobres los niveles II, III y VIIb. El polen se encuentra principalmente en los niveles VII y IV (Fig. 4). En el nivel VII el árbol dominante es el pino, seguido, aunque en menor proporción, por *Quercus* tipo *ilex-coccifera*. También aparecen otros árboles como nogal, oléaceas, olmo y avellano. Es el momento de máxima representación arbórea, con un 75%. Entre las herbáceas destaca la presencia de compuestas ligulifloras (Cichorioideae), alcanzando un 20%, seguidas por las gramíneas, leguminosas y borragináceas.

En el nivel IV, asociado al Solutrense medio, el árbol dominante sigue siendo el pino. Aunque con porcentajes menores, aumentan *Quercus* y *Corylus* y hacen

su aparición los tilos, que alcanzan valores del 6%. También hay presencia de cupresáceas. Entre las herbáceas aumentan las gramíneas, borragináceas, labiadas y algunas plantas indicadoras de condiciones más húmedas, como las ciperáceas.

La sedimentología habla de la existencia de condiciones climáticas húmedas, con un cierto nivel de colada de sedimentos en los niveles estériles, lo que provoca una acumulación de la fracción arcillosa en la base de estos mismos niveles y un abarrancamiento difuso en la superficie de los niveles de ocupación que, siendo muy ricos en materia orgánica, actúan como capas impermeables, impidiendo la filtración.

La macrofauna está representada principalmente por *Oryctolagus cuniculus*, *Capra pyrenaica*, *Cervus elaphus* y *Equus caballus*; y en menor cantidad por *Lynx*, *Felis sylvestris*, *Vulpes vulpes* y *Canis lupus*. En general, se observa una composición de herbívoros muy superior a los carnívoros, lo que confirma la hipótesis del aporte antropogénico de los restos. En cuanto a la edad, en la mayoría de los casos se trata de individuos muy jóvenes o jóvenes, que fueron cazados desde el inicio del verano hasta el otoño. La ictiofauna constata la presencia de *Salmo trutta*, pescado entre la primavera o el inicio del verano. La malacología observa la presencia de numerosos taxones marinos, que pueden implicar relaciones con la costa vecina, que está a 65 Km en la actual Águilas. La avifauna se compone de numerosos passeriformes y especies rupícolas; también se encuentran algunos restos de *Perdix graculus* que ha podido formar parte de la alimentación de los ocupantes de la cueva.

Podemos concluir que durante el Solutrense asistimos a los momentos de menor cobertura arbórea de todo el Paleolítico superior. En zonas altas del Levante y Sureste de la Península Ibérica como Cueva de Ambrosio hay una vegetación pobre compuesta por sabinas y/o enebrales con matorrales y unos pocos pinos diseminados. En zonas más bajas en altitud esta vegetación está acompañada por especies más mesófilas e incluso termófilas como *Olea*.

Más información

López-García (1988), Rodríguez-Ariza (2006)



AREA LONGA

Foz, Lugo
Pleistoceno superior (>50000-35000 años cal BP)

El depósito de Area Longa ($43^{\circ} 36' N$, $07^{\circ} 18' O$; 0 m s.n.m.; Fig. 1) se encuentra cerca de Foz (Lugo) y pertenece a la Región Eurosiberiana de la Península Ibérica, hallándose en el piso colino, con una vegetación dominante de brezales y bosques de *Quercus humilis*. El clima de la zona es marcadamente oceánico, sin grandes oscilaciones de temperatura y con una precipitación media anual de 1100 mm. En general, la temperatura media anual ronda los $14^{\circ}C$, la de invierno los $8^{\circ}C$ y la de verano los $22^{\circ}C$. La distribución de las lluvias a lo largo del año es uniforme, aunque los meses estivales son los que menos volumen de precipitación registran.

La secuencia polínica procede de un depósito localizado en un pequeño acantilado con una altura máxima de 18 m, situado inmediatamente detrás de una playa. La formación presenta en su zona basal facies marinas cementadas por óxidos de hierro que se depo-

sitaron durante la transgresión oceánica del Eemiense (OIS 5e) (Mary 1989). Sobre estas facies descansa un nivel continental en el que se alternan capas inorgánicas y facies lacustres formadas en el momento de la regresión marina que acompañó a la última glaciación, cuando la retirada del agua generó lagos y turberas en las zonas deprimidas.

La primera investigación fue publicada por Mary *et al.* (1977), quienes llevaron a cabo dataciones y análisis palinológicos de tres niveles. El de mayor edad (>35000 años BP) fue atribuido al peniglacial wurmiense y los otros dos (16780 y 15950 años BP), a la transición del Último Máximo Glacial al Tardiglacial. La acción erosiva que ejerce constantemente el mar sobre el acantilado, hizo que en 1990 se localizaran tres nuevos niveles lacustres. Dos de ellos, nivel I y nivel III, no habían sido descritos previamente, mientras que el nivel II se iden-



Figura 1. Vista general de la playa de Area Longa, Lugo (Foto: H. Veiga Seoane)

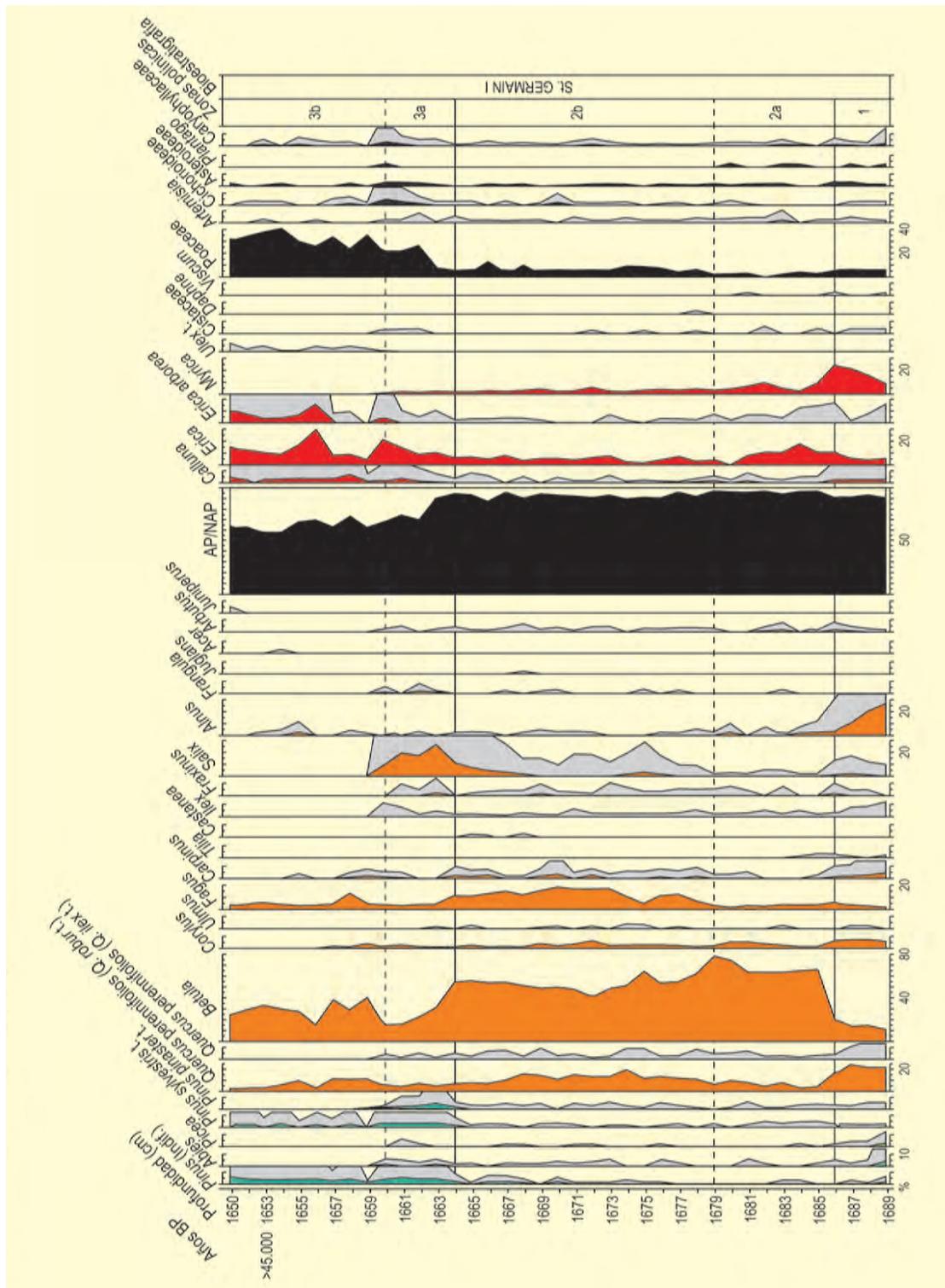


Figura 2. Diagrama polínico del nivel I (OIS 5c) de Area Longa. Redibujado de Gómez-Orellana et al. (2007)

tificó como perteneciente al nivel más antiguo señalado por Mary *et al.* (1977) y por lo tanto se le atribuyó una edad wurmiense (OIS 4).

Sobre los otros dos niveles (nivel I y nivel III), se llevaron a cabo un total de 12 dataciones radiocar-

bónicas, cuatro de ellas por AMS (Tabla 1). Las cuatro dataciones sitúan cronológicamente al nivel III dentro del OIS 3. Las dataciones realizadas sobre el nivel I sólo suministran la edad mínima de las muestras debido a que superan el umbral máximo de datación por ¹⁴C (Tabla 1).

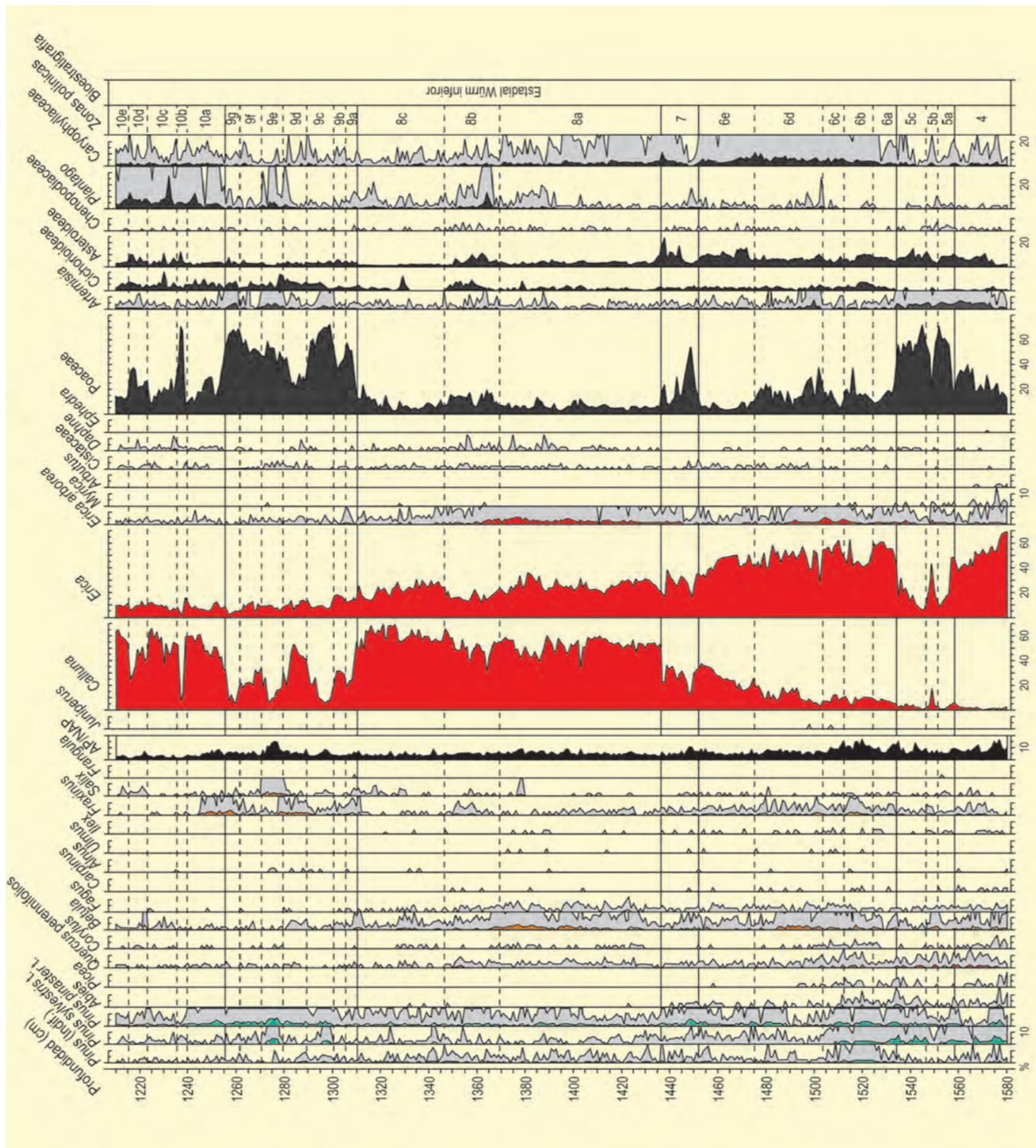


Figura 3. Diagrama polínico del nivel II (OIS 4) de Area Longa. Redibujado de Gómez-Orellana et al. (2007)

El nivel I (OIS 5c) de turba (Fig. 2), con 40 cm de espesor, reposa directamente sobre las facies marinas eemienenses. La base (zona polínica-1) se caracteriza por un elevado porcentaje de taxones arbóreos (90% del total de la suma polínica), en el que dominan caducifolios

como *Quercus* y *Alnus*. La presencia significativa de *Alnus* sugiere un bosque galería muy próximo a la zona. En la siguiente fase (zona polínica-2), *Betula* y *Fagus* se convierten en los taxones dominantes del espectro arbóreo, que sigue siendo mayoritariamente de tipo ca-

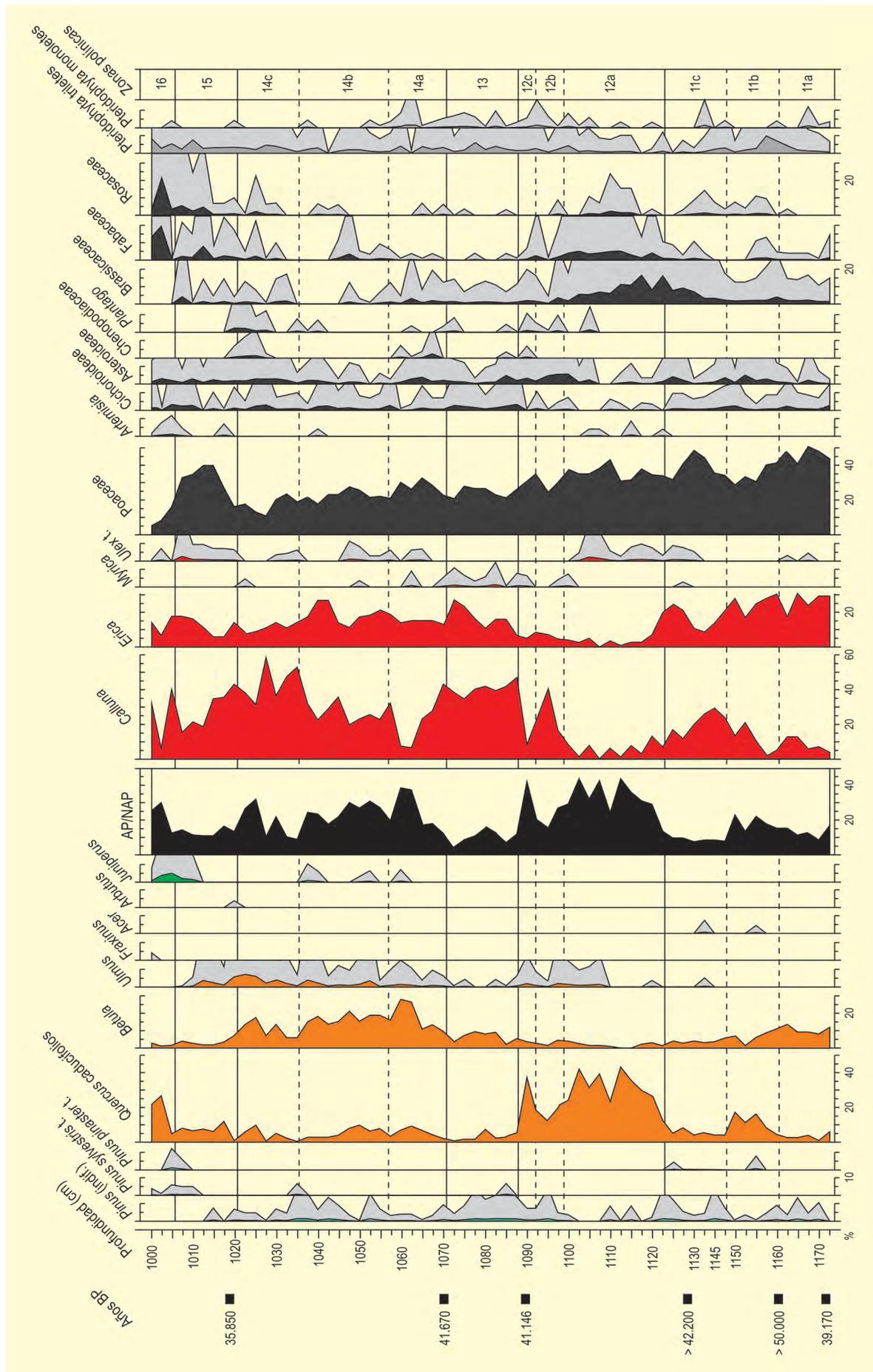


Figura 4. Diagrama polínico del nivel III (OIS 3) de Area Longa. Redibujado de Gómez-Orellana et al. (2007)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas obtenidas por el método convencional y por análisis AMS para los niveles de Area Longa

Ref. Lab.	Nivel	Prof. (cm)	Años BP		Material
			Convencional	AMS	
GrN-20822	I	1650	> 49000		Madera
GrN-21440	I	1653-1654	> 45000		Turba
GrN-22827	III	1017.5-1020	> 37100	35850 ± 300	Turba
GrN-22826	III	1070-1072.5	> 37900	41670 ± 520/490	Turba
GrN-22825	III	1087.5-1090	> 40300	41150 ± 520/480	Turba
GrN-22824	III	1127.5-1130	> 42000		Turba
GrN-22823	III	1160-1162.5	> 40500	> 50000	Turba
GrN-21441	III	1700-1172.5	39170 ± 2300/1800		Turba

ducifolio. Por último, en la zona superior de este nivel I (zona polínica-3), se reconoce una apertura de la vegetación con un aumento considerable de gramíneas. También en este momento desaparecen del espectro arbóreo las coníferas y una larga lista de taxones termófilos. El diagrama polínico sugiere que el nivel I (Fig. 2) coincide con una fase de gran expansión arbórea, en un momento en el que ya había comenzado la regresión marina asociada a la última glaciación. Igualmente, en Europa se registran fases de forestación al comienzo de la glaciación Würm, pero a diferencia de lo registrado en Area Longa, los interestadios europeos presentan extensas poblaciones de coníferas (*Pinus*, *Picea*, *Abies* y *Juniperus*) (Müller 2000).

El nivel II (OIS 4) (Fig. 3) está conformado por una parte basal de 130 cm de turba, y una parte superior de sedimento arcilloso con un alto porcentaje de materia orgánica. Aunque los taxones arbóreos siguen estando presentes, el espectro polínico del nivel II está dominado por taxones de tipo herbáceo/arbustivo, principalmente Ericaceae y Poaceae, cuyos porcentajes son complementarios a lo largo de toda la secuencia. La correlación existente entre la variación de las proporciones de taxones acuáticos y la alternancia litológica entre arcillas orgánicas y arcillas orgánico-arenosas, indican fluctuaciones recurrentes de la lámina de agua durante el periodo de depósito de este nivel. La casi ausencia de taxones indicadores de aridez como *Artemisia* y Chenopodiaceae, y la persistencia de otros de carácter termófilo, sugiere que el área pudo ser refugio de especies mesófilas (*Quercus robur*, *Corylus*, *Fagus*, *Car-*

pinus, *Ulmus* e *Ilex*) que verían limitada su expansión en el resto de Europa por la intensa aridez que caracteriza al OIS 4.

El nivel III (OIS 3) está compuesto por una capa de 172 cm de turba. El registro polínico muestra una dominancia de taxones arbóreos, en la que la expansión del bosque caducifolio se intercala con momentos cortos de apertura de la vegetación (Fig. 4).

En total se observan 3 fases claras de desarrollo de la masa forestal. La primera (zona polínica-12), entre 41000 y 42000 años BP, debió de ser la más cálida del interestadio, a juzgar por la alta proporción de polen arbóreo y la dominancia de *Quercus* caducifolio. La siguiente fase (zona polínica-14), aprox. entre 36000 y 41000 años BP, se caracteriza por la expansión de *Betula*, lo que sugiere que la temperatura no debió de ser tan alta como en la anterior. Por último, la zona polínica-16 (registrada hace unos 35000 años), muestra una dominancia de *Quercus* y un descenso de gramíneas. Esto hace pensar que, aunque la temperatura no debió de ser tan alta como en la primera fase (zona polínica-12), al menos sí que superaría la de la segunda (zona polínica-14). La correspondencia entre el registro polínico observado y los eventos de Heinrich y Dansgaard-Oeschger parece evidenciar el marcado carácter fluctuante de este interestadio.

Más información

Mary *et al.* (1977), Mary (1989), Gómez-Orellana *et al.* (2007)



ARENAL DE SAN GREGORIO

Llanura manchega, Arenales de San Gregorio, Ciudad Real
Pleistoceno superior (23000 años BP)

El depósito estudiado palino-lógicamente corresponde a una duna de naturaleza arcillosa localizada en la localidad de Arenales de San Gregorio (39° 18' N, 03° 01' O; 640 m s.n.m.) (Fig. 2) en la Llanura Manchega (Ciudad Real). La morfología de este tipo de depósitos en el área de estudio ha permitido deducir la dirección de los vientos tanto de componente atlántica como mediterránea y constatar que era igual que en la actualidad. Las dataciones OSL/TL son del orden de los 23000 años BP, ubicando así su formación durante el Último Máximo Glacial.

En la secuencia polínica analizada, de 2 m de potencia, se han identificado un total de 30 taxones, de los que 10 son arbóreos (Fig. 1). El paisaje inferido es abierto y aparece dominado por Asteraceae, Chenopodiaceae, Poaceae y, en menor medida, *Artemisia*. La vegetación arbórea nunca llega a ser dominante, pero las variaciones que presenta, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo han permitido identificar cuatro fases. La fase I, en la base de la secuencia, representa un episodio de elevada aridez. En la fase II, se aprecia una expansión de *Pinus*, del componente mediterráneo y de elementos templados (*Betula*, *Corylus* y *Fagus*). La pérdida de cobertura arbórea define la fase III como el momento de mayor aridez, mientras que en el caso de la fase IV, la ligera

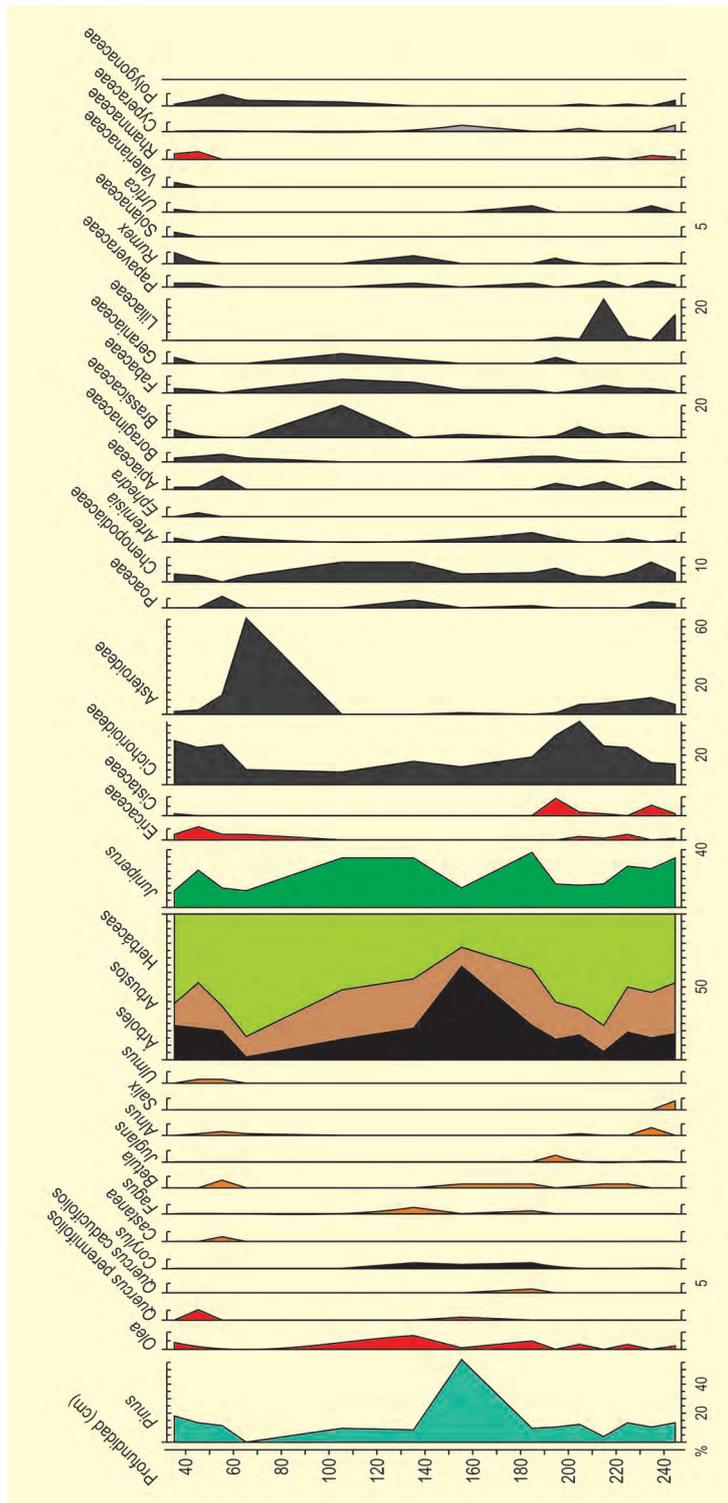


Figura 1. Diagrama polínico del Arenal de San Gregorio. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2000)



Figura 2. Perfil de la secuencia Arenal de San Gregorio (Foto: Blanca Ruiz-Zapata)

recuperación del componente leñoso arbóreo evidencia una nueva mejora de las condiciones ambientales.

Esta secuencia demuestra la existencia de refugios glaciales en la Meseta meridional bajo un marco de aridez generalizada que, no obstante, registró importantes oscilaciones. La vegetación fue muy sensible a estos cambios climáticos y los bosques se expandirían con cada mejora climática.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2000)



ARENAZA

San Pedro de Galdames, Vizcaya
Pleistoceno final – Holoceno (>12080-3620 años cal BP)

La Cueva de Arenaza se halla situada a 180 m de altitud en la barriada del mismo nombre del valle de Galdames, cerca del pueblo de San Pedro en el occidente de Vizcaya ($43^{\circ} 15' 30''$ N, $03^{\circ} 05' 57''$ O). Arenaza está formada por un conjunto de galerías de grandes dimensiones que se desarrollan en varios niveles. Aquí nos centraremos en la zona excavada que se sitúa junto a la entrada, orientada hacia el oeste. Se trata de una galería amplia con una anchura de unos 15-20 m y más de 3 m de altura (Uzquiano & Zapata 2000).

Desde un punto de vista biogeográfico, el yacimiento se encuentra en la comarca de los Valles Atlánticos. Esta región se caracteriza por poseer un clima templado y húmedo con una pluviosidad elevada, una gran abundancia de arroyos y pequeños ríos y un relieve accidentado con una continua sucesión de colinas y va-

lles. En el paisaje de estos valles destacan los cultivos y praderías, las repoblaciones de coníferas, así como la explotación maderera y ganadera (Fig. 1).

El entorno inmediato de la cueva se encuentra muy degradado por la actividad minera de época histórica. Predominan los matorrales característicos de una formación de prebrezal atlántico sobre substrato calizo con manchas de encinar y de quejigal-robleal calcícola. En las inmediaciones encontramos además vegetación herbácea de prados y cultivos atlánticos, plantaciones de *Pinus radiata* y zonas de robleal acidófilo y bosque mixto atlántico en fase muy degradada.

El yacimiento cuenta con una extensa secuencia de ocupación humana que va desde el Paleolítico superior final hasta época histórica. El material antracológico fue recuperado en los lechos 8, 9 y 10 del nivel I, corres-

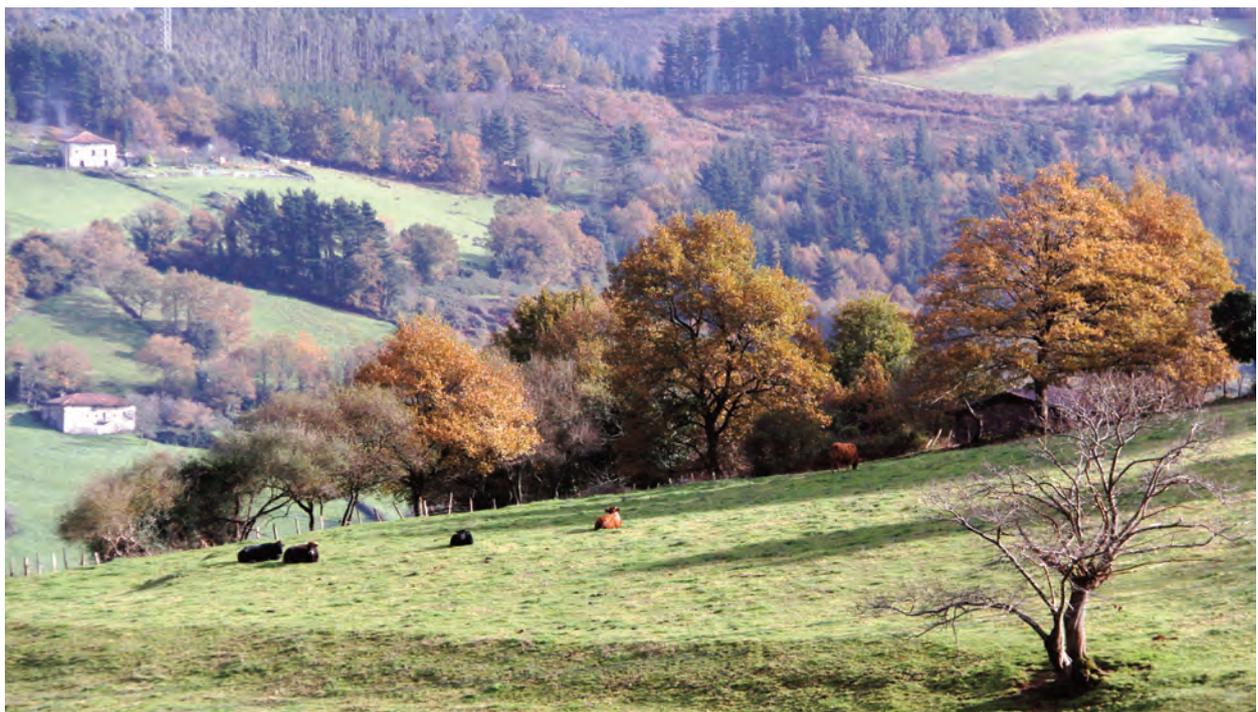


Figura 1. Paraje de San Pedro de Galdames (Foto: José Antonio López-Sáez)

Tabla 1. Dataciones del estudio antracológico realizado sobre muestras del nivel I de la Cueva de Arenaza (modificado de Uzquiano & Zapata 2000)

Arqueología	Nivel	Años BP	Años cal. BP
Bronce medio	Lecho 7	3370 ± 10	3620
Bronce medio	Lecho 8	3805 ± 70	4220
Bronce antiguo	Lecho 9	3580 ± 70	3880
Bronce antiguo/Calcolítico	Lecho 10	3835 ± 55	4260

Tabla 2. Dataciones del estudio polínico de la Cueva de Arenaza. *Dataciones absolutas de Mariezkurrena (1990). Modificado de Isturiz & Sánchez-Goñi (1990) en Sánchez-Goñi (1991)

Arqueología	Nivel	Años BP	Años cal. BP
Calcolítico	I	4730 ± 110	5450
Neolítico		4965 ± 195*	5710
Epipaleolítico	II	9600 ± 130*	10940
Epipaleolítico	III	10300 ± 180*	12080
Aziliense	IV-V	10300 ± 180*	12080
Magdalenense	VI	-	-

pondiente a la Edad del Bronce (Tabla 1). Su atribución cronocultural exacta de acuerdo con el responsable de la excavación (Fernández-Lombera, com. pers.) sería, de abajo a arriba, la siguiente: (a) Lecho 10; transición Calcolítico-Bronce antiguo, datado en torno a 3835 años BP; (b) Lecho 9; Bronce antiguo, fechado en torno a 3580 años BP; (c) Lecho 8; Bronce medio, con una datación de alrededor de 3805 años BP; y (d) Lecho 7 (Bronce medio) que proporcionó una fecha de 3370 años BP.

Los resultados obtenidos a nivel antracológico (Uzquiano & Zapata 2000) muestran el dominio de *Quercus robur-petraea* junto a otros taxones típicos del bosque caducifolio, *Corylus*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Acer* y *Castanea* (Fig. 2). Ello nos sugiere un gran aprovechamiento de leñosas procedentes de esta formación.

Quercus pyrenaica es otro de los taxones que presenta una abundancia significativa. Su presencia en el espectro nos indicaría la existencia de una formación de roble melojo característica de cumbres y solanas con substrato silíceo en proximidad, quizá en relación con actividades ganaderas.

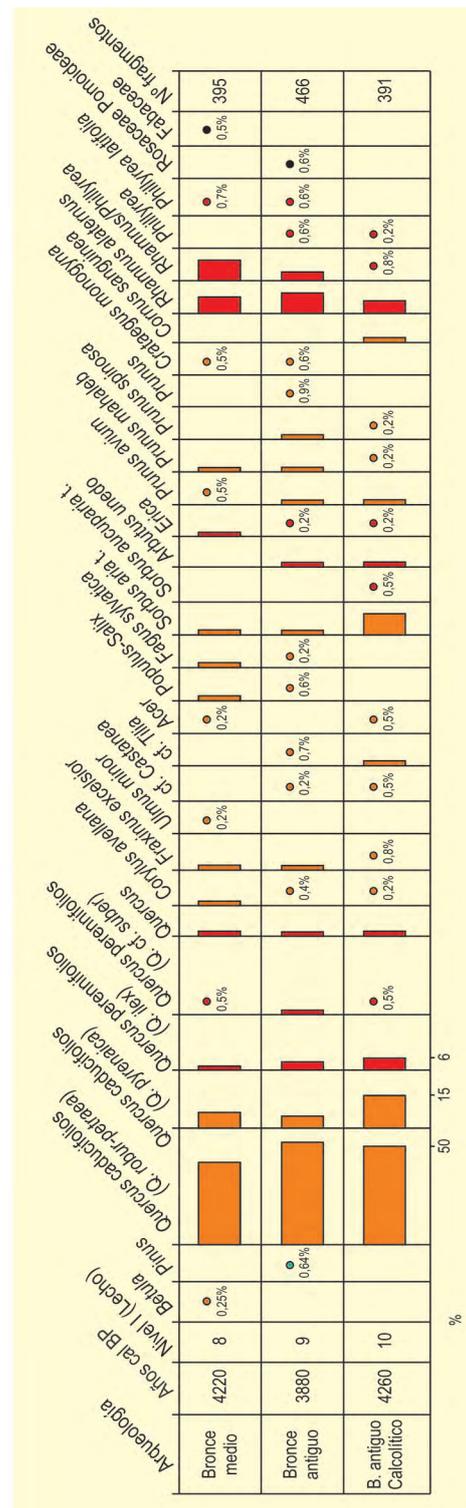


Figura 2. Diagrama antracológico de Arenaza. Redibujado de Uzquiano & Zapata (2000)

La presencia discreta de *Fagus sylvatica* podría responder a un aprovisionamiento muy puntual de leña procedente de zonas de mayor altitud aunque, muy probablemente, podría tratarse también de un aporte más cercano: umbrías y hondonadas dentro

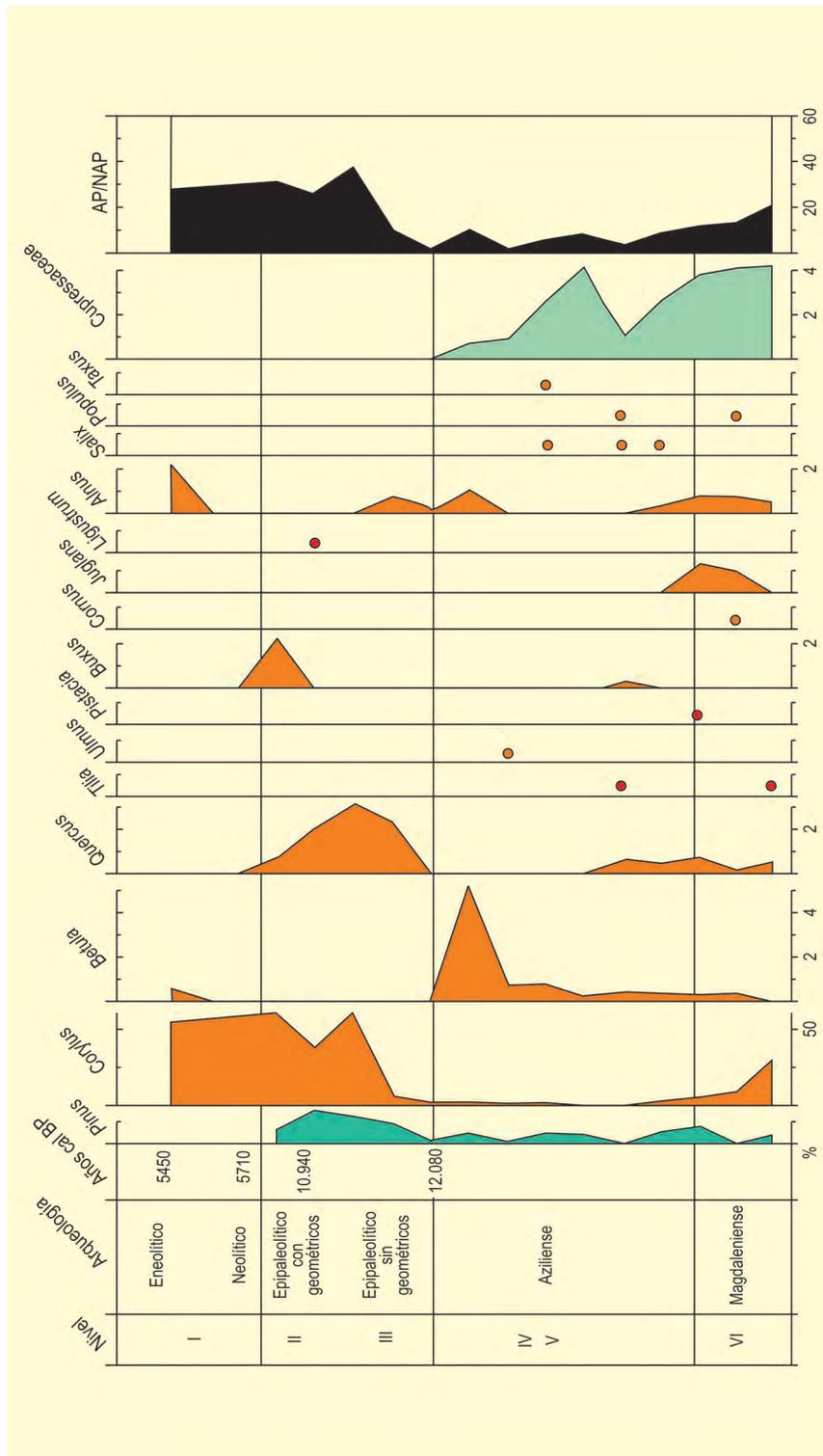


Figura 3. Diagrama polínico de Arenaza. Modificado de Isturiz & Sánchez-Goni (1990)

del área de distribución del bosque mixto de frondosas.

Quercus ilex, *Arbutus unedo*, *Rhamnus alaternus* y *Phillyrea* nos ponen de manifiesto la presencia de una

formación de encinar cantábrico. Las especies de matorral caducifolio, como *Prunus spinosa*, *P. mahaleb*, *P. avium*, *Cornus sanguinea* y de landa (*Erica*, Fabaceae), nos indican, una vez más, la diversidad de substratos que son objeto de explotación alternativa.



Figura 4. Valle de Galdames donde se sitúa la Cueva de Arenaza Foto: R. Manrique de Lara)

El estudio carpológico ha constatado la presencia de diferentes tipos de cereales, principalmente trigos desnudos (*Triticum aestivum-durum*) y, en menor medida, vestidos (*T. diccicum*). La presencia de mijo (*Panicum miliaceum*) y de panizo (*Setaria italica*) ha quedado asimismo constatada. Sin embargo, la práctica de una economía de producción no supuso el abandono de la explotación de otros recursos vegetales silvestres, fundamentalmente avellanas y bellotas (Uzquiano & Zapata 2000).

El estudio palinológico de Arenaza se organizó en torno a los niveles magdalenienses y calcolíticos (Isturiz & Sánchez-Goñi 1990) (Fig. 3), a saber, el nivel VI asignado al Magdaleniense; niveles V y IV al Aziliense; nivel III, Epipaleolítico sin motivos geométricos (10300 años BP); nivel II, Epipaleolítico con motivos geométricos (9600 años BP); y finalmente, el nivel I, atribuido al Neolítico en la base (4965 años BP) y al Calcolítico en la parte superior. El nivel superficial pertenece a la Edad del Bronce y Romano (Apellaniz 1974, 1975, 1977 y com. pers.)

El espectro polínico del nivel VI, muestra un paisaje abierto dominado por asteráceas (Cichorioideae) y gramíneas (50% y 20% respectivamente, Isturiz com. pers.) acompañadas de *Corylus*, Cupressaceae y *Juglans*

y, en menor representación, otros taxones arbóreos (*Pinus*, *Quercus* y *Tilia*). Sánchez-Goñi (1990) sugiere un episodio estadal frío durante el Magdaleniense (nivel VI), dominado por asteráceas y gramíneas.

Los niveles V y IV muestran valores muy bajos del conjunto polínico arbóreo, desaparecen los elementos mesotermófilos (*Pistacia* y *Quercus*), manteniéndose los porcentajes de las cupresáceas (5%), lo que sugiere la continuación del episodio frío del Dryas con un paisaje abierto. Finalmente termina con un aumento significativo de abedul (5%). En el nivel III (10300 años BP), desaparecen el abedul y las cupresáceas, aumentando significativamente otros elementos arbóreos (*Corylus*, *Quercus* y *Pinus*) que culminarán en el nivel II (9600 años BP) con valores de hasta el 40% en AP. Si embargo, al final del nivel II, el registro muestra la desaparición de *Quercus* y *Pinus* quedando como único representante arbóreo el avellano. Tras un hiato polínico, en el nivel superior I (4965-4730 años BP), el paisaje del Calcolítico está representado por taxones como el abedul y los alisos.

Más información

Isturiz & Sánchez-Goñi (1990), Sánchez-Goñi (1991), Uzquiano & Zapata (2000)



ATAPUERCA GALERÍA DE LAS ESTATUAS

Atapuerca, Burgos
Pleistoceno superior (~45 ka cal BP)

El yacimiento de Galería de las Estatuas (GE) está dentro del Sistema de cuevas de la Sierra de Atapuerca (Fig. 1). La Sierra de Atapuerca se encuentra al final del corredor de Bureba que conecta las dos cuencas más importantes (Ebro y Duero) de la Península Ibérica, y también se encuentra entre dos cordilleras (cordillera Cantábrica al norte y Sierra de la Demanda al sur). Los yacimientos Sierra de Atapuerca (Burgos, norte de la meseta Ibérica) son bien conocidos por su importancia en restos fósiles humanos del Pleistoceno medio y temprano, así como su riqueza arqueológica y paleontológica que constituye una ventana a más de 1 Ma de cambios de ecología y cultura. Tres si-

tios adicionales (El Portalón, Galería del Sílex y El Mirador) ofrecen información importante sobre la prehistoria reciente (Neolítico – Edad del Bronce) en el norte Meseta ibérica y, en algunos casos, sus secuencias varían desde finales del Pleistoceno tardío hasta la época medieval. Así, varias especies humanas se han aprovechado de la Sierra de Atapuerca por ubicación estratégica durante el último millón de años. Hay algunos yacimientos al aire libre que rodean la Sierra que han aportado restos líticos del Paleolítico medio, pero no se ha publicado información paleoecológica hasta la fecha. Por lo tanto, el yacimiento de GE proporciona nueva información, que comprende aspectos cronoló-

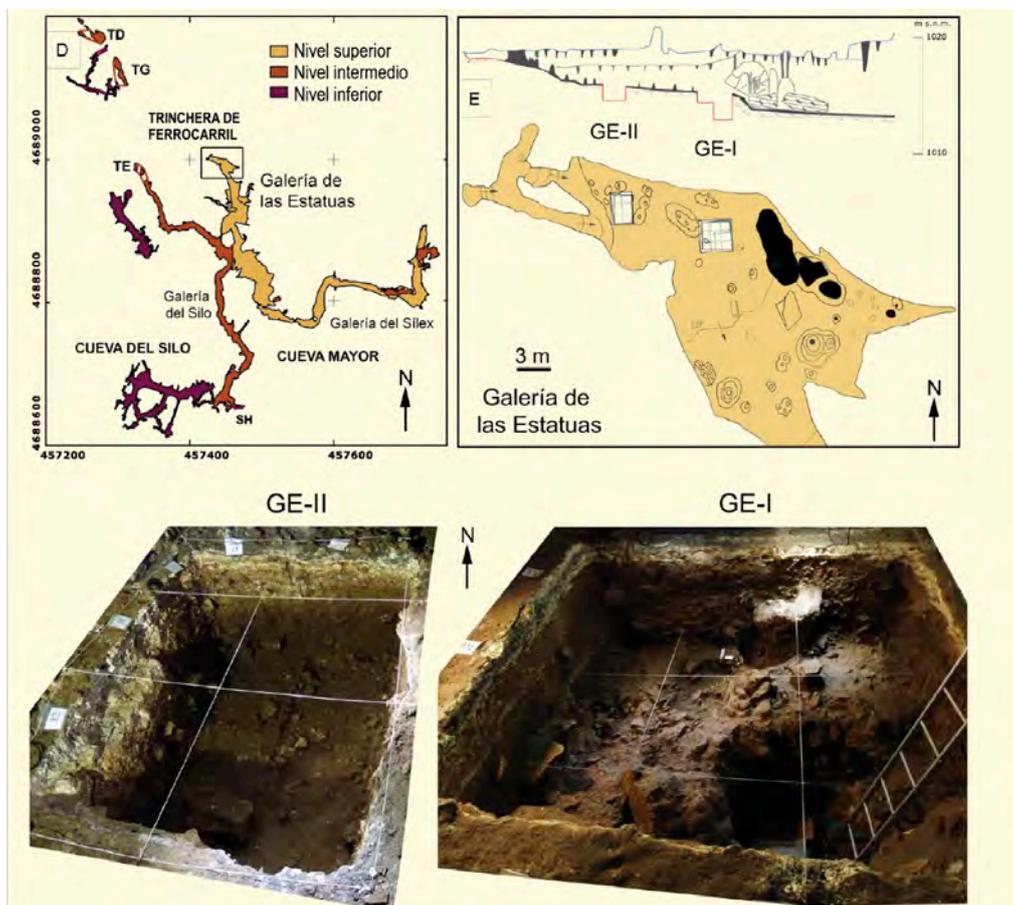


Figura 1. Ubicación de Galería de Estatuas. Redibujado de Arsuaga *et al.* (2017)

gicos y paleoecológicos de las ocupaciones neandertales de la Sierra de Atapuerca y la Meseta ibérica norte. Esta información ayuda a llenar el vacío entre los restos/ocupaciones del Pleistoceno medio de Sima de los Huesos, Gran Dolina-TD10, niveles superiores de Los sitios Trinchera Elefante y Trinchera Galería, los del Pleistoceno tardío final (Valle de las Orquídeas), y Yacimientos del Holoceno de El Portalón, Galería del Sílex y El Mirador.

El yacimiento de GE está ubicado en el nivel superior del multinivel Sistema Torcas, dentro del complejo Cueva Mayor-Cueva del Silo (Fig. 1). Este nivel superior es un largo (615 m) pasaje subhorizontal, que se desarrolla en el nivel base de la terraza fluvial T2 (+ 82 / + 86m sobre Arlanzón Río. Este pasaje tiene un tamaño medio de más de 10 m de ancho y 15 m de alto, con lugares que alcanzan los 25 m.

GE se encuentra dentro de la cueva y se interpreta como una entrada antigua al sistema de cuevas, que actualmente está cerrada y sellada por una estalagmita. Por lo tanto, el yacimiento debe ser alcanzado actualmente desde una de las actuales entradas al sistema de cuevas, denominado El Portalón (Arsuaga *et al.* 2017). Un primer testigo de prueba (GE-I, ca. 2m²) fue excavado en 2008 con el fin de evaluar su potencial como yacimiento arqueopaleontológico. En 2009, se abrió un segundo testigo de prueba (GE-II, ca. 2m²), ubicado al oeste de GE-I y más cerca de la entrada de la cueva antigua. En 2010, el primer testigo de prueba se amplió a ca. 9 m² y el segundo a ca. 6 m². Entre estos dos testigos, en el medio de la galería, hay un gran espeleotema en forma de campana (aprox. 1,5 m por encima del espeleotema circundante). El análisis de georadar detectó que este el lugar tenía un espacio de alojamiento diferente durante la deposición de la secuencia sedimentaria, lo que resultó en una especie de paso desde el más proximal a la entrada de la cueva GE-II hasta el GE-I más distal, y que probablemente afectó diferencialmente a los procesos sedimentarios en estas dos áreas. Por lo tanto, por razones prácticas, el estudio de los conjuntos paleontológicos y líticos recuperados de ambos testigos de prueba se discutieron por separado.

Tanto en GE-I como en GE-II, se sella con una estalagmita de espesor variable, dependiendo de su localización. La corteza estalagmítica se engrosa desde GE-I

hacia la entrada de la cueva antigua (GE-II) (Arsuaga *et al.* 2017).

La base del espeleotema está fechada en más de 14 ka, según Martínez-Pillado *et al.* (2014), que debe considerarse como una edad mínima muy conservadora para la secuencia detrítica ya que todavía hay una parte laminar del espeleotema que aún no ha sido fechada. Una serie de dataciones por radiocarbono fueron realizadas en hueso de GE-I y GE-II. En GE-I, solo los tres niveles superiores han sido fechados hasta ahora (y esos huesos del nivel 1 probablemente pertenecen a la interfaz entre el nivel 1 y 2). En GE-II, los niveles 1b y 2 estaban fechados. En todos los casos, los resultados se acercan al límite de resolución de las técnicas ¹⁴C y cinco de las ocho fechas son infinitas. Por lo tanto, preferimos interpretar con cautela estos resultados y creemos que la arqueología y niveles paleontológicamente ricos de la Galería de las Estatuas deben de tener una edad mínima de ~ 45 ka.

Para el estudio palinológico, se tomaron muestras en la secuencia detrítica GE-I, de 2 m de profundidad y dividida en cinco zonas estratigráficas (LU), siendo LU5 la más antigua y LU1 la más reciente (Arsuaga *et al.*, 2017). En la figura 2, aparece el diagrama detallado para el análisis palinológico en profundidad relativa al piso de la cueva. En la figura 3 se normalizó el porcentaje de presencia, según el máximo de presencia para cada uno de los grupos.

La secuencia palinológica GE-I se puede dividir en tres fases: la Zona 3 es la más baja (LU 5, 4 y parte inferior de 3) y se caracteriza por un entorno abierto, indicativo de un clima fresco y seco; la Zona 2 es la intermedia (la parte superior de LU3) mostrando una expansión del estrato arbustivo; la Zona 1 es la más alta (es decir, la más reciente, que comprende LU2 y la base de LU1) y muestra un entorno más boscoso (aunque no alcanza el umbral para ser considerado un bosque cerrado). Es posible dividir aún más la zona más antigua (entorno abierto de la Zona 3) en tres fases (Fig. 3). La secuencia comienza con un entorno abierto con una diversidad taxonómica muy baja, que probablemente indica un paisaje muy seco (LU5 y base de LU4). Hay una ligera mejora climática en la mayoría de LU4 con un aumento en el porcentaje de *Pinus*, seguido por el desarrollo de otros taxones arbóreos, como *Betula*, *Fagus* y

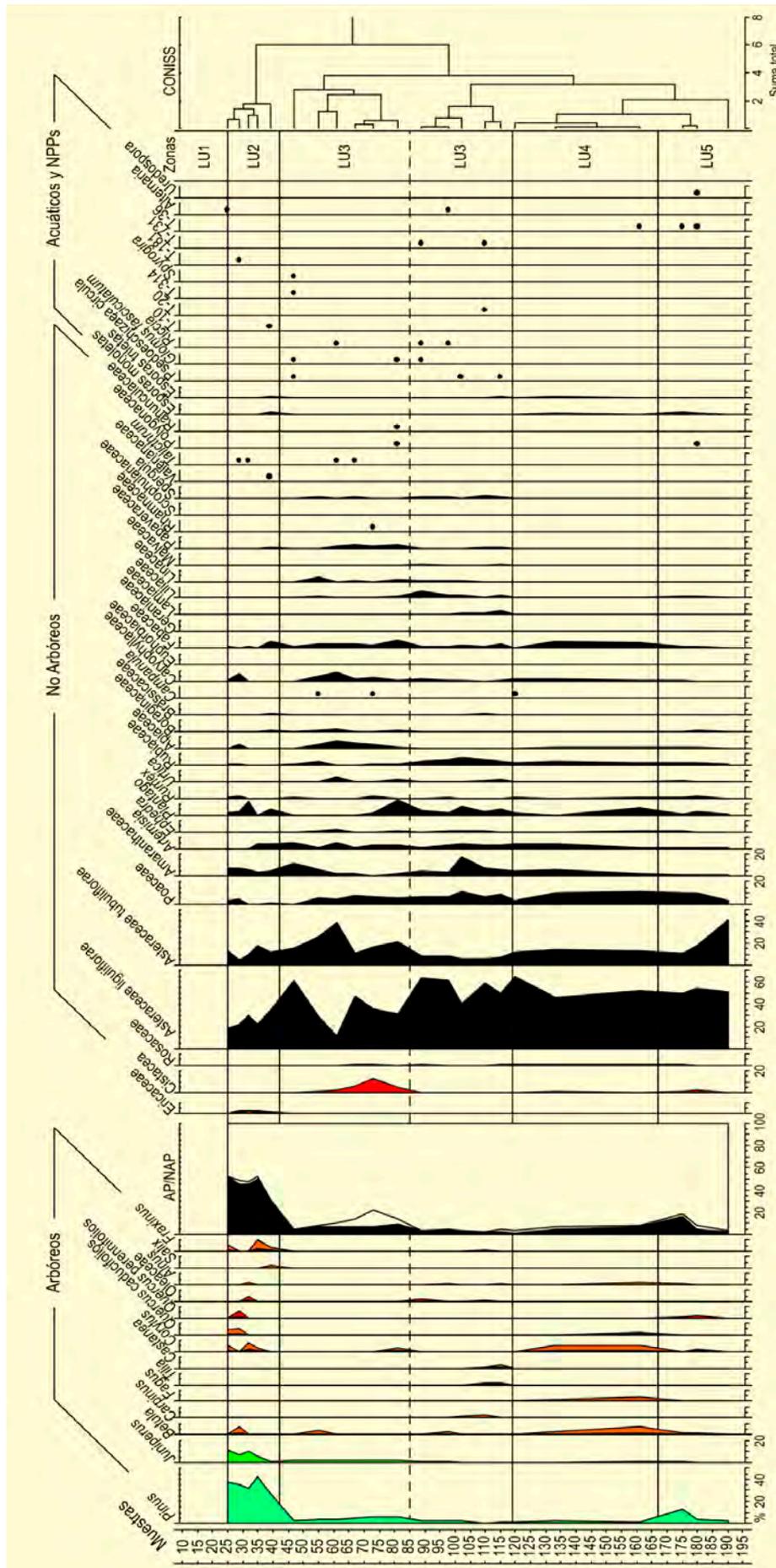


Figura 2. Diagrama detallado de la secuencia de GE-I de galería de Estatuas. Redibujado de Arsuaga et al. (2017)

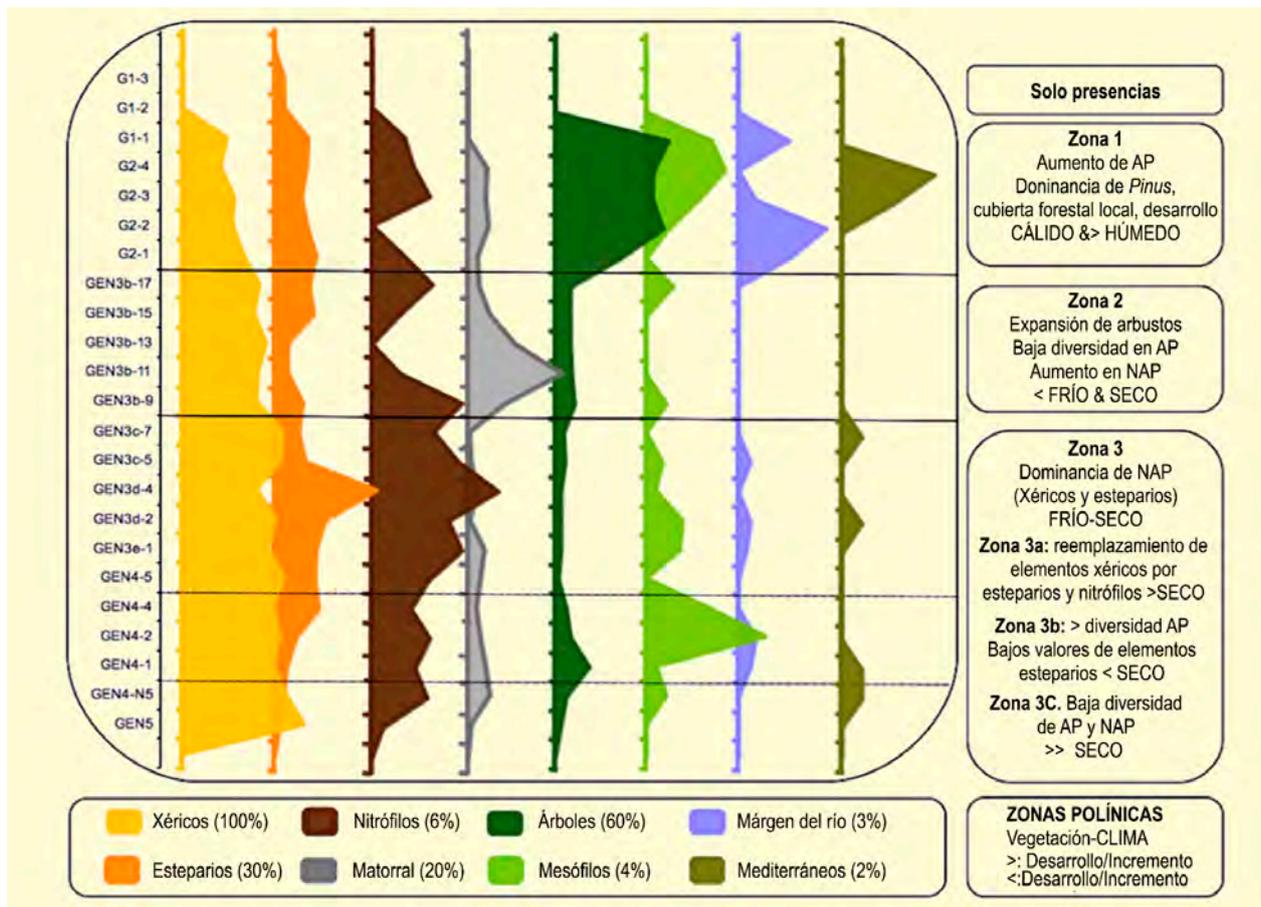


Figura 3. Diagrama interpretativo de la secuencia palinológica de GE-I. Redibujado de Arsuaga *et al.* (2017)

Corylus. Finalmente, la mitad inferior de LU₃ muestra una expansión de Asteraceae, Amaranthaceae, *Artemisia* y *Ephedra*. La segunda zona, al final de LU₃, muestra una transición hacia las condiciones de la Zona 1, con una mayor diversidad taxonómica demostrado por el polen no arbóreo y la expansión de arbustos. La primera zona (LU₂ y la base de LU₁) está caracterizada por un clima relativamente más cálido y húmedo, la expansión del bosque dominado por *Pinus*; sin embargo, se vuelve más diverso taxonómicamente. La información de LU₁ es escasa. Mientras que la base LU₁ es similar al final de LU₂, dos muestras adicionales en LU₁ no contienen la cantidad mínima de polen requerida para análisis (Figs. 2 y 3).

Solo existe una correspondencia parcial entre las LU y las zonas de polen. Este será objeto de nuevos estudios en un futuro próximo. La zona 1 coincide con LU₂. La parte superior de LU₁ no ha producido una cantidad significativa de polen y correspondería, en nuestra interpretación geológica, con el momento en el que la

cueva comienza a cerrarse. Diferencias en la correspondencia entre las Zonas 2 y 3 y LU₃ y 4 podría estar relacionado con uno (o ambos): (a) leves cambios paleoecológicos que pueden no haber sido lo suficientemente fuertes como para alterar las condiciones geológicas de sedimentación; y (b) cambios en la dinámica de ocupación de la cueva que podría haber ocurrido, dejando una huella en el registro sedimentario independientemente de los cambios potenciales en el medio ambiente de los alrededores de la cueva.

En GE-II, solo se realizó un muestreo preliminar, limitado a LU₁ y 2. La secuencia comienza con un medio dominado por *Pinus*, que es paralelo al registro en LU₂ de GE-I. En LU₁, los datos son más escasos y un deterioro de las condiciones climáticas puede detectarse, lo que conduce a un entorno con paisajes más abierto.

La secuencia palinológica indica que hubo una mejora climática de LU₃ a LU₂, ya que esta última era más cálida y húmeda. Tanto los testigos GE-I como GE-II han

proporcionado nueva información sobre las ocupaciones neandertales del yacimiento que incluyen restos líticos y restos óseos con marcas antropogénicas (Arsuaga *et al.* 2017).

El análisis palinológico indica un episodio de calentamiento con un ambiente abierto en comparación con el de la actualidad. Este es coherente con los micromamíferos muy diversos y ricos, dominado por taxones de hábitat abierto. GE proporciona conocimientos sobre las ocupaciones neandertales de las zonas más interiores Península Ibérica, que contrasta con el clima de sitios

más suaves y costeros. Además, también muestra la biodiversidad en la que sobrevivieron los neandertales, en los diferentes ecosistemas / ecotonos de la Meseta norte ibérica en la que existían diferentes especies de presas (capridos en áreas más montañosas; cérvidos y équidos en entornos más abiertos). Indica la resistencia de estos grupos de cazadores recolectores que habitaban la Sierra de Atapuerca a pesar de los cambios ecológicos ocurridos durante el Pleistoceno tardío (Arsuaga *et al.* 2017).

Más información

Arsuaga *et al.* (2017)



ATAPUERCA TRINCHERA DEL FERROCARRIL

Sierra de Atapuerca, Burgos
Pleistoceno medio (960-240 ka BP)

Los yacimientos paleontológico-arqueológicos de la Trinchera del Ferrocarril se localizan a 14 km al este de Burgos capital, en la Sierra de Atapuerca (42° 21' N, 03° 31' O; 980 m s.n.m.), una pequeña elevación cuya máxima altitud es 1078 m. La sierra está constituida por calizas cretácicas karstificadas que incluyen galerías y simas rellenas de depósitos sedimentarios cuaternarios. La construcción de un trazado ferroviario a finales del siglo XIX puso al descubierto algunos de estos rellenos sedimentarios, como los que comprenden la llamada Trinchera del Ferrocarril (Fig. 1) y que incluyen Gran Dolina (Figs. 13 y 14), Galería (Figs. 2 y 3) y Sima del Elefante. En el mismo complejo kárstico se localiza otro de los yacimientos, la Cueva Mayor. Todos ellos han proporcionado numerosos restos arqueológicos y paleontológicos que incluyen fósiles humanos pertenecientes a *Homo antecessor* (Fig. 9),

Homo heidelbergensis y *Homo neanderthalensis* (Fig. 10). En cualquier caso, la gran importancia de los yacimientos de Atapuerca reside no sólo en la presencia de estas poblaciones humanas, sino también en la gran amplitud cronológica del sitio, que abarca desde el Pleistoceno inferior hasta el final del Pleistoceno medio (Tablas 1 y 2).

Las características climáticas actuales del entorno de la Sierra de Atapuerca corresponden a un clima mediterráneo continental con fuertes contrastes térmicos debido a su ubicación interior en la Península, con precipitaciones entre 600-650 mm anuales. En la zona se desarrolla una vegetación dominada por encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) y quejigos (*Q. faginea*) de porte bajo, acompañados de matorrales o lianas como *Rhamnus alaternus*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Lo-*



Figura 1. Paisaje de la Sierra de Atapuerca (Burgos), donde se combina el bosque, ahora protegido y en recuperación, con campos de cultivo. Sobre la Trinchera del Ferrocarril se observa el tejado de la edificación de las excavaciones de Gran Dolina a la derecha y el de la Sima del Elefante a la izquierda (2006) (Foto: F. Burjachs)

Tabla 1. Dataciones para los niveles arqueo-paleontológicos de Galería

Nivel	Ka BP	Muestra	Método
techo GIV	211 ±32	-	ESR / U-Th
base GIV	185 ±26	TL97-14	IRSL
GIIIb	256 ±23	promedio de TL98-17 y TL97-24	TL y IRSL
GIIIb	256 ±33	-	ESR / U-Th
GIIa	466 ±39	promedio de TL98-15 y TL97-19	Luminiscencia
techo GIIa	422 ±55	TL98-12	Luminiscencia
base GIIa	503 ±95	TL97-06	Luminiscencia

Tabla 2. Dataciones para los niveles arqueo-paleontológicos de Gran Dolina

Nivel	ka BP	Muestra	Método
TD11	240 ±44	OSL97-33	IRSL
TD10-1a	337 ±29	promedio de ATA9707, ATA9705, ATA9610	ESR/U-Th
base TD10-1	379 ±57	ESR-ATA0606	ESR/U-Th
TD10-2	244 ±26	promedio de 97-28, 97-45, 98-23	Luminiscencia
TD10-2	337 ±51	ESR-ATA9703	ESR/U-Th
TD10-2	418 ±63	ESR-ATA9608	ESR/U-Th
TD10-3	430 ±59	TL98-20	Luminiscencia
TD9	480 ±130	TL97-53	Luminiscencia
TD8	602 ±52	promedio de AT9604, AT9605, AT9702	ESR/U-Th
TD8	820 ±140	TL97-49	Luminiscencia
base TD7	960 ±120	TL97-41	Luminiscencia
TD6-2	731 ±63	promedio de AT9601, AT9602, AT9603	ESR/U-Th

nicera peryclimenum, *L. xylosteum*, *L. etrusca*, *Viburnum lantana*, *Erica vagans* y *Genista scorpius*. La vegetación actual está bastante alterada debido a las actividades antrópicas y las zonas bajas están destinadas a cultivos cerealistas. En la no muy lejana Sierra de la Demanda se desarrollan otras formaciones vegetales, como hayedos (*Fagus sylvatica*) y pinares (*Pinus sylvestris*).

Los estudios palinológicos realizados en estos yacimientos se iniciaron a mediados de los 80, pocos años después del inicio del estudio sistemático y pluridisciplinar de estos depósitos. Los primeros resultados paleobotánicos ofrecen datos sobre los yacimientos de Cueva Mayor (García-Antón 1987) y en el caso de los depósitos de la Trinchera, sobre Galería y Gran Dolina (García-Antón 1989, García-Antón & Sainz-Ollero 1991, Cattani *et al.* 1994, García-Antón 1995). Los estudios

fueron retomados posteriormente para Gran Dolina y Sima del Elefante (Burjachs 2001). Nuevas dataciones sobre el sitio (Berger *et al.* 2008) junto a una puesta en común de los resultados polínicos (Rodríguez *et al.* 2011) han permitido una síntesis sobre la historia de la vegetación.

El depósito sedimentario de Galería forma parte de un amplio conjunto de depósitos kársticos dentro de la llamada Trinchera del Ferrocarril (Fig. 1) y está sellado a techo por una costra estalagmítica datada entorno a los 200 ka (Falgüeres 1986). En Galería se han documentado 5 niveles arqueológicos, con una potencia estratigráfica de unos 16 m, entre los que se encontraron restos de *H. heidelbergensis*. El muestreo palinológico se realizó de forma regular cada 5 cm sobre un perfil de 5,75 m, abarcando los niveles denominados, de base a



Figura 2. Yacimiento de Galería antes de empezar las excavaciones (Foto: F. Burjachs)



Figura 3. Yacimiento de Galería en la actualidad (Foto: F. Burjachs)

techo, GIIa a GIV. De ellos, solo los 2,90 m correspondientes a GIIIb y GIV contenían polen. Los resultados en Galería (García-Antón & Sainz-Ollero 1991) (Fig. 4, Tabla 3) permitieron establecer 5 zonas polínicas de base a techo (I-V): las zonas polínicas I y II se corresponden con el nivel estratigráfico GIIIb, y las zonas polínicas III, IV y V con el nivel GIV.

En la zona polínica I predomina *Quercus*, especialmente de tipo caducifolio, acompañado de otros caducifolios como *Fagus*, *Betula*, *Corylus*, *Juglans*, *Fraxinus*, *Salix* y la presencia puntual de *Picea*. Como sotobosque dominan las ericáceas. El paisaje de esta zona viene tipificado por un bosque mixto con dominancia de *Quercus*, donde las hayas (*Fagus*) forman un elemento subsidiario. Un clima húmedo y temperaturas no excesivamente bajas pueden ser las condiciones climáticas en esta zona.

La zona polínica II es menos variada en taxones arbóreos. *Quercus* perennifolios y caducifolios son codominantes y *Fagus* se mantiene. Puede representar una

ligera degradación de las condiciones ambientales anteriores, probablemente un descenso en las precipitaciones y temperaturas algo más frías. La zona polínica III de nuevo aumenta en especies. Destaca la mezcla de elementos florísticos desde templados a mediterráneos: *Quercus* caducifolios, *Fagus*, junto a *Olea*, *Ligustrum*, *Rhamnus* y *Q.* perennifolios. Hay también una menor presencia de brezales. Probablemente las precipitaciones fueran menores en esta etapa, o la estacionalidad fuera más contrastada.

Un cambio importante se marca en la fase polínica IV donde dominan las herbáceas, fundamentalmente gramíneas y compuestas. Entre los árboles, destaca *Pinus* y el declive de *Quercus*. Este cambio en la vegetación, donde dominan los paisajes abiertos de carácter estepario, puede representar unas condiciones ambientales de menor precipitación. Finalmente, en la zona polínica V vuelven a dominar *Quercus* caducifolios y perennifolios al tiempo que hay una buena representación

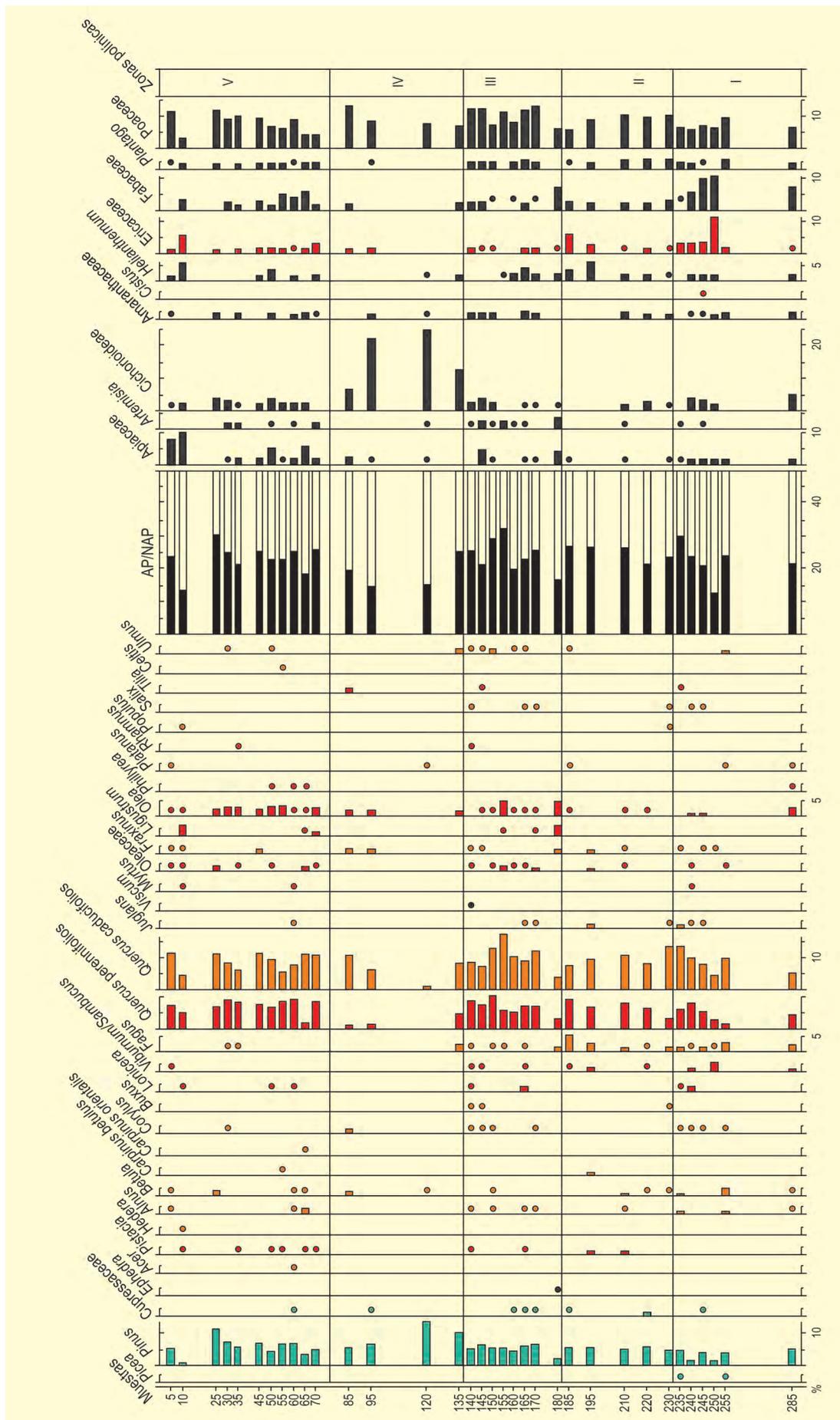


Figura 4. Diagrama polínico de Galería (niveles TG-11 y TG-12). Redibujado de García-Antón & Sainz-Ollero (1991)



Figura 5. Reconstrucción del paleoambiente basada en el nivel TD6 inferior de Gran Dolina, reflejando un contexto de clima continental relativamente árido, con predominio de cupresáceas y un paisaje abierto (Ilustración de Mauricio Antón)



Figura 6. Paisajes mediterráneos inferidos del estudio paleoecológico del Estrato Aurora en Gran Dolina, nivel TD6 (Ilustración de Mauricio Antón)

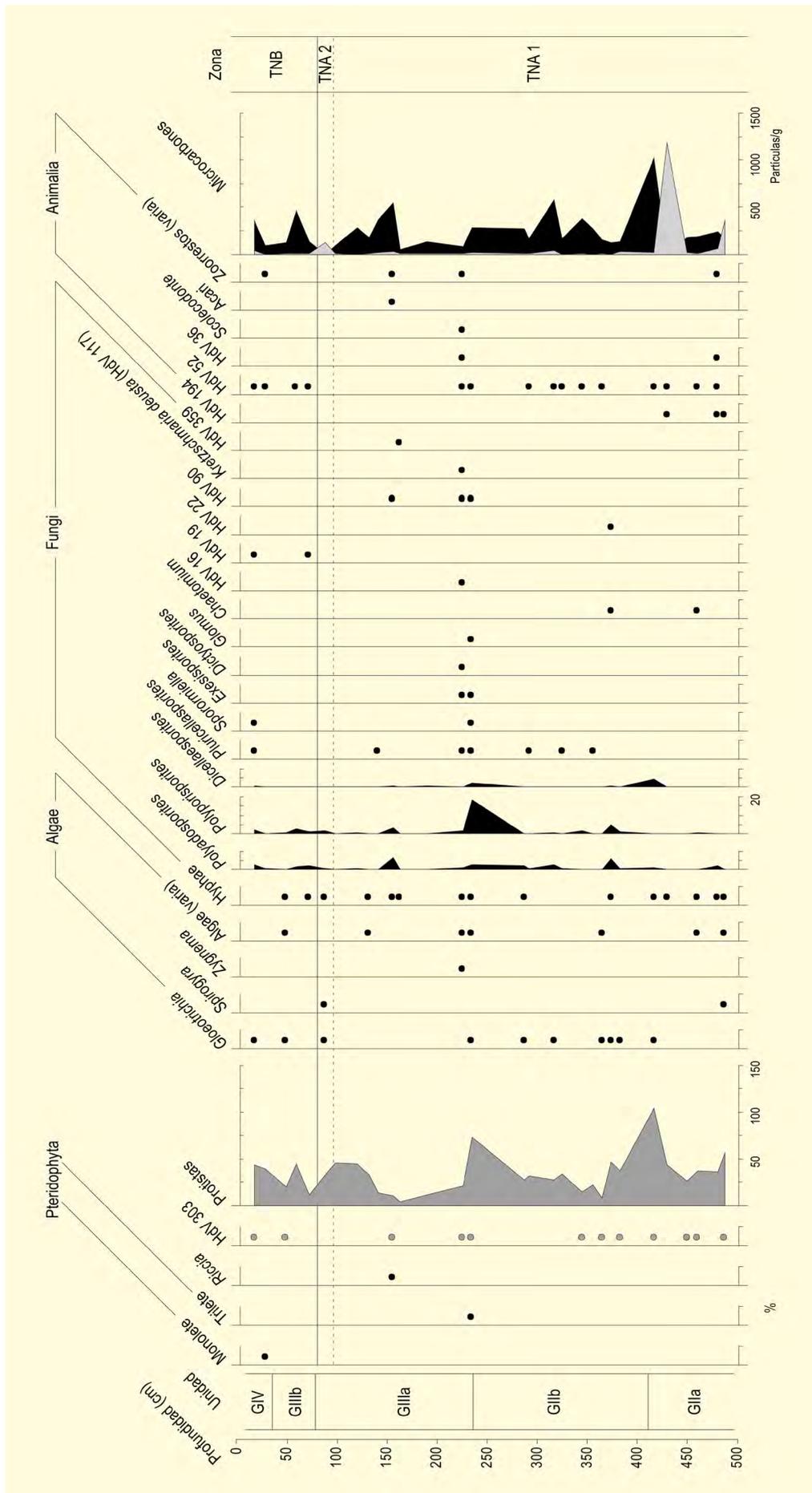


Figura 7. Diagrama de NPPs y microcarbones del yacimiento de Galería. El gráfico muestra los valores de concentración (palinomorfos y partículas de microcarbón por gramo de sedimento seco). La curva gris superpuesta en los microcarbones, muestra sus valores redondeados. Modificado de Expósito et al. (2017)



Figura 8. Contexto ecológico sobre la base de los hallazgos del nivel TD8 de Gran Dolina, con bosques de tipo atlántico y abundancia de *Fagus*, *Quercus caducifolios* y *Betula* (Ilustración de Mauricio Antón)



Figura 9. Cráneo de *Homo antecessor* encontrado en la Gran Dolina de Atapuerca. Especie homínida más antigua de Europa (Foto: JM Bemúdez de Castro)



Figura 10. Cráneo encontrado en la Sima de los Huesos de Atapuerca. Antepasado directo del Hombre de Neandertal en Europa (Foto: JM Bemúdez de Castro)

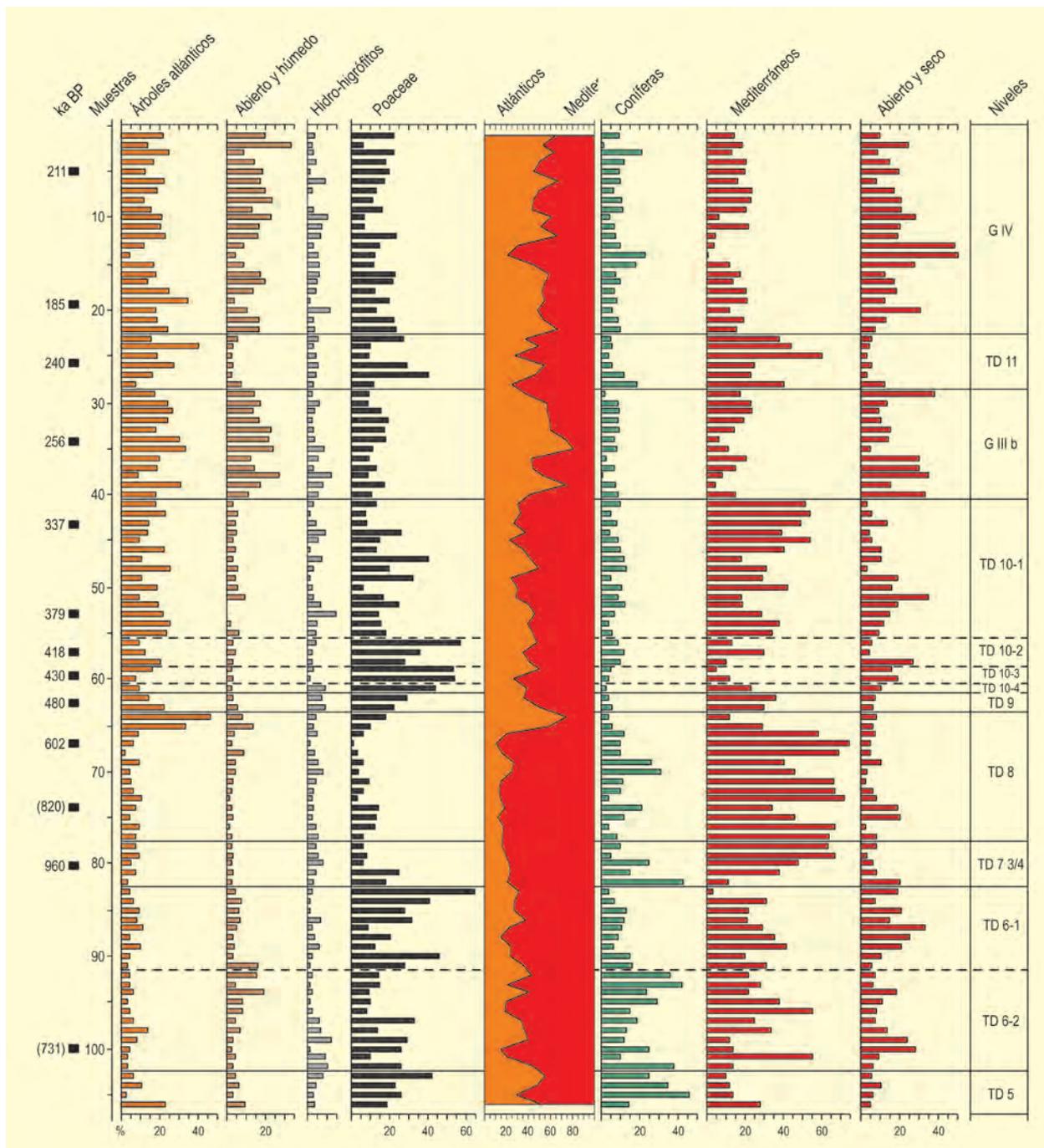


Figura 11. Diagrama polínico combinado para las secuencias de Gran Dolina (TD) y Galería (G). Los taxones se han agrupado en categorías, según su hipotética atribución paisajística. Redibujado de Rodríguez *et al.* (2011)

de taxones mediterráneos como *Olea*, *Pistacia*, *Ligustrum*, *Phillyrea*, *Rhamnus*, *Myrtus*, *Celtis* y *Carpinus*.

En Gran Dolina se han reconocido once unidades litoestratigráficas (TD1 a TD11), con un total de más de 20 m de potencia estratigráfica; es en TD6 donde se encontraron los primeros restos de *Homo antecessor*. Numerosas muestras resultaron polínicamente estériles o

muy pobres debido probablemente a la alta mineralización de los sedimentos, con ausencia práctica de materia orgánica. Incluso los fitolitos están ausentes o sumamente alterados.

En términos de vegetación reconstruida, cabe remarcar un cambio notable entre TD8 (60z ka BP) y TD9 (480 ka BP), cuando la vegetación mediterránea domi-

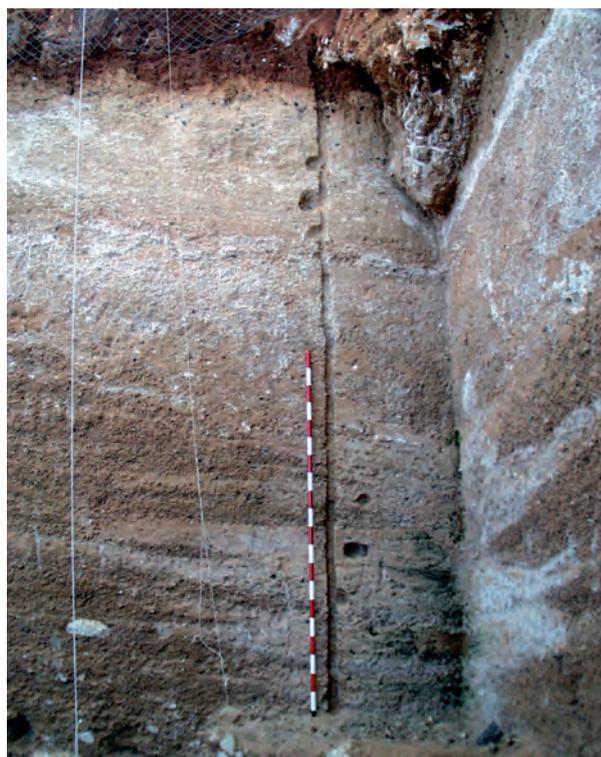


Figura 13. Columna de muestreo de la secuencia superior de Gran Dolina (TD11-TD10) en 1998 (Foto: F. Burjachs)



Figura 14. Columna de muestreo de la secuencia inferior de Gran Dolina realizada en el sondeo de la excavación (TD9-TD4) en 1998 (Foto: F. Burjachs)

nante pasa a equipararse a la atlántica, donde también se observa un gran salto cronológico. Por otro lado, se ha determinado una escasa presencia en la parte baja del diagrama de Gran Dolina (TD5 a TD8) (Fig. 15, Tabla 3) de taxones relictos del Terciario, tales como *Cedrus*, *Taxodium*, *Carya* y *Pinus t. haploxylon*, que más tarde ya no aparecen en el diagrama y que supone su extinción para la Meseta castellana. Otros taxones, que probablemente se extinguen regionalmente durante el Máximo Glacial del Pleistoceno superior (*Carpinus*, *Celtis*, *Castanea*), también aparecen en el diagrama.

Climáticamente, cabe remarcar la presencia de *Olea-Phillyrea*, más abundante entre TD5 y TD8, como indicador de un clima más cálido que en la actualidad para algunos momentos del Pleistoceno inferior, cuando las fuertes heladas invernales aún no eran típicas para la Meseta norte.

El análisis polínico convencional de los depósitos de Trinchera (Galería, Gran Dolina y Sima del Elefante) se ha complementado recientemente con la información proporcionada por los NPPs, que proporcionan información referente a las características ambientales de

tipo local que influyen en los procesos de formación de los rellenos sedimentarios (Expósito *et al.* 2017). Los taxones incluidos en este grupo son microalgas, hongos y restos quitinosos de insectos o arácnidos, así como restos de plantas y otros palinomorfos de origen ecológico indeterminado.

El conjunto de NPPs identificados incluye las esporas de Pteridófitos, microalgas y algunas formas fúngicas de naturaleza coprófila. La secuencia de muestras analizada reproduce la totalidad de la potencia del relleno e incluye los niveles GII a GIV, con sus respectivos subniveles. El análisis de clusters ha establecido dos zonas palinológicas principales (TNA y TNB). La zona TNA agrupa las muestras pertenecientes a los niveles de GIIa a GIIId y la zona TNB los niveles GIIb y GIV (Fig. 7).

Uno de los rasgos definitorios de la zona TNA son los picos en la representación de las partículas de microcarbón, especialmente en la transición entre el nivel GIIa y GIIb, lo que indicaría la existencia de unas condiciones de una cierta aridez en este período. También en esta zona se da la concentración más elevada de palinomorfos fúngicos. Concretamente, en la base del nivel

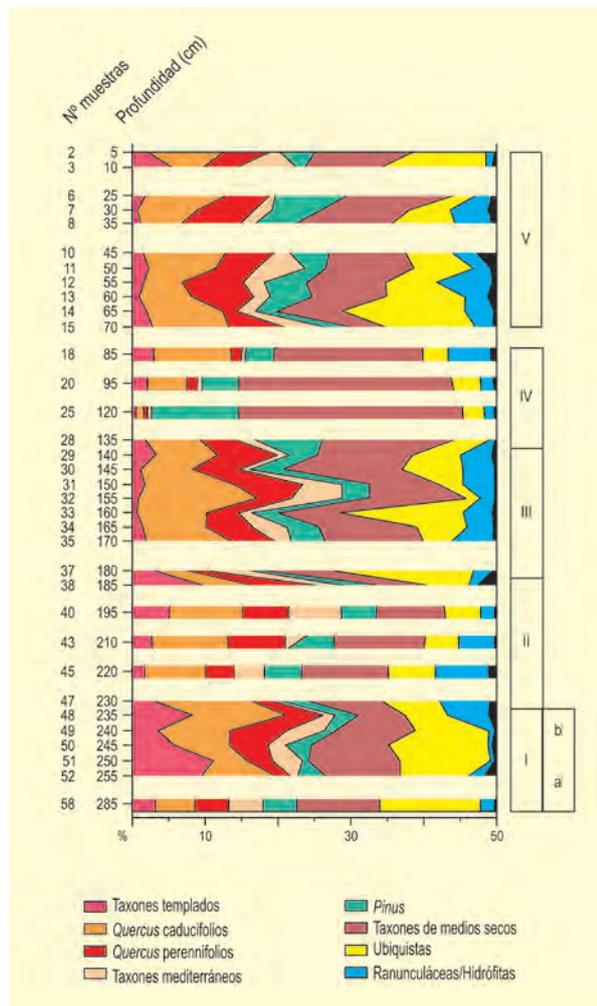


Figura 15. Diagrama polínico sintético de Galería (Atapuerca). Modificado de García-Antón (1995) y Rodríguez *et al.* (2011)

GIIIa se ha documentado la mayor variabilidad taxonómica de palinomorfos así como la máxima concentración de hongos coprófilos y saprófitos. Esto se ha relacionado con la existencia de acumulaciones de materia orgánica en la base de GIIIa debido, entre otros factores, a la frecuentación de la cueva por parte de animales y grupos humanos, tal y como sugieren los datos arqueopaleontológicos.

En la zona TNB, que si ha proporcionado registro polínico, se ha identificado un conjunto de palinomorfos que indican la existencia de suelos pobres en base al descenso de los indicadores de un sustrato de tipo orgánico.

Las muestras analizadas incluyen del nivel TD5 al nivel TD11. El vínculo de vecindad ha dividido la secuencia en dos grupos principales (TDA y TDB). La

zona TDA incluye los niveles TD5 y TD6, y la zona TDB agrupa los niveles de TD7 a TD11 (Fig. 12). La división de la secuencia en las dos principales zonas palinológicas coincide con el límite Matuyama-Brunhes.

Los resultados de NPPs muestran que las unidades TD5 y TD6 se caracterizan por el predominio de los palinomorfos algales. A pesar de la relativa aridez identificada a partir del registro de polen, los datos de NPPs parecen apuntar a una fase de humedad local que afectaría, al menos, al interior de la cueva, donde serían frecuentes los encharcamientos, al menos hasta el techo de TD6-3. Sin embargo, en TD6-2 se ha identificado un descenso en la representación de las algas, probablemente relacionado con una cierta mejora de las condiciones de habitabilidad de la cueva, que habrían posibilitado la ocupación humana documentada en este estrato.

A partir de este momento, en la zona TDB la presencia de microalgas disminuye en términos generales. Aun así, se ha identificado algún episodio especialmente húmedo en la parte inferior de la unidad TD8. En el umbral de nivel TD8 a TD8-9 se produce un cambio significativo en los conjuntos de fauna que implica la sustitución de las especies del Pleistoceno inicial por los conjuntos típicos del Pleistoceno medio. En ese momento, se documenta un pico en la concentración de hongos lignícolas, probablemente vinculado con la presencia de madera o raíces en descomposición en el interior de la cueva. Esto, que podría estar relacionado con el cambio en la vegetación asociado al aumento de la humedad ambiental observado en el registro polínico, podría haber favorecido la producción de biomasa.

En la parte superior de la capa TD8 y en toda la unidad TD9 se ha identificado una alta presencia de formas fúngicas de naturaleza coprófila. En general, la identificación de ascosporas de *Sporormiella*, junto con otros hongos coprófilos como *Cercophora* y *Sordaria*, en la unidad TD9, parece estar relacionada con la posible acumulación de guano que conforma esta capa arqueológicamente pobre.

En consonancia con la tendencia hacia la mejora climática que se ha descrito a partir del registro polínico para la parte superior de la secuencia, y que se carac-

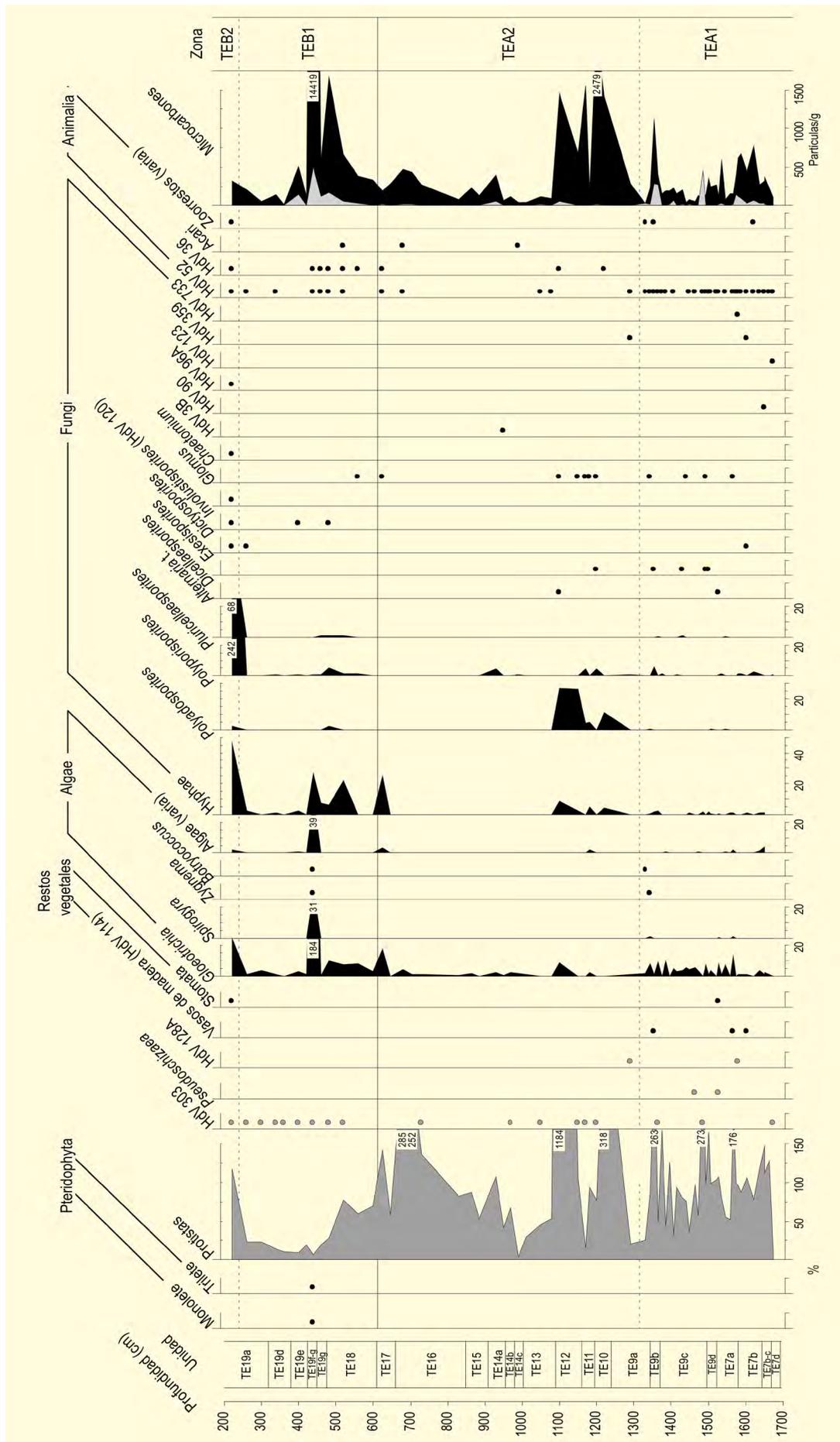


Figura 16. Diagrama de NPPs y microcarbones de la Sima del Elefante. El gráfico muestra los valores de concentración (palinomorfos y partículas de microcarbón por gramo de sedimento seco). La curva gris superpuesta en los microcarbones, muestra sus valores redondeados. Modificado de Expósito et al. (2017)

Tabla 3. Tipo de vegetación, asociados a los distintos niveles polínicos o estratigráficos de los depósitos de Galería y Gran Dolina (García-Antón 1995)

Depósitos	Nivel estratigráfico	Nivel polínico	Vegetación
Galería		V	Bosque de <i>Quercus</i> con <i>Olea</i> y <i>Pistaceae</i>
	GIV	IV	Asteraceae liguliflorae y Poaceae con <i>Pinus</i>
		III	Bosques de <i>Quercus</i> con <i>Olea</i>
		II	Bosque de <i>Quercus</i> con <i>Fagus</i>
	GIIIb	I	Bosque de <i>Quercus</i> con <i>Fagus</i> , <i>Betula</i> , <i>Alnus</i> y <i>Ericaceae</i>
Gran Dolina	TD-11		Estéril
	TD-10		<i>Pinus</i> Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Pinus</i> con <i>Olea</i>
	TD-9		Estéril
	TD-8		Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Pinus</i> con <i>Castanea</i>
	TD-7		Bosque de <i>Quercus</i> con <i>Pinus</i> , <i>Fagus</i> , <i>Olea</i> , <i>Vitis</i>
	TD-6		Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Cupressaceae</i> con <i>Olea</i> , <i>Celtis</i> , <i>Pistacia</i> <i>Cupressaceae</i> con <i>Quercus</i> , <i>Olea</i>
	TD-5		Bosque abierto de <i>Quercus</i>
	TD-4		Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Pinus</i> con <i>Fagus</i> , <i>Olea</i>
	TD-3		Estéril

teriza por la recuperación de elementos mediterráneos y la existencia de una mayor aridez ambiental, en la zona TDB, se han identificado valores elevados de microcarbón, que pueden asociarse con la proliferación de incendios forestales naturales propios de un contexto de sequía estival mediterránea. Por otro lado, se han identificado en esta zona importantes concentraciones de restos zoológicos, hongos coprófilos y otros tipos fúngicos que debieron proliferar probablemente asociados al alto grado de ocupación antrópica.

La Sima del Elefante (TE) no ha aportado datos polínicos estadísticamente significativos. Sin embargo, los resultados de NPPs han resultado más resolutivos y han permitido dividir la secuencia en dos grandes zonas palinológicas (TEA y TEB) (Fig. 16). Esta división principal coincide, también en este caso, con el límite Matuyama-Brunhes y, por tanto, con la transición del Pleistoceno inicial al Pleistoceno medio, ubicada entre las unidades TE16-TE17. La secuencia palinológica analizada incluye casi todos los niveles y subniveles arqueológicos documentados (de TE7 a TE19).

En la base de la zona TEA, los resultados de NPPs de los niveles TE7, TE9d y TE9c son consistentes con la existencia de una cierta humedad en el interior o en los alrededores de la cueva. En consonancia con esta humedad local, la identificación de *Pseudoschizaea* indicaría la existencia de procesos erosivos de entrada masiva de sedimentos asociados a las dinámicas de remoción provocadas por riadas o inundaciones.

Posteriormente, las concentraciones de microcarbón son especialmente significativas en los niveles TE10, TE11 y TE12, indicando la proliferación de incendios forestales en esta fase. Este hecho, junto a la escasez en la presencia de palinomorfos algales en la zona TEA2, podría estar vinculado con la reducción del nivel freático, como resultado del descenso de las precipitaciones.

Los palinomorfos no polínicos muestran un cambio en las condiciones ambientales locales entre los niveles TE17 a TE18, que se materializa en el aumento de partículas de microcarbón en la base de la zona TEB. Sin embargo, en el umbral entre los niveles TE18

y TE19 se aprecia un cambio brusco hacia un entorno más húmedo a causa del aumento en la representación porcentual y en la variabilidad de las microalgas, probablemente por un aumento en las precipitaciones.

En relación con este evento, en TE19f-g se ha identificado un espectro polínico mínimamente resolutivo, lo que constituye una excepción en comparación con el resto de la secuencia. La presencia de *Quercus caducifolia* en el registro y la identificación de *Pinus sylvestris* a partir de un macrorresto de carbón, indicaría la existencia de zonas arboladas a nivel local y regional. Además, la presencia en el registro de *Salix*, Cyperaceae y

Typha / Sparganium es consistente con la existencia de humedad ambiental asociada con la presencia de un curso de agua en las proximidades. Sin embargo, los microcarbones alcanzan los valores máximos de la secuencia en la zona TEB1. Este hecho, aparentemente contradictorio, podría estar asociado a la identificación de una concentración de macrocarbones en el nivel TE19f, todavía en estudio, y que podría tener un origen posiblemente antrópico.

Más información

García-Antón (1989, 1995, 1998), García-Antón & Sainz-Ollero (1991), Catani *et al.* (1994), Burjachs (2001), Rodríguez *et al.* (2011), Expósito *et al.* (2017)



AYOÓ DE VIDRIALES

Ayoó de Vidriales, Zamora
Pleistoceno superior (~19000 años cal BP – actualidad)

Ayoo de Vidriales es un trampal (2ha) situado en el borde noroccidental de la Meseta Norte Ibérica ($42^{\circ} 7' 35''$ N, $6^{\circ} 4' 13''$ O) a 780 m s.n.m. Ocupa una pequeña depresión sobre sedimentos pleistocenos aproximadamente 400 m al suroeste del núcleo urbano de Ayoó de Vidriales. El paisaje circundante se caracteriza por los amplios valles definidos por los afluentes del río Esla con algunos cerros intercalados.

El clima es mediterráneo con matices continentales (temperatura media anual: 10°C ; precipitación media anual: 500 mm; sequía estival: 3 meses), mientras que la roca madre es predominantemente silíceo (filitas, esquistos y cuarcitas ordovícicas, conglomerados plio-pleistocenos, y sedimentos aluviales y coluviales holocenos). El entorno de Ayoó de Vidriales se caracteriza por presentar un mosaico de cultivos, pequeños rodales de monte bajo (*Quercus pyrenaica*, *Quercus ilex* subsp. *ballota*) y matorrales (jarales, brezales).

En marzo de 2009, se sondeó un lugar poco alterado del tremedal con una sonda rusa, obteniendo un testigo

de 174 cm de longitud. El sedimento es fundamentalmente turboso durante el Holoceno, mientras que durante el Tardiglacial se alternan niveles turbosos, limosos y arenosos. Para establecer la cronología de la secuencia sedimentaria se dataron quince muestras de turba, sedimento orgánico y macrofósiles mediante radiocarbono, de las cuales fueron excluidas cuatro por inconsistencias internas (Tabla 1). Con las once dataciones radiocarbónicas restantes se construyó un modelo de edad que, junto con la bioestratigrafía, ha contribuido a definir la cronología de la secuencia.

En la secuencia polínica de Ayoó de Vidriales se han podido distinguir seis zonas estadísticamente significativas que cubren una parte significativa del Tardiglacial así como el Holoceno completo. La zona polínica más antigua (AYOÓ-1, aprox. 19000-12680 años cal BP) comprende buena parte del Tardiglacial y se puede dividir en tres subzonas, AYOÓ-1a a AYOÓ-1c. Su cronología absoluta, ha sido ajustada y refinada en función de la estratigrafía polínica regional debido a las incertidumbres existentes en el modelo de edad para este



Figura 1. Toma de muestras en el trampal de Ayoó de Vidriales, Zamora (Foto: César Morales)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Ayoó de Vidriales (Zamora). La calibración se llevó a cabo con el programa CALIB 6.0 (Stuiver & Reimer, 1993) y la curva de calibración IntCal09 (Reimer *et al.*, 2009). Morales-Molino & García-Antón (2014)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
CNA-778	39–39,5	680 ± 30	680–560	Turba
Beta-330974	47–47,5	1760 ± 30	1730–1570	Turba
UBA-19745	54–55	2770 ± 30	2950–2790	Turba
CNA-779	71–71,5	3260 ± 30	3560–3400	Turba
UBA-19746	84–85	4070 ± 30	4800–4440	Turba
CNA-780	103–103,5	4650 ± 30	5470–5310	Turba
UBA-19747	116–118	6040 ± 40	7000–6760	Madera, corteza
UBA-19748	132–133	9300 ± 50	Rechazada	Carbón
Beta-330975	137–137,5	8560 ± 40	9550–9490	Sedimento orgánico
Beta-258143	143–143,5	6080 ± 40	Rechazada	Madera de <i>Betula</i>
Beta-340996	147–148	10.380 ± 50	12.510–12.050	Sedimento orgánico
Beta-330976	153–153,5	11.980 ± 70	13.970–13.730	Sedimento orgánico
UBA-19749	160–161	13.030 ± 70	16.380–15.160	Sedimento orgánico
Beta-258144	168,5–170	6140 ± 40	Rechazada	Madera de <i>Betula</i>
Beta-330977	172–173	10.470 ± 50	Rechazada	Sedimento orgánico

periodo. La subzona AYOÓ-1a (aprox. 19000-16380 años cal BP) se caracteriza por una vegetación abierta de carácter fundamentalmente estepario (Poaceae, *Artemisia*) donde la moderada abundancia de polen arbóreo sugiere la posible presencia de algunos rodales forestales (pinos, abedules, quizá robles) en enclaves particularmente favorables. Este periodo podría corresponder con el final del Último Máximo Glacial (estadial GS-2b según la terminología del grupo INTIMATE). Posteriormente, durante la subzona AYOÓ-1b (aprox. 16380-13640 años cal BP) la cubierta vegetal pasó a ser incluso más dispersa, con pastizales, brezales y formaciones esteparias. Esta subzona podría corresponder en realidad con el estadial GS-2a, también conocido como Dryas antiguo, y datado entre 16900 y 14700 años cal BP. Por último, durante la subzona AYOÓ-1c (~13640-12680 años cal BP) se produjo una cierta recuperación forestal protagonizada por *Pinus* y *Betula*. Esta reforestación podría correlacionarse con el interstadial Tardiglacial GI-1 (14700-12850 años cal BP). Sin embargo, en torno a 12800 años cal BP los montes abiertos fueron sustituidos por una vegetación predominantemente herbácea (Poaceae, plantas esteparias) con *Juniperus*. Este nuevo retroceso de las formaciones arboladas podría relacionarse con el estadial GS-1, también conocido como Dryas reciente y datado entre 12850 y 11650 años cal BP.

En la siguiente zona, AYOÓ-2 (~12680-10020 años cal BP), asistimos a la sustitución de los brezales y los herbazales esteparios por pinares abiertos con abedul con un sotobosque donde las plantas esteparias todavía desempeñaron un papel importante. En realidad, el inicio de la expansión del bosque se podría corresponder con el inicio del Holoceno (~11600 años cal BP). A continuación, los robles y los abedules se expandieron reemplazando parcialmente a los pinos al inicio de la zona AYOÓ-3 (~10020-7670 años cal BP). Los bosques alcanzaron su máximo desarrollo alrededor de Ayoó de Vidriales durante AYOÓ-4 (~7670-5780 años cal BP), estando dominados por árboles planocaducifolios (p.ej.: robles, abedules, alisos, fresnos, arraclanes). La siguiente zona polínica, AYOÓ-5 (~5780-2720 años cal BP) se ha dividido en dos subzonas, AYOÓ-5a y AYOÓ-5b. Durante AYOÓ-5a (~5780-2720 años cal BP), los alisos pasaron a dominar la vegetación alrededor del trampal estudiado, probablemente estableciendo bosques ribereños en las llanuras aluviales próximas. Mientras, las laderas próximas probablemente estuvieron cubiertas de robledales con una notable diversidad de árboles y arbustos caducifolios. Ciertos indicadores de actividades pastorales como *Plantago* y hongos coprófilos cuentan con una representación continuada a partir de 6000-5900 años cal BP. En la siguiente subzona, AYOÓ-5b (~4460-2720

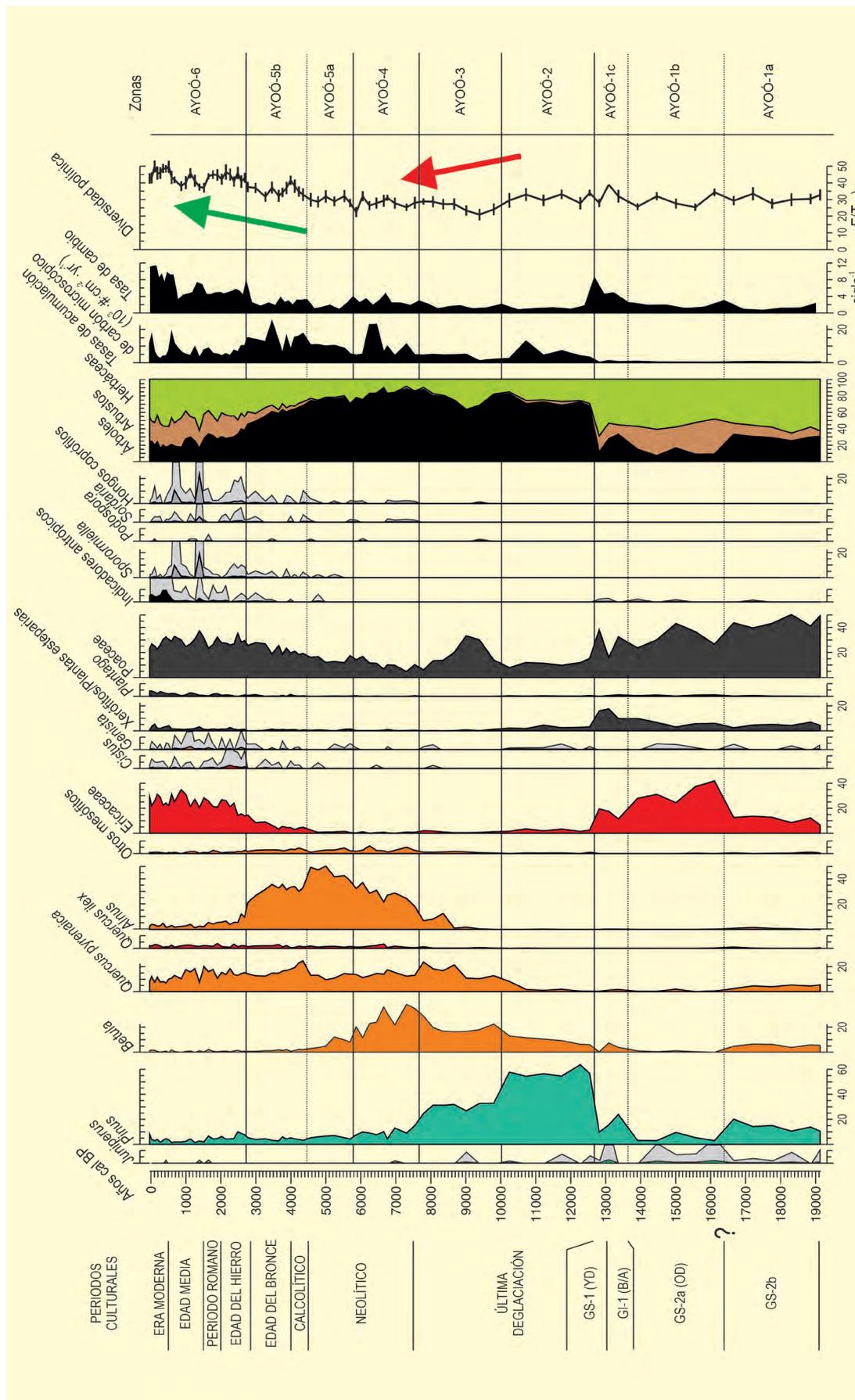


Figura 2. Diagrama resumen con los principales resultados del registro paleoecológico de Ayoó de Vidriales. La curva de “Otros mesófitos” incluye *Acer, Ilex, Corylus, Fraxinus, Frangula, Prunus, Sorbus, Ulmus, Hedera, Lonicera, Sambucus, Viburnum, Ligustrum y Crataegus*. “Ericaceae” comprende todos los tipos polínicos de *Erica y Calluna*. La curva de “Xerófitos/Plantas esteparias” incluye *Artemisia, Ephedra distachya t., Chenopodiaceae, Caryophyllaceae (excluida Scleranthus t.), Brassicaceae y Helianthemum*. “Plantago” es la suma de los tipos polínicos de dicho género. “Indicadores antrópicos” agrupa *Scleranthus t., Cerealia t., Erodium, Spergula t., Papaver, Chelidonium, Echium, Urtica, Polygonum aviculare t., Olea, Vitis y Juglans*. “Hongos coprófilos” representa la suma de hongos coprófilos obligados. Los puntos negros representan porcentajes inferiores a 0,5%. Las exageraciones de las curvas son 10x. Se muestra además la cronología de las principales etapas del Tardiglacial (según Lowe et al. 2008), así como la de los principales periodos culturales. Modificado de Morales-Molino & García-Antón (2014).

años cal BP), se produjo una cierta deforestación de las alisedas mientras los matorrales (jarales, brezales, escobonales) y los herbazales se expandieron. Este proceso deforestador podría vincularse a una intensificación de las actividades agrarias en la zona, apoyada por el incremento en las abundancias de esporas de hongos coprófilos y algunas especies ruderales (*Polygonum aviculare* t., *Echium*), particularmente acusado a partir de 3500 años cal.BP. Como consecuencia de la apertura del bosque y el establecimiento de ecotonos se produjo un aumento notable en la diversidad florística. Por último, la zona AYOÓ-6 (~2720 años cal BP – actualidad) muestra cambios muy acusados en la cubierta vegetal, como indican los altos valores en la tasa de cambio. En primer lugar, las alisedas fueron completamente deforestadas para establecer cultivos, matorrales y pastizales. Los incrementos registrados en las abundancias de esporas de hongos coprófilos e indicadores polínicos de agricultura y pastoreo (*Cerealia* t., *Plantago*, *Urtica*, *Asphodelus*) muestran que las actividades humanas fueron en gran medida causantes de los cambios acaecidos en la vegetación en torno a Ayoó de Vidriales.

La secuencia de Ayoó permite conocer cómo fue la dinámica de la vegetación durante el Tardiglacial en la Meseta Norte Ibérica, donde los registros que cubren este periodo son muy escasos y fragmentarios. Cabe destacar que las condiciones particularmente secas y continentales, así como la lejanía de los refugios para

las especies arbóreas promovieron el predominio de una cubierta vegetal abierta compuesta por brezales y comunidades esteparias durante los estadales y una escasa expansión forestal durante el interstadial Tardiglacial (Bølling-Allerød). La transición del Dryas reciente al Holoceno se caracterizó por la rápida expansión de bosques “boreales” (dominados por pinos con cierta presencia de abedul), que persistieron durante varios milenios en el Holoceno inicial. Posteriormente, los pinares fueron sustituidos por formaciones forestales dominadas por especies planocaducifolias, sobre todo abedules y robles. Durante el inicio del Holoceno, se registra una incidencia notable del fuego, probablemente vinculada al aumento de biomasa y las condiciones más o menos secas y continentales. El máximo desarrollo de los bosques caducifolios tuvo lugar durante el Holoceno medio, al igual que en el sureste ibérico. Los incendios fueron menos significativos durante esta fase debido a la menor inflamabilidad de las especies dominantes y las condiciones generales más húmedas. Aunque se ha detectado cierto impacto humano temprano, durante el Neolítico, no fue hasta el Calcolítico y la Edad del Bronce cuando se asiste a un incremento acusado en las actividades agrícolas y ganaderas así como de su impacto en la vegetación natural, que experimentó una notable degradación.

Más información

Morales-Molino & García-Antón (2014)



BAJONDILLO

Torremolinos, Málaga
Pleistoceno superior Holoceno (>43000-8288 años cal BP)

La Cueva del Bajondillo se sitúa en el término municipal de Torremolinos (36° 37' 02" N, 04° 33' 31" O) (Fig. 1), en el extremo occidental de la bahía de Málaga, apenas a 200 m de la línea de costa; en una zona de enorme interés arqueológico ya que son numerosos los yacimientos que han podido ser documentados para un intervalo cronológico relativamente amplio como es el existente entre el OIS 5 y el OIS 1. Su estudio paleoambiental tiene el interés añadido de poder discernir la evolución de la vegetación costera en relación con los episodios glaciales más importantes del Pleistoceno y la recuperación climática postglacial.

Un total de 103 muestras para análisis polínico han sido estudiadas, comprendiendo niveles del Paleolítico medio al Neolítico (Fig. 2). Todas proceden del perfil oeste del yacimiento, según la campaña del año 2000 (Fig. 3). En general, los espectros polínicos de los estratos asignados al Paleolítico medio (19 a 14), denotan una alternancia sucesiva entre condiciones climáticas térmicas y húmedas con otras más frías y áridas, lo que a nivel de paleovegetación supone la transformación

de un paisaje forestal o de estepa arbolada en otro eminentemente estépico. Estos datos permiten confirmar la enorme variabilidad climática acontecida durante el Paleolítico medio en el sur de la Península Ibérica entre 110 y 38 ka BP.

Los estratos de la base de la secuencia (19 y 18), muestran un paleopaisaje en mosaico, con la vegetación aparentemente controlada por condiciones húmedas y generalmente cálidas. En este paisaje se conjugarían elementos caducifolios de tipo melojarrobleal enriquecido con especies mesófilas como el aliso, el abedul, el avellano y el fresno. A estos se unen el abeto (probablemente *Abies pinsapo*) y el nogal (*Juglans regia*). Las zonas litorales podrían haber estado ocupadas por encinares y/o coscojares, así como pinares sobre dunas. A ello hay que unir la existencia de una importante maquia xerotermófila rica en acebuche, mirto y lentisco. Ambos estratos se ubicarían tentativamente en algún momento del estado isotópico 5, probablemente entre el OIS 5c y los inicios del 5b (101,5-86,6 ka BP).



Figura 1. Playa de Torremolinos en las proximidades a la Cueva del Bajondillo (Foto: FJ. Ríos Báez)

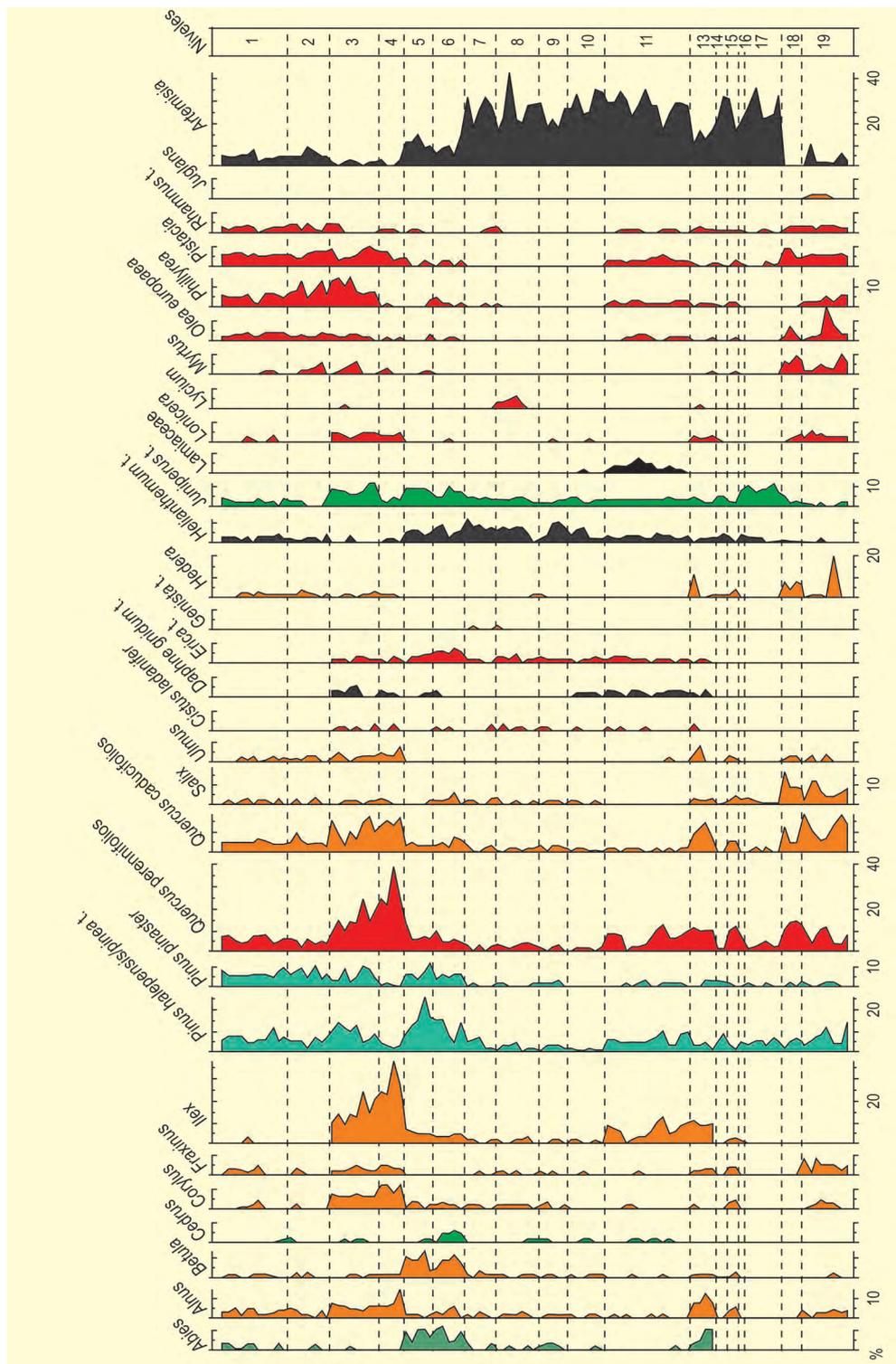


Figura 2. Diagrama polínico de la secuencia de la Cueva del Bajondillo. Redibujado de Cortés Sánchez et al. (2008) y López-Sáez et al. (2007)

En el estrato 17 la vegetación sufre un cambio muy sustancial resultado del advenimiento de condiciones más frías y secas, las cuales provocan una disminución muy importante de la cobertura arbóreo-arbustiva y un aumento sustancial de las formaciones herbáceas, sobre todo de gramíneas y de otros elementos florísti-

cos propios de estos ambientes áridos y posiblemente fríos. La vegetación característica en estos momentos correspondería posiblemente a una estepa fría. Este estrato cuenta con una datación por TL de 61,5 ka BP, lo cual lo situaría en el seno del OIS 4, un estado isotópico de carácter frío. Estas condiciones áridas y frías

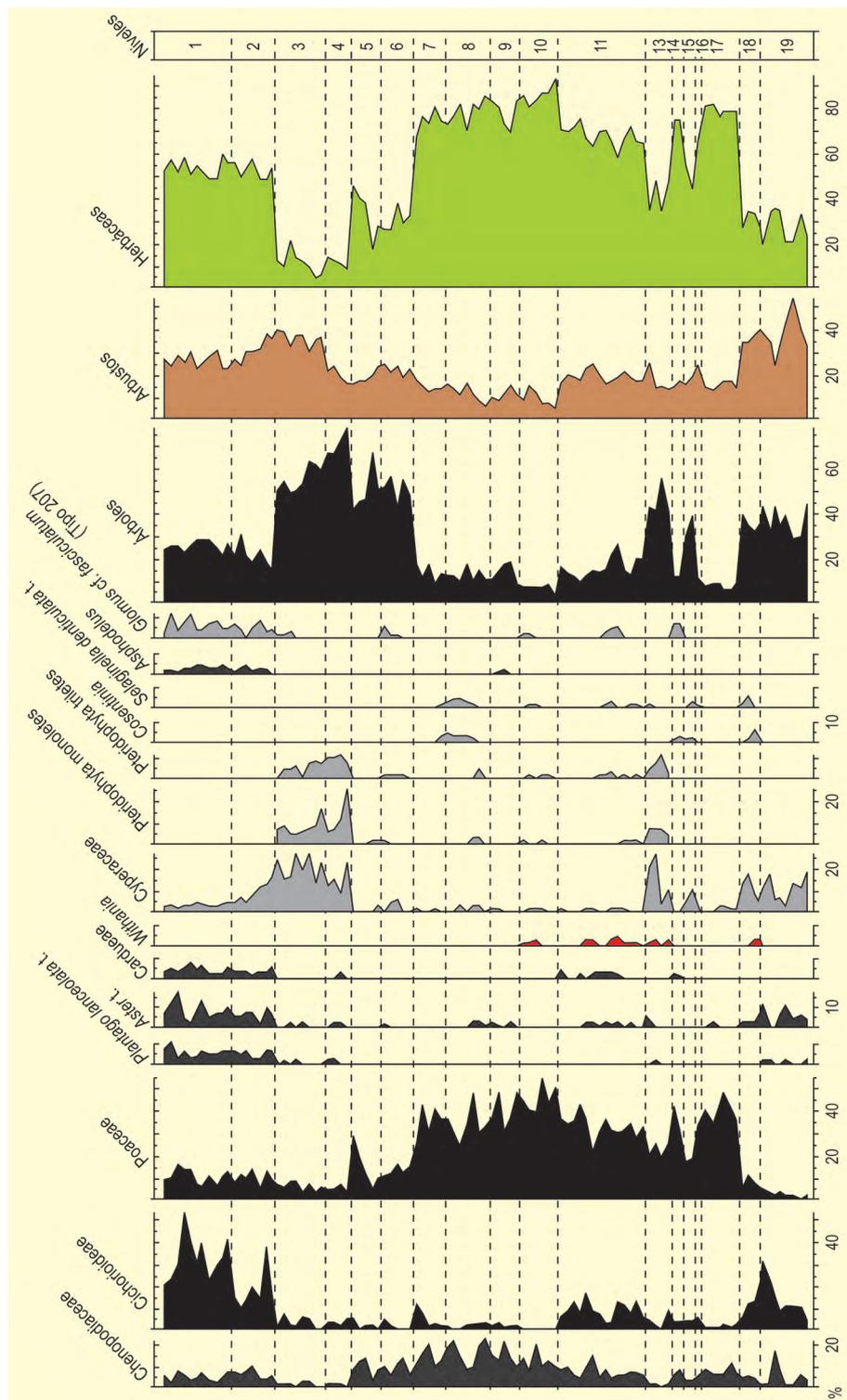


Figura 2. Continuación.

parecen mantenerse en el estrato 16, para el cual conocemos dos dataciones por TL de 39183 y 39983 años BP. No obstante, en tales fechas, reaparecen elementos propios de estos enclaves refugio para la flora termófila. Las fechas anteriores nos permitirían, corresponder este estrato con algún momento del OIS 3, entre 50-40

ka BP, caracterizado por una vegetación de tipo estepa arbolada con bosques mixtos.

El estrato 15 muestra la recuperación de la vegetación leñosa, incluyendo la maquia xerotermófila, probablemente bajo condiciones más húmedas, asociadas

Tabla 1. Dataciones de la Cueva de Bajondillo, extraídas de Cortés Sánchez *et al.* (2008) y Cortés-Sánchez & Simón-Vallejo (1997)

Ref. Lab.	Estrato/ niveles	Años BP AMD	Años BP TL	Años cal. BP Cal Pal 2005	Material	Cultura
Ua-18269	Bj/3	7475 ± 80	—	8288	Carbón	Mesolítico
Ua-21999	Bj/4	7325 ± 65	—	8138	Carbón	Mesolítico
MAD-3927	Bj/7	—	16438 ± 1497	19749	Carbonatos	Magdalenense
MAD-3926	Bj/8	—	17582 ± 1521	21053	Carbonatos	Solutrense
AA-34710	Bj/9	—	18701 ± 2154	22413	Hueso	Solutrense
—	Bj/10	—	24344 ± 2653	28678	Piedra	Gravetiense
MAD-2559	Bj/11	—	26013 ± 2777	30504	Piedra	Auriñaciense
MAD-2377	Bj/12-13	—	28532 ± 5319	32955	—	Auriñaciense
Ua-16859	Bj/14	> 40000	—	> 43000	Carbón	Paleolítico medio
—	Bj/15- Bj/19	—	—	—	—	Paleolítico medio

**Figura 3.** Bajondillo, perfil 1 completo (Foto: M. Cortés)

al aumento del pinsapo. Los espectros polínicos parecen reflejar que nos encontramos en una fase interstadial del OIS 3 entre dos fases más o menos áridas, representadas por los estratos 16 y 14, las cuales exhibirían una vegetación de estepa arbolada.

El nivel 14 evidencia una retracción de la vegetación arbórea. Contamos con dos dataciones, una mayor de 40000 años BP y otra en torno a 28551 años BP. El estrato 14 correspondería posiblemente al evento H5, cuya vegetación característica en el sur de Europa se

distingue por la expansión de formaciones abiertas de gramíneas y *Artemisia*.

La transición entre el Paleolítico medio y el superior, estratos 12 y 13, muestra una recuperación progresiva de la vegetación arbórea, especialmente de los mesófilos, ripisilva y pinsapar, lo cual sugiere mayor pluviometría. Para el estrato 13 disponemos de dos dataciones, 37005 y 28532 años BP aproximadamente. La cronología del estrato 12 debería situarse entre las fechas de los estratos 11 y 13.

El primer nivel correspondiente al Paleolítico superior, el 11 (Auriñaciense), da cuenta de una disminución muy importante de la cobertura arbórea, especialmente de los mesófitos, incluyendo *Abies*. La persistencia de quercíneas perennifolias y el aumento de cobertura de la maquia xerotermófila (*Olea*, *Phillyrea* y *Pistacia*) serían el reflejo, con toda probabilidad, de la llegada al área de estudio de condiciones especialmente áridas. Se sigue confirmando la ocurrencia de enclaves refugio para especies termófilas como *Withania frutescens*. La cronología sitúa este nivel entre 33690 y 26013 años BP aproximadamente.

Durante el Gravetiense (10) se produce la expansión de la vegetación heliofítica, con retracción de árboles y la desaparición de la maquia xerotermófila. No obstante, se confirma la identificación de *Withania frutescens*. La cronología viene dada por una sola fecha, 24344 años BP, netamente pleniglacial.

El período correspondiente a los primeros estratos solutrenses no difiere mucho en la vegetación de la descrita para el nivel gravetiense, indicando de nuevo aridez regional. No obstante, parece observarse cierta recuperación del pinsapo y el aliso y la reaparición de la maquia xerotermófila. Las dataciones disponibles sitúan estos tres niveles entre 19990 y 16438 años BP aproximadamente. El final del Solutrense (6) y el siguiente nivel sin ubicación cultural definida (5) muestran espectros polínicos muy parecidos. Se confirma la recuperación de las formaciones forestales y matorrales termófilos. Esto afecta al abedul, el pinsapo, el acebo y, sobre todo a los pinares. Sin duda, estamos en un período más benevolente desde el punto de vista climático.



Figura 4. Lítica auriñaciense de la Cueva del Bajondillo (Foto: M. Cortés)

Durante el Mesolítico (4 y 3) el paisaje corresponde a una vegetación arbórea desarrollada con quercíneas y mesófitos (especialmente en el estrato 4). El nivel 3 cuenta con una datación de 7475 años BP, mientras que el 4 está fechado en torno a 7325 años BP.

En el Neolítico (2 y 1) se produce deforestación tanto de quercíneas como de pinos, con una importante presencia de la maquia termomediterránea y de las formaciones de gramíneas, probablemente pastizales nitrófilos. En este nivel se identifica la acción del hombre a través de prácticas agrícolas (cultivo del cereal) y ganaderas, mediadas ambas por el uso del fuego.

Más información

López-Sáez *et al.* (2007), Cortés-Sánchez *et al.* (2008)



BALMA DE GUILANYÀ

Navés, Solsonés, Lleida
Pleistoceno final – Holoceno (14850-8000 años cal BP)

Balma de Guilanyà se situa en la Serra de Busa a 1157 m s.n.m., en el Prepirineo Leridano (Navés, Solsones) (42° 05' 18" N 1° 36' 38" E). Según los datos de la estación de Lladurs a 785 m s.n.m., la temperatura máxima media anual es de 12,1 °C y mínima anual de 6,7 °C con una precipitación media anual de 655,9 mm y una humedad relativa anual 67 %. En la actualidad la vegetación de la zona en la que se ubica Balma de Guilanyà está fuertemente antropizada debido a repoblaciones de *Pinus sylvestris*, frente a una formación arbórea que debería corresponder a robledales con boj. En las áreas por encima de los 1000 m, el boj acompaña a *Quercus pubescens*, y por debajo de este límite altimétrico a *Quercus faginea*. En ambas formaciones son muy habituales *Pinus sylvestris* o *P. nigra* y *Acer*, a la que se asocia un importante estrato arbustivo muy diverso compuesto por *Buxus sempervirens*, *Crataegus*, *Cornus*, *Prunus spinosa* y *Juniperus communis* entre otras especies.

Balma de Guilanyà fue descubierta en 1992 a consecuencia de la construcción de una pista forestal (Fig.

1). La secuencia crono-cultural se compone de 5 unidades arqueológicas (Fig. 2). La unidad superior contiene 2 niveles holocenos (C y C1) y la unidad inferior presenta 3 niveles con ocupaciones que corresponden al Tardiglacial (E, EJ y K). 14 dataciones radiométricas ¹⁴C AMS proporcionan una serie de fechas que se interpolan entre 14850-8000 años cal BP (Tabla 1). La dispersión vertical de los materiales conforma palimpsestos que sugieren la visita reiterada del abrigo, excepto durante el intervalo que corresponde con la zona crono-climática del Dryas reciente (Fig. 2).

Los resultados antracológicos están basados en el análisis de 1981 fragmentos de carbón procedentes de las 5 unidades arqueológicas (Fig. 3). Las inferiores K, EJ y E están englobadas en la fase de mejora ambiental Bölling/Allerød y se caracterizan por el dominio de *Pinus t. sylvestris* y evidencias puntales de *Betula*, *Prunus*, *Buxus sempervirens* y *Juniperus*. Esta situación contrasta con los niveles C1 y C que corresponden al Holoceno inicial, cuya diversidad se incrementa, identificándose



Figura 1. Imagen del exterior de Balma de Guilanyà (Foto: CEPAP-Centre D'estudis del Patrimoni Arqueològic de la Prehistòria)

Tabla 1. Tabla de dataciones de Balma Guilanyà. Modificado de Martínez-Moreno & Mora (2009)

Nivel	Referencia	Método	$\delta^{13}C$	Muestra	Años BP	Años cal. BP (95%)	Periodo paleoclimático	Crono-cultura
EJ	Beta-185066	AMS	-24.5	Carbón	12,180 ± 50	14,550-13,870	GI-1e	Aziliense
E	UBAR-367	CONV	-25.7	Carbón	11,460 ± 230	13,790-12,910	GI-1c/GI-1a	
E	Ua-34297	AMS	-19.6	Diente humano	11,095 ± 195	13,380-12,660	GI-1a	
E	Beta-210729	AMS	-26.4	Avellana	10,940 ± 50	12,990-12,710	GI-1a	
E	Ua-34298	AMS	-19.9	Hueso humano	10,195 ± 255	12,830-10,990	GI-1a/Preboreal	
C1	Beta-210728	AMS	-25.5	Avellana	9840 ± 50	11,340-11,180	Preboreal	Mesolítico
C	Beta-186168	AMS	-21.4	Carbón	9410 ± 60	10,790-10,510	Preboreal	
C	UBAR-368	CONV	-24.8	Carbón	8970 ± 430	11,250-9050	Preboreal/Boreal	
C	Beta-185064	AMS	-26.2	Carbón	8680 ± 50	9790-9510	Boreal	
C	Beta-210730	AMS	-24.3	Avellana	8640 ± 50	9730-9490	Boreal	

11 taxones entre los que *Pinus t. sylvestris* representa más del 50 % del conjunto, mientras *Acer*, *Prunus*, *Buxus sempervirens*, *Juniperus* y *Maloideae* oscilan entre 5-15 %. El resto *Ulmus*, *Rhamnus cathartica/saxatilis*, *Fraxinus* y *Viburnum* aparecen puntualmente. Asimismo, destaca la presencia de *Quercus ilex/coccifera* y en el nivel C se aprecia un significativo incremento de *Buxus sempervirens*.

Los datos obtenidos permiten establecer dos fases antracológicas. La fase 1 integrada en el Tardiglacial y que incluye los niveles K, EJ y E y refleja un dominio del pino propio de un bosque formado casi exclusivamente por este taxón. En zonas aclaradas, con mayor humedad ambiental o formando parte del escaso sotobosque del pinar, podrían aparecer rosáceas (*Prunus*) y enebros/sabinas, siendo poco significativos. La fase 2, Holoceno,

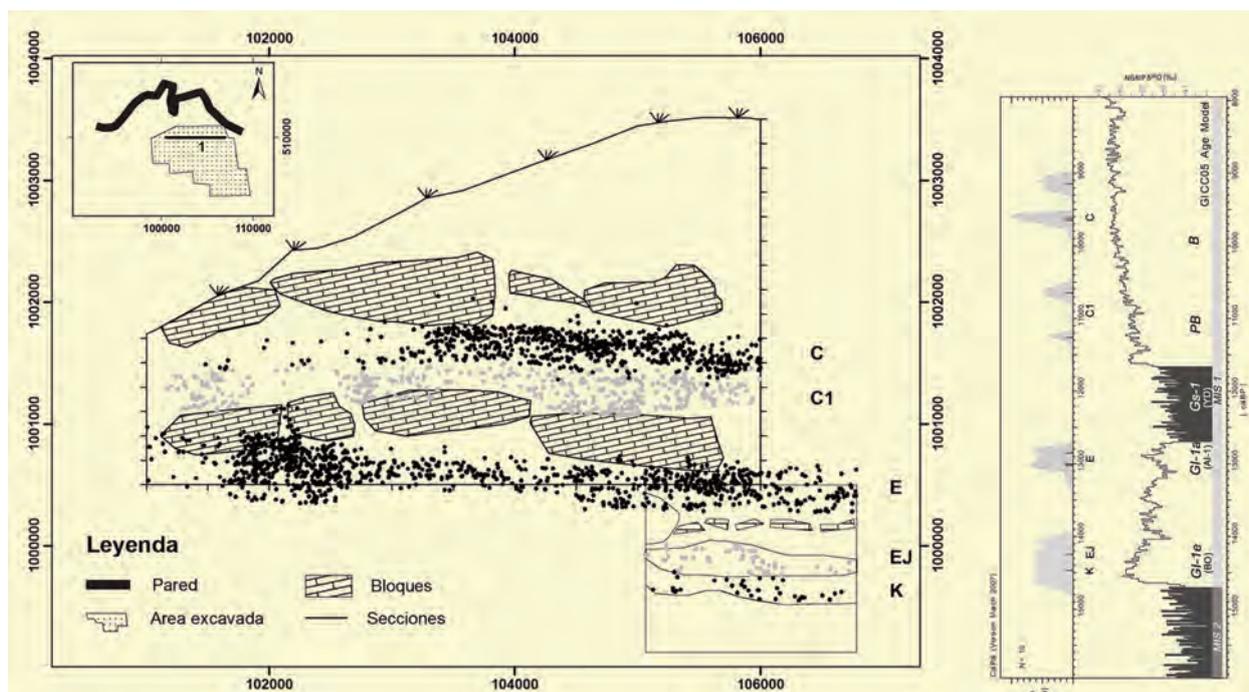


Figura 2. Imagen de la planta y la sección mostrando la distribución espacial vertical de los materiales arqueológicos (CEPAP)

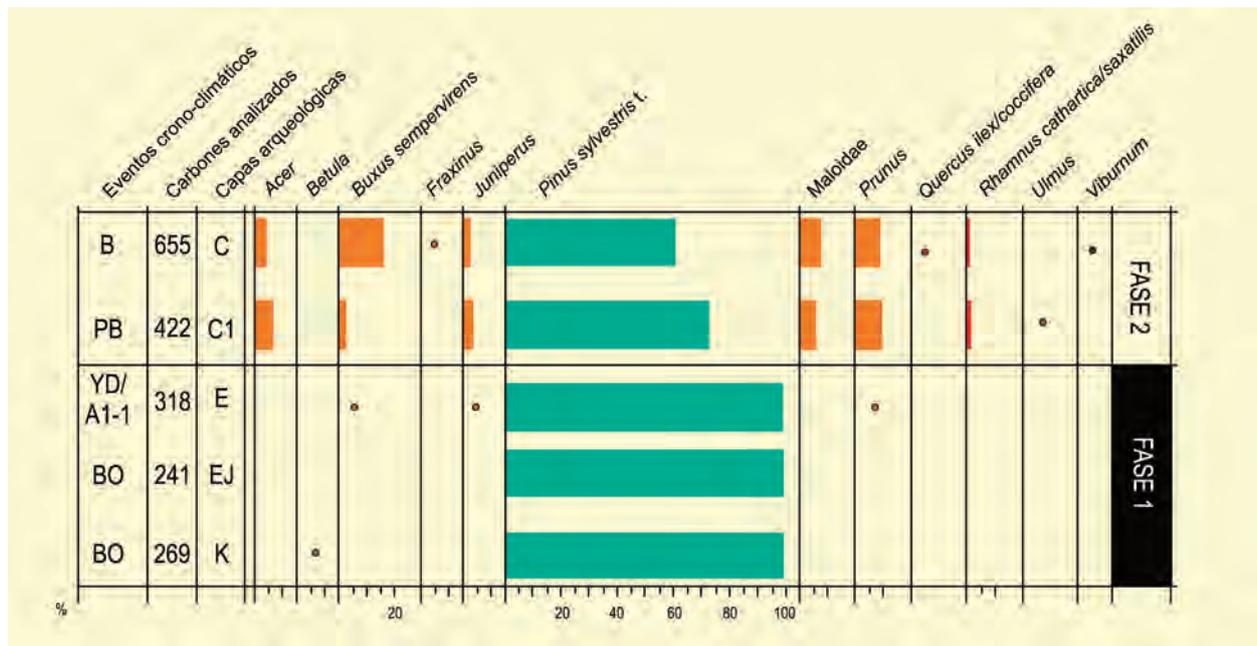


Figura 3. Diagrama antracológico de Balma de Guilanyà. Redibujado de Allué et al. (2012)

incluye los niveles C y C1 en la que el pino tipo albar continúa definiendo un pinar como formación arbórea principal. Sin embargo, varios taxones mesófilos indican una variación en el cortejo arbóreo-arbustivo.

El registro carpológico se ha recuperado de los niveles E y C (Fig. 4). En el nivel E se identifican restos

de un fruto y de un endocarpo de *Prunus* cf. *spinosa* (cf. endrino), una bellota mal conservada (cf. *Quercus*), una semilla de Rubiaceae y restos de tejido parenquimatoso no identificado. En el nivel C se ha identificado *Sorbus* (serbal) y *Malus sylvestris* (manzano silvestre) y abundan los fragmentos de pericarpio de *Corylus avellana* (avellana). Es interesante

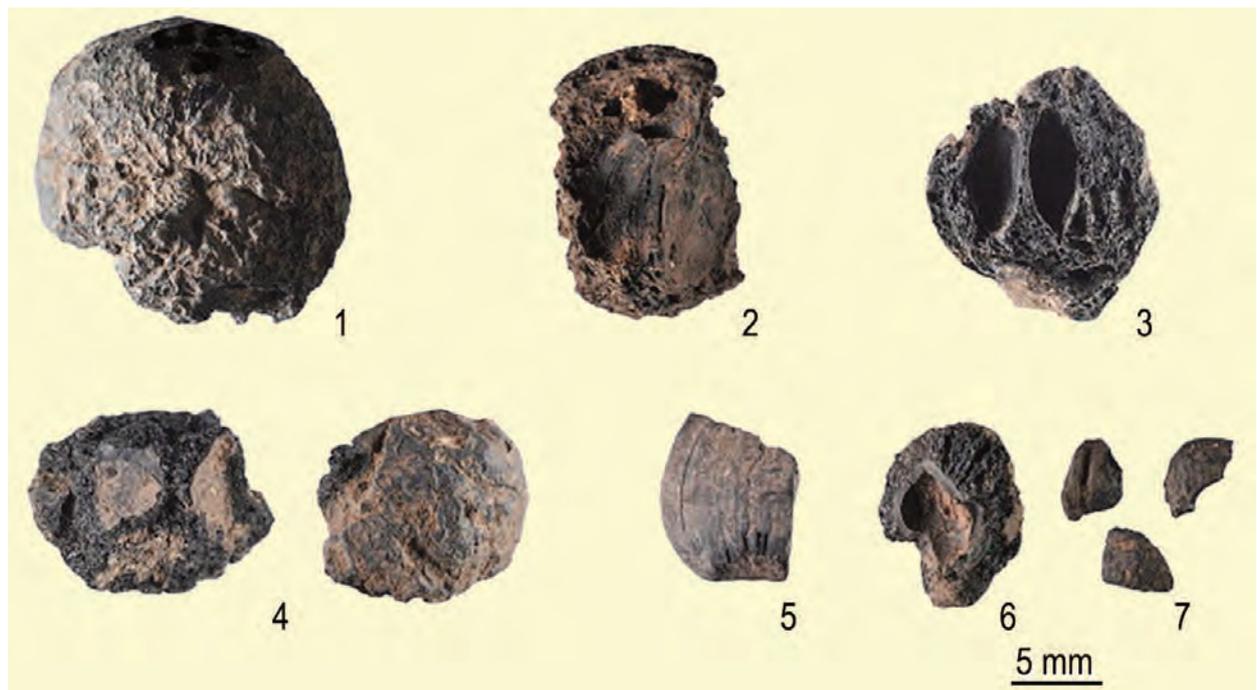


Figura 4. Imágenes de los restos carpológicos. Los restos proceden del nivel C, excepto el número 7 que procede del nivel E. 1: fruto de *Sorbus/Malus* 2: fruto de *Sorbus* (sección longitudinal); 3: fruto de *Sorbus* (sección transversal); 4: fruto de cf. *Malus* (sección longitudinal); 5: pericarpio de *Corylus avellana*; 6: fruto de *Prunus* cf. *spinosa*; 7: fragmentos de semilla de *Prunus* cf. *spinosa*

señalar que este último taxón está ausente del conjunto antracológico.

El registro antracológico de Balma de Guilanyà muestra una secuencia sujeta a las variaciones climáticas que se producen durante el inicio del MIS 1 y que afectan a los ecosistemas de montaña del Prepirineo. Este proceso produjo una importante remodelación de las formaciones vegetales que seguramente incidió en los recursos disponibles para los grupos humanos que, de forma recurrente y discontinua, se instalan en este abrigo entre el Bölling y el Boreal. El estudio an-

tracológico identifica en una primera fase una formación boscosa caracterizada por el dominio de pino albar. En una segunda fase más reciente que se desarrolla con posterioridad al Dryas reciente los pinos de montaña continúan siendo significativos. Sin embargo, se identifica un fuerte incremento en la diversidad arbóreo-arbustiva en la que se reconocen taxones mesófilos.

Más información

García-Guixé *et al.* (2009), Martínez-Moreno & Mora (2009), Allué *et al.* (2012)



BALMA DEL GAI

Bages, Moià, Barcelona
Pleistoceno final – Holoceno (12240-8930 años BP)

La Balma del Gai (41° 49' 00" N, 02° 08' 19" E, 760 m s.n.m.) se encuentra situada en el altiplano del Moianès, formado en la zona sureste de la depresión del Ebro (Fig. 1), en el piso supramediterráneo, con temperaturas actuales que oscilan (en el observatorio de Moià a 800 m s.n.m.) entre 3,23 °C en invierno y 20,9 °C en verano y precipitación media anual de 699 mm. La comarca está dominada por bosques secundarios de *Pinus sylvestris*, y bosques de *Quercus humilis* y *Buxus sempervirens*. Además de éstas, en el estrato arbustivo encontramos otras especies como *Prunus spinosa*, *Juniperus communis*, *Corylus avellana* y *Hedera*

helix y en el estrato arbóreo *Quercus cerrioides*, *Acer campestre*, *Pinus sylvestris* y *Quercus ilex/rotundifolia*. Además, a 7 km al este del yacimiento destaca un hayedo relicto.

Se trata de una secuencia arqueológica de 1 metro de potencia con dataciones entre 8930-12240 BP (Tabla 71). El primer estudio antracológico sobre este yacimiento fue realizado por E. Bazile-Robert (1980). Posteriormente Allué *et al.* (2007) realizaron un estudio a partir de los materiales de las campañas de excavación más recientes. Este se basa en el análisis de 1171



Figura 1. Vistas de Moià en las proximidades a la secuencia de Balma del Gai (Foto: C.I.C. - Moia)



Figura 2. Cueva del Toll que junto a Balma del Gai y la cueva de les Toixoneres forman el conjunto de cuevas de este entorno (Foto: C.I.C. - Moia)

restos de carbón (Fig. 4). Las dataciones proporcionadas, así como las diferencias evidenciadas en el registro arqueológico y el conjunto antracológico, permiten definir diferentes fases. Los taxones identificados más relevantes son *Pinus t. sylvestris*,

Prunus, *Rhamnus cathartica/saxatilis* y *Acer*. Asimismo, otros taxones como *Juniperus*, *Maloideae*, *Buxus sempervirens*, *Clematis* y *Betula* aparecen más o menos regularmente a lo largo de la secuencia. Estos datos permiten poner en evidencia la transformación de las



Figura 3. Vista general del yacimiento y detalle de la excavación en Balma del Gai (Fotos: J. Nadal)

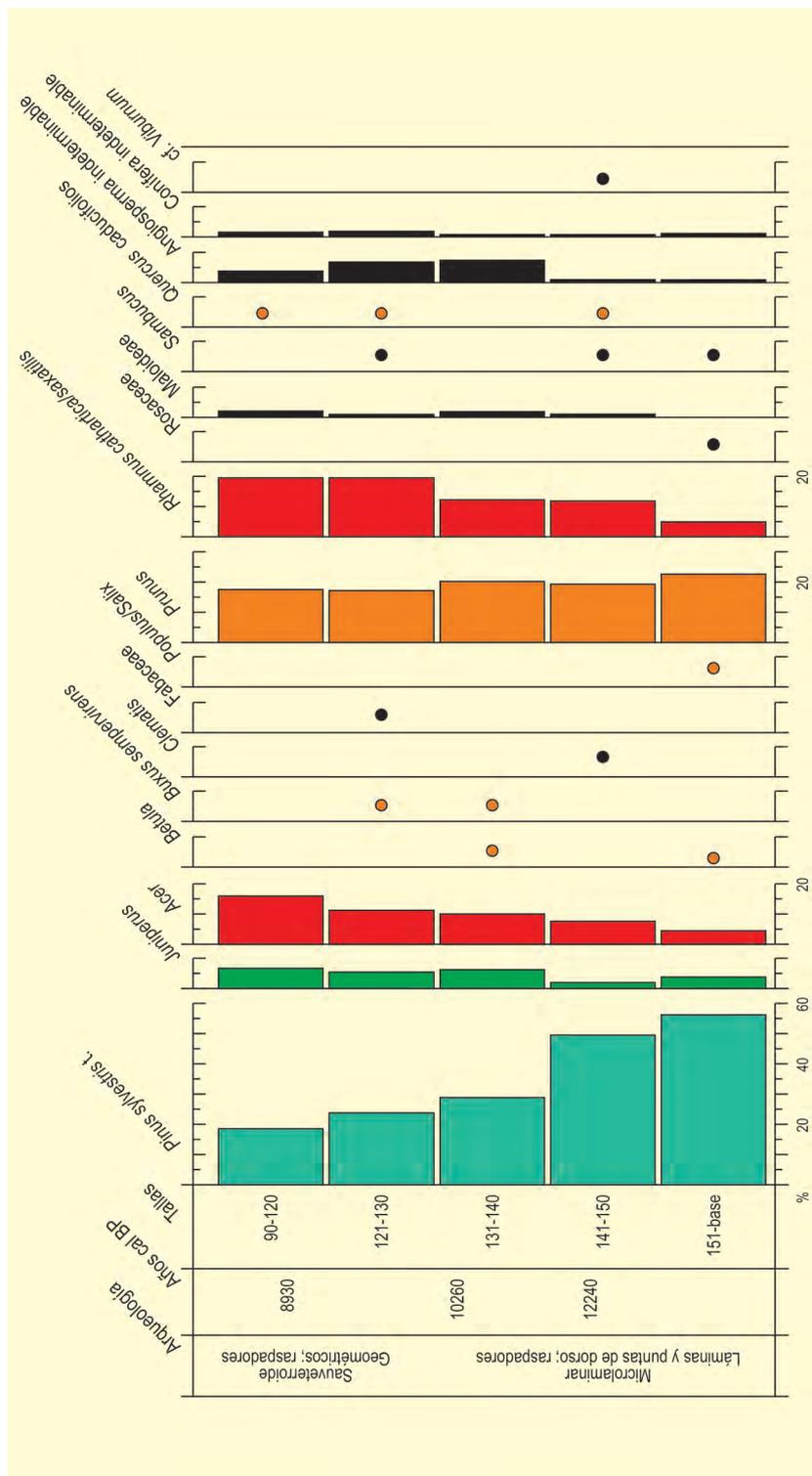


Figura 4. Diagrama antracológico de la Balma del Gai. Redibujado de Allué et al. (2007)

formaciones forestales que se establecen durante el Tardiglacial, caracterizadas por el dominio de los bosques de pino albar, cuyo sotobosque muestra escasa diversidad. Sin embargo, en algunas zonas más refugiadas, crecen taxones mesófilos. Durante el inicio

del Holoceno vemos como el aumento de las precipitaciones provocaría una mayor humedad ambiental que permitiría la expansión de taxones mesófilos en el entorno inmediato. Se trata de especies colonizadoras que en el caso de la Balma del Gai crecen en

Tabla 1. Dataciones radiométricas de Balma del Gai (Petit 1998)

Ref. Lab.	Contexto	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Método
Gif-10028	Epipaleolítico geométrico	I	8930 ± 140	9990	Convencional
Gif-95617	Epipaleolítico microlaminar	I	10260 ± 90	12060	Convencional
Gif-95630	Epipaleolítico microlaminar	I	12240 ± 110	14360	Convencional
Gif-10029	Epipaleolítico	I	11170 ± 160	13060	Convencional

ambientes húmedos, en contraposición a otras áreas biogeográficas con mayor aridez ambiental, en las que por ejemplo los enebros/sabinas tienen mayor significación que en la Balma del Gai. Esta formación vegetal tan singular dominada por árboles y arbustos mesófilos (*Acer*, *Prunus* y *Rhamnus cathartica/saxatilis*)

preconizan las formaciones de caducifolios dominadas por *Quercus* que se desarrollarán con posterioridad a partir del Holoceno medio.

Más información

Allué *et al.* (2007)



BANYOLES

Pla de l'Estany, Banyoles, Girona
Pleistoceno superior – Holoceno (28000-6000 años cal BP)

El Estany de Banyoles es un depósito lacustre de origen kárstico (Figs. 1 y 2). El sondeo para el estudio palinológico se llevó a cabo en la ribera del actual lago de Banyoles (42° 08' 07" N; 02° 45' 23" E), a unos 175 m s.n.m. y a 30 km del mar Mediterráneo. El testigo analizado comprende 33 m, dominando dos facies, la superior (0,5 m) de materiales orgánicos, y el resto de carbonatos (Pérez-Obiol & Julià 1994, 1996).

El clima de la zona es de tipo mediterráneo húmedo, siendo la temperatura media anual de unos 15 °C y variando la pluviometría entre 700 y 900 mm anuales (media de 815 mm). La vegetación actual, por encima de los 600-700 m s.n.m., presenta encinares montanos con *Quercus ilex*, *Q. pubescens* y *Buxus sempervirens*. Por debajo de esta altitud se formaría el típico

encinar mediterráneo con *Q. ilex* acompañado de *Viburnum tinus*. Los pinos son muy abundantes, sobre todo *Pinus halepensis*, aunque también se encuentran *P. pinea*, *P. pinaster*, *P. nigra* subsp. *salzmannii* e incluso desciende hasta estas cotas *P. sylvestris*. El lago y su ribera son ricos en vegetación higrohidrófila donde abundan *Myriophyllum* y *Potamogeton*. El bosque de ribera está muy empobrecido.

Durante el último máximo glacial, entre 28000 y 15000 cal. BP, el paisaje vegetal era abierto, probablemente con poblaciones dispersas de pino, dominando *Artemisia* y Poaceae (Fig. 3). Sin embargo, existen evidencias palinológicas de *Quercus* perennifolios y caducifolios, así como de *Corylus* y *Fagus*. Cabe destacar un breve período interstadial (27000-26000 cal BP),



Figura 1. Vista aérea del lago de Banyoles (Foto: <http://ca.wikipedia.org/wiki/Banyoles>)

Tabla 1. Dataciones de la secuencia polínica del lago de Banyoles (Girona)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años U/Th nominal BP	Años cal. U/Th isocrona BP	Material	Método
Lv-1920	77-84	5794 ± 60	6594 ± 70	Turba	¹⁴ C
Lv-1921	117-124	6417 ± 90	7341 ± 75	Turba	¹⁴ C
ICTJA	500	—	9664 ± 190	Carbonato	U/Th
ICTJA	565-570	—	11410 ± 100	Carbonato	U/Th
ICTJA	870-878	—	12484 ± 680	Carbonato	U/Th
ICTJA	965-972	—	14423 ± 410	Carbonato	U/Th
ICTJA	1000	14644 ± 380	—	Carbonato	U/Th
ICTJA	1037-1040	15723 ± 700	—	Carbonato	U/Th
ICTJA	1854-1861	—	17771 ± 350	Carbonato	U/Th
ICTJA	2200-2205	—	19878 ± 110	Carbonato	U/Th
ICTJA	3170	—	27862 ± 3000	Carbonato	U/Th

cuando *Betula*, *Quercus* caducifolios y cf. *Juniperus* se expanden brevemente, con retroceso de *Artemisia* y aumento de *Poaceae*. Más tarde, entre 15000 y 11500 cal. BP se producen oscilaciones en los taxones mesófilos (*Quercus* caducifolios, *Acer* y *Corylus*), con dominio de *Pinus*, *Betula* y cf. *Juniperus* en la parte arbórea. Mientras, en la parte arbustivo-herbácea, siguen domi-

nando *Artemisia*, *Poaceae*, *Helianthemum* y, excepcionalmente, *Hippophae*.

La parte más resolutive de la secuencia corresponde al Dryas reciente (12600-11500 cal BP), hecho que la hace excepcional, pues es muy escaso el conocimiento paleoflorístico que tenemos de esta fase. Se caracteriza



Figura 2. La ribera del lago de Banyoles (Foto: Francesc Burjachs)

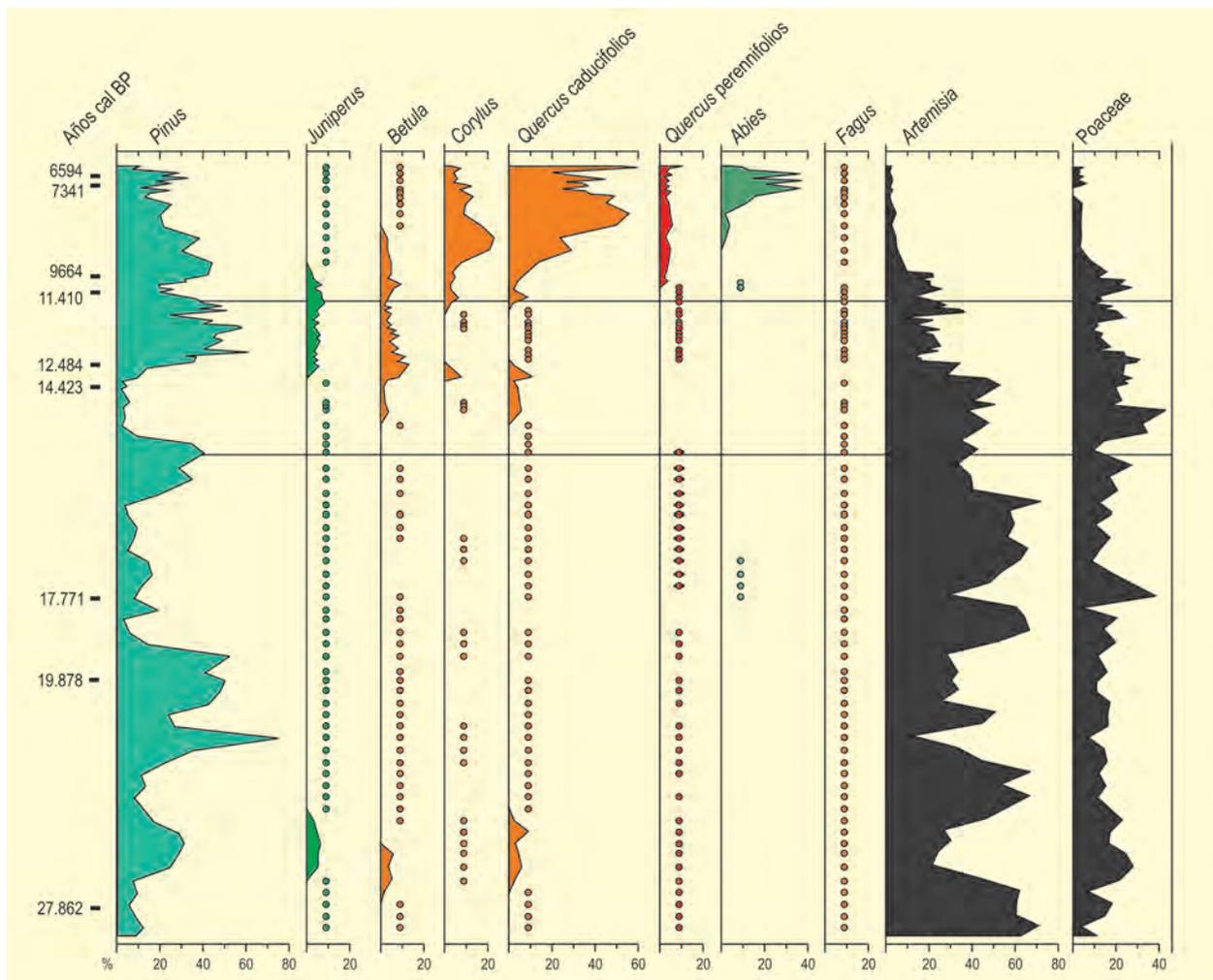


Figura 3. Diagrama polínico de Banyoles (Girona). Redibujado de Pérez-Obiol & Julià (1994)

por el dominio de coníferas (*Pinus* y cf. *Juniperus*) con porcentajes arbóreos de hasta un 70%, junto a la presencia en expansión de *Betula*, *Acer* y *Quercus* caducifolios (Burjachs 2009).

La secuencia del Holoceno, hasta 5000 cal BP, nos muestra la extensión de la vegetación mesotermófila interglacial, iniciada por *Juniperus*, *Betula* y *Acer*, luego por *Quercus* caducifolios y *Corylus* y, seguidamente, por *Quercus* caducifolios, *Abies* y *Pinus*. Cabe remarcar una deforestación antrópica de *Quercus* caducifolios

en la parte superior del diagrama, debido a la instalación de un poblado palafítico del Neolítico antiguo (La Draga, Pérez-Obiol 1994) en la ribera del lago, quienes utilizaron troncos de roble para sustentar sus cabañas por encima de las aguas fluctuantes del lago de Banyoles.

Más información

Pérez-Obiol (1994), Pérez-Obiol & Julià (1994, 1996), Burjachs (2009)



BENEITO

Sierra del Benicadell, Muro de Alcoy, Alicante
Pleistoceno superior (>43030 años BP – <19770 años cal BP)

La Cova Beneito (Fig. 1) es un abrigo kárstico semirectangular de 8x6 m situado en la cara sur de la Sierra del Benicadell (Muro, Alicante) a 38° 48' N, 00° 28' O y 650 m s.n.m. El entorno bioclimático es termomediterráneo y la vegetación de las zonas mejor preservadas corresponde a un bosque de *Quercus rotundifolia* localmente degradado, siendo dominantes las especies arbustivas como *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*, *Quercus coccifera*,



Figura 1. Entrada de Cova Beneito (Foto: José S. Carrión)

Rhamnus alaternus, *R. lycioides*, *Juniperus oxycedrus* y *J. phoenicea*.

Los primeros resultados palinológicos aparecieron en Carrión (1991) y desde entonces se han sucedido diversas publicaciones comenzando con el registro musteriense y auriñaciense correspondientes a la sección 5D-3D (Carrión 1992b, Carrión & Dupré 1994). En principio, los niveles post-auriñacienses fueron estériles, pero nuevas muestras, extraídas en los cortes 5C y 3B (Fig. 2), arrojaron unas concentraciones y una preservación polínicas más que aceptables para un nuevo estudio (Carrión & Munuera 1997).

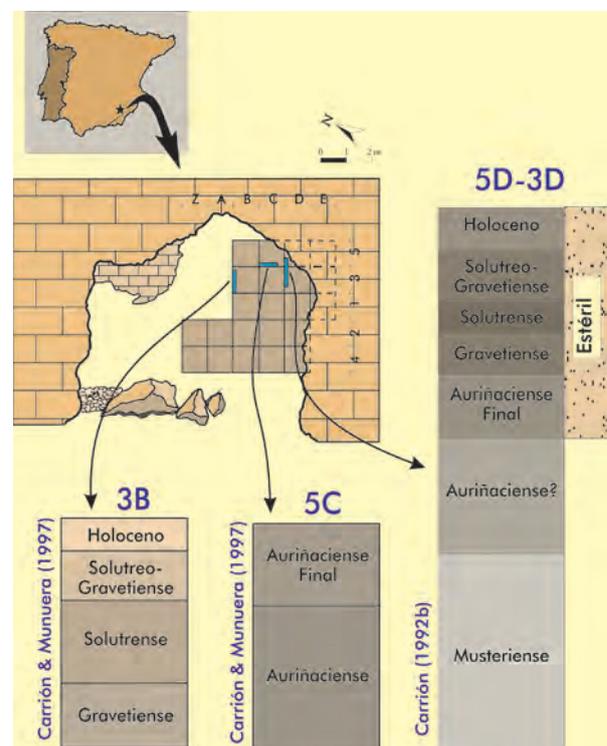


Figura 2. Planta arqueológica y situación de los perfiles estudiados palinológicamente en Cova Beneito. Carrión & Munuera (1997)

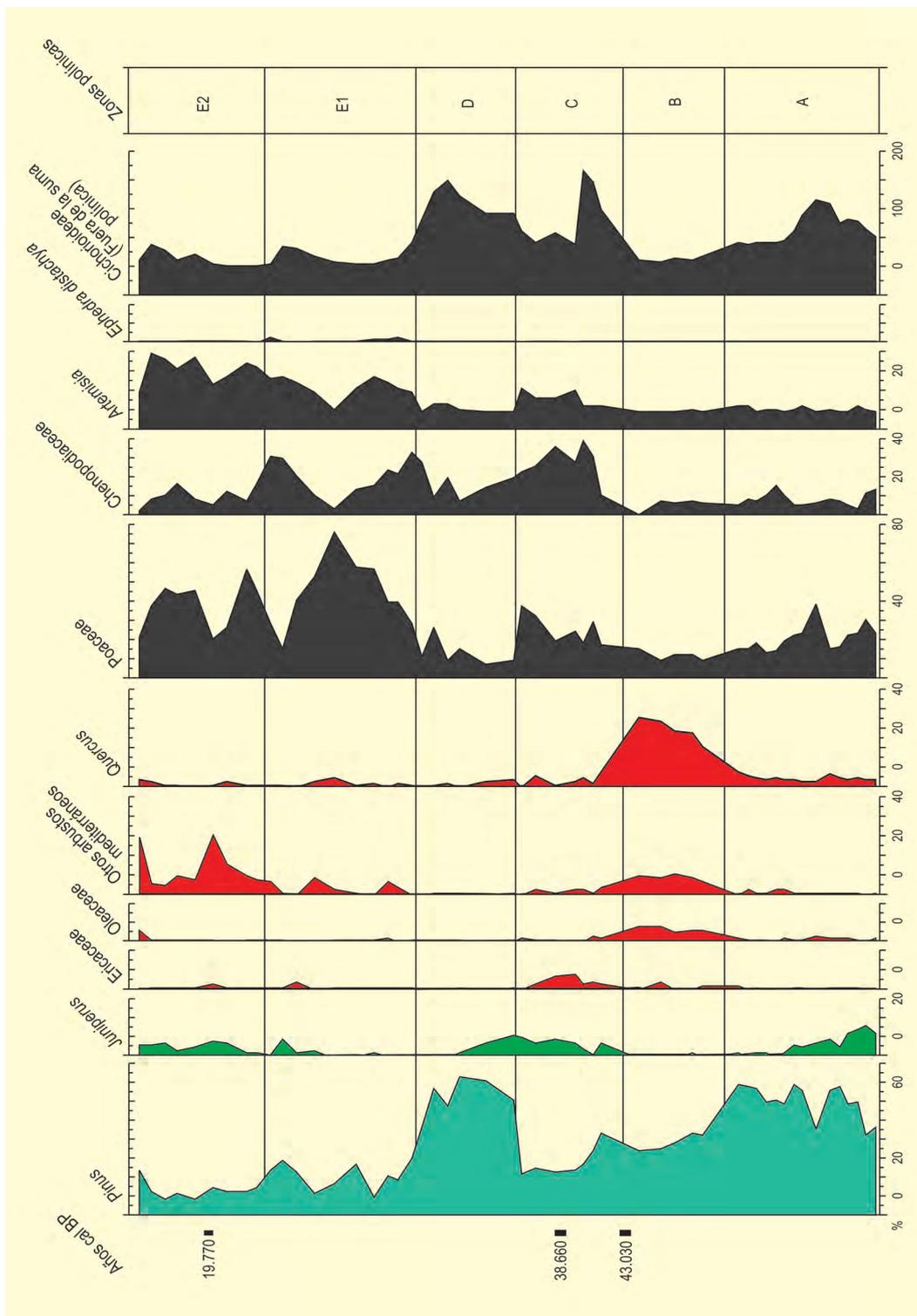


Figura 3. Diagrama polínico sintético de Cova Beneito (Carrión & Munuera 1997)

En la secuencia polínica completa (Fig. 3), cabe destacar cómo las curvas de *Quercus* y *Oleaceae* son continuas en la zona A y muestran su máximo en la zona B, declinando progresivamente hacia C-E2. Esto permitiría situar el óptimo climático de la secuencia en la zona B, la cual corresponde a un Musteriense fi-

nal. La expansión de otros arbustos mediterráneos es similar a lo largo de la zona B. La secuencia en su globalidad refuerza la hipótesis de que, durante el interpleniglacial wurmiense (OIS₃), fueron comunes las expansiones de una vegetación mesotermófila que experimentaría posteriormente una importante re-

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas efectuadas en Cova Beneito. Carrión & Munuera (1997)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Nivel	Arqueología
Ly-3593	101	16500 ± 400	19770	II	Solutreo-gravetiense
GIF-7650	333	26040 ± 890	30810	VII-IX	Estéril
AA-1388	333	33900 ± 1100	38660	VII-IX	Estéril
TAN-89283	376	30160 ± 680	34370	IX-X	Musteriense
AA-1387	376	38800 ± 1900	43030	IX-X	Musteriense

**Figura 4.** Aspecto de una parte del perfil 5D-3D de Cova Beneito (Foto: José S. Carrión)

tracción durante el Pleniglacial superior y podría estar ligada a la existencia de refugios glaciales en el área. Es también notoria la abundancia del pino y la variación de *Juniperus*, cuyos máximos aparecen justo antes y después de los de *Quercus* y Oleaceae.

Más información

Carrión (1991, 1992b, 1994), Fumanal & Carrión (1992), Iturbe *et al.* (1993), Carrión *et al.* (1993, 1999), Carrión & Dupré (1994), Carrión & Munuera (1997)



BERROBERRÍA

Pirineo navarro, Urdax, Navarra
Pleistoceno finar – Holoceno (~14430-8000 años BP)

Berroberría es el nombre de una de las cuevas localizadas en el barrio de Alquerdi del municipio de Urdax (Navarra), y que forma parte del complejo "Cuevas de Urdax". Se sitúa en la zona septentrional de Navarra, a pocos km de la frontera con Francia (43° 16' 06" N, 01° 30' 30" O). La cueva permanece cerrada desde 1996, cuando se realizó la última excavación arqueológica.

Geográficamente el macizo calizo que la contiene se sitúa a baja cota altitudinal (156 m s.n.m.) en la zona de cabecera del río Nivelles o Ugarana, a unos 20 km de la línea de costa y al pie del puerto pirenaico de Otzondo. Se trata por tanto, de una zona de transición entre los Pirineos y el litoral atlántico. El clima de la

zona es templado atlántico, la precipitación media se sitúa en torno a 1900 mm anuales y las lluvias se reparten bastante uniformemente a lo largo del año. La temperatura media anual ronda los 14 °C. El paisaje es bastante abierto, con suaves formas de relieve cubiertas por prados y salpicadas con parches de bosque caducifolio donde dominan *Fagus*, *Ulmus* y *Corylus*. En el interior de la cueva se ha encontrado numerosa industria lítica que sitúa la ocupación humana más antigua conocida en el Magdaleniense superior.

La secuencia polínica de Berroberría (Fig. 2) comienza, según Boyer-Klein (1984), en el interestadio templado Bølling-Allerød. En la transición entre ambos se registra un pequeño deterioro climático, atribuido al



Figura 1. Espeletemas de la Cueva de Berroberría (Fotos: L. Uriel Brotons)

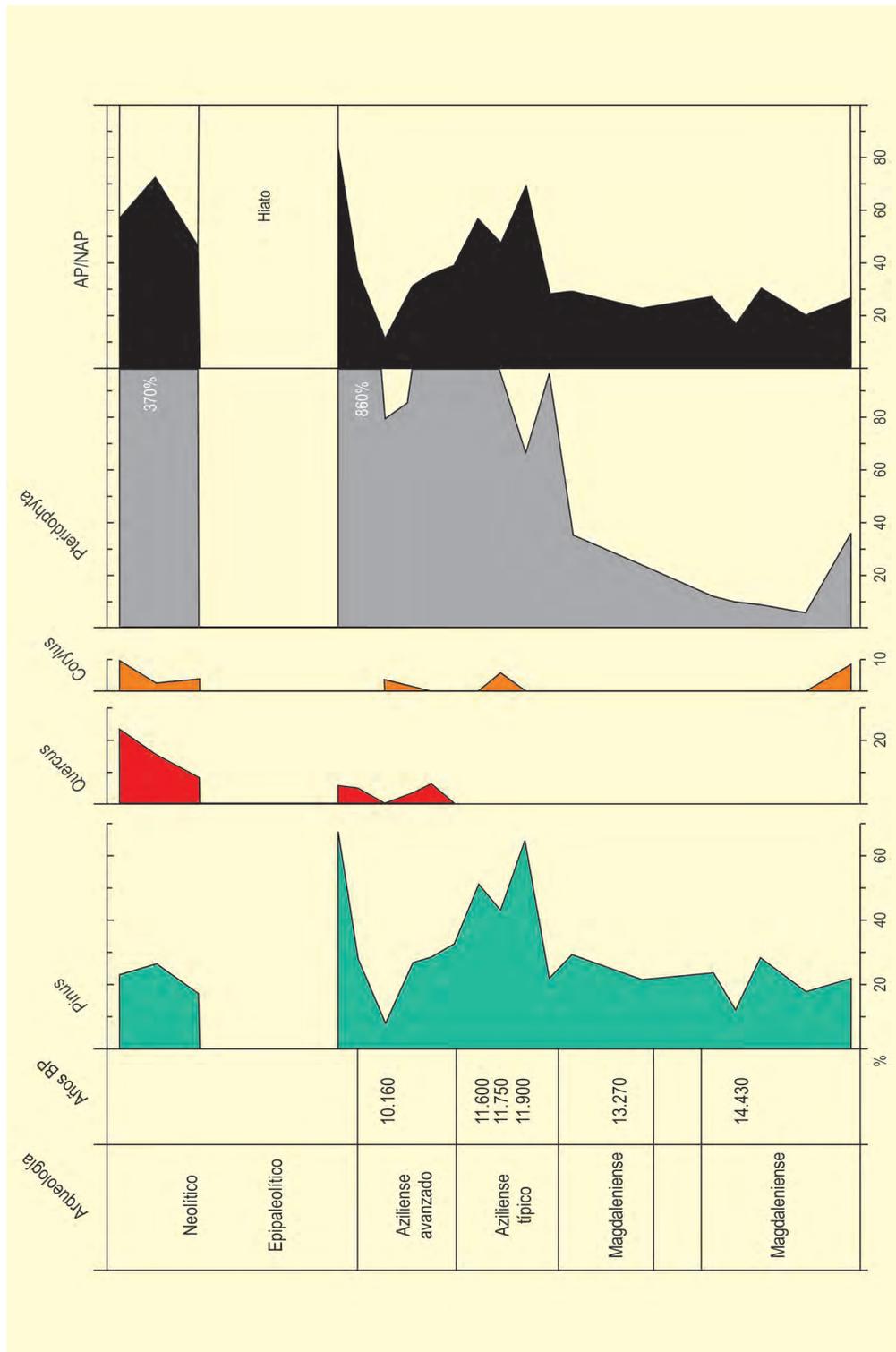


Figura 2. Diagrama polínico sintético de la Cueva de Berroberría. Recibujado de Boyer-Klein (1988)

antiguo Dryas II, en el que *Pinus* desciende a porcentajes que varían entre el 20 y el 30% y las esporas de helechos hasta el 10%. Sin embargo, este cambio en la tendencia general, no es tan marcado como en otras zonas más cercanas a la costa.

Tras este pequeño cambio, comienza el Allerød, bien identificado por un incremento del polen arbóreo, el cual llega al 70%, siendo el pino el taxón arbóreo dominante, acompañado por alisos y sauces. *Corylus*, *Quercus* y *Betula*, quedan siempre por debajo del 5%.

Para la autora, la mejora en las condiciones de humedad de este periodo queda corroborada por el aumento exponencial de las esporas de helechos en el sedimento.

Tras la mejoría climática del Allerød, se registra una importante degradación de la cobertura arbórea. No obstante, esta fase fría, correspondiente con el antiguamente conocido Dryas III, no acarrió la desaparición total de las especies termófilas, ya que *Quercus* y *Corylus* siguieron presentes en el área, así como tam-

bién se mantuvo un porcentaje muy alto de las esporas de helechos. Durante esta fase se registran dentro de la cueva restos de industria lítica atribuidos al Aziliense.

Según Boyer-Klein (1988), la humedad heredada del Allerød se mantuvo en Navarra durante el Dryas III y, al menos, las zonas situadas al abrigo de los vientos pudieron servir de refugio de ciertas especies caducifolias.

Más información

Boyer-Klein (1984, 1988)



BÒBILA ORDIS

Porqueres, Girona
Pleistoceno inferior

La secuencia de Bòbila Ordís se localiza en el noroeste de la Península Ibérica, en la provincia de Girona, al sur de los Pirineos ($42^{\circ} 08' 21''$ N, $02^{\circ} 44' E$, 215 m s.n.m.). En concreto, y al igual que Tres Pins y Mas Miquel, se encuentra dentro de la cuenca paleolacustre plio-pleistocénica de Banyoles-Besalú, que está siendo explotada como cantera para la fabricación de ladrillos. Este sitio ha sido investigado por varias generaciones de palinólogos durante los últimos 40 años, habiéndose estudiado en total más de 250 muestras mediante análisis polínico que, en su conjunto, suman más de 127 m.

Aunque en los últimos años está incrementándose el interés científico por el estudio paleoambiental de sedimentos lacustres de finales del Plioceno y comien-

zos del Pleistoceno en Europa debido a su contemporaneidad con la llegada del ser humano a nuestro continente, en pocas ocasiones es posible conseguir y atribuir una cronología absoluta a secuencias de esta edad. Estudios multidisciplinarios en Bòbila Ordís entre los que se encuentran tanto trabajos sedimentológicos, polínicos, faunísticos, de ostrácodos y gasterópodos, como de susceptibilidad magnética y paleomagnetismo, han contribuido a establecer la edad de los cambios paleoclimáticos de estas secuencias, ubicándolas en la segunda mitad de principios del Pleistoceno.

La serie paleolacustre de Bòbila Ordís está compuesta por una sucesión de al menos tres lagos (primer lago: BO-IV, segundo lago: BOC-III y IV y tercer lago BO-I a III; Fig. 2) separados por fallas y colapsos kársti-



Figura 1. Sondeo BO-IV en la meseta de detrás de la cantera Bòbila Ordís en abril de 1988. Puede verse el Lago de Banyoles al fondo (Foto: Suzanne Leroy)

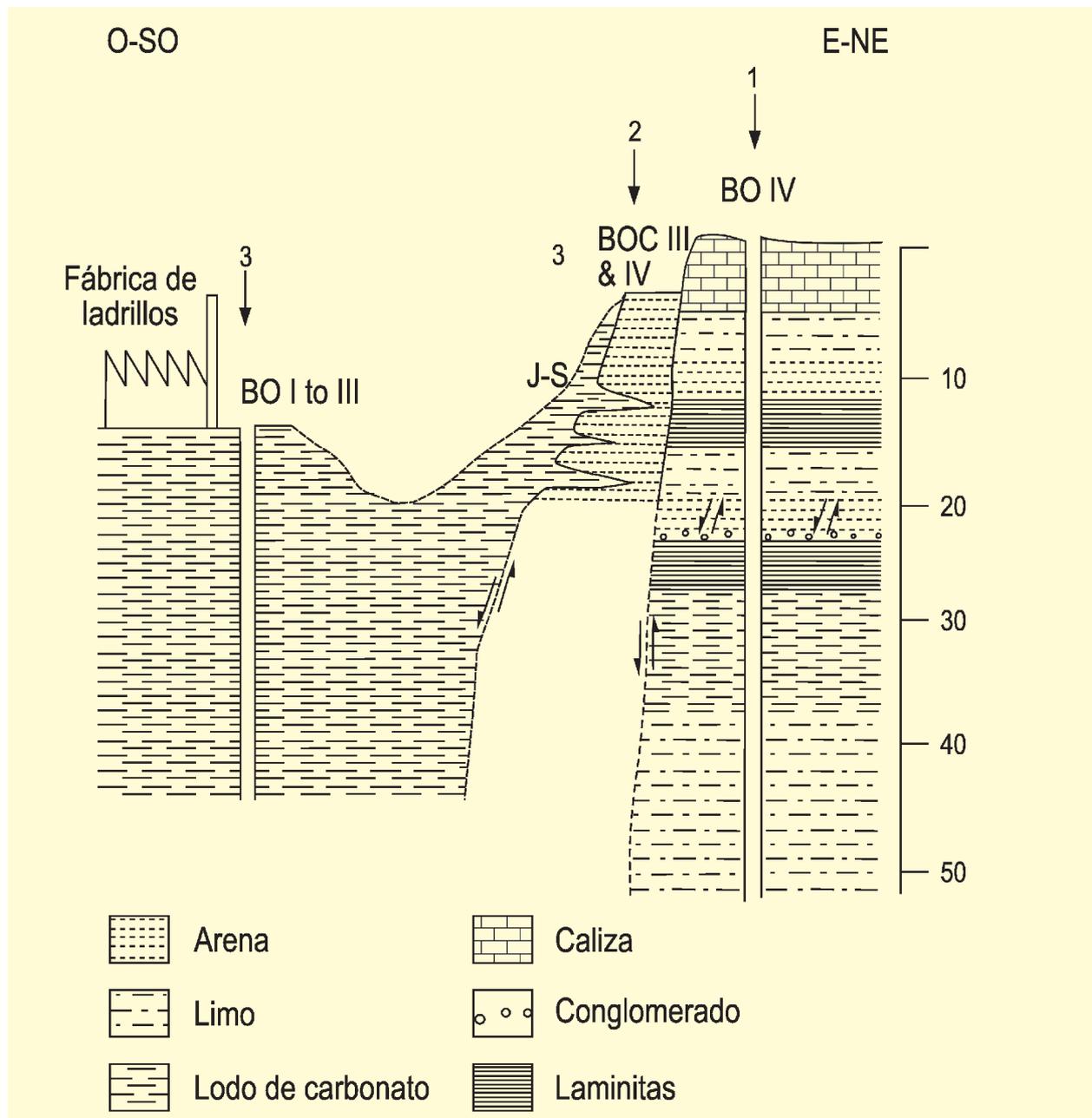


Figura 2. Sección transversal de la fábrica de ladrillos de Bòbila Ordis mostrando los diferentes afloramientos y los distintos testigos estudiados de la serie paleolacustre (Leroy 2008). J-S hace referencia a la sección investigada por Julià & Suc (1980)

cos (Leroy 2008). El primer lago es el más antiguo, el segundo lago es más joven que el anterior, mientras que el tercer lago es el más reciente de los tres.

Secuencia BO-IV (primer lago)

El sondeo BO-IV, de 52 m de longitud, está localizado en la meseta caliza con vistas a la cantera (Fig. 1) y se recuperó en 1988. Se han realizado diversos estudios en este registro. El primero de ellos por Leroy (1990), habiéndose completado a más resolución por

Leroy (2008) y datado magnetoestratigráficamente por Løvlie & Leroy (1995). Como se ha comentado, la edad se corresponde con la segunda mitad del Pleistoceno inicial, habiéndose identificado el intervalo de polaridad normal *Cobb-Mountain* entre 16,70-14,05 m de profundidad y que se relaciona con la segunda parte de un interglacial. Adicionalmente, entre 8,90-8,81 m de profundidad, se recuperaron tres dientes de roedores correspondientes a dos especies distintas de arvicólidos: *Allophaiomys chalinei* y *Mimomys savini* (Leroy et al.

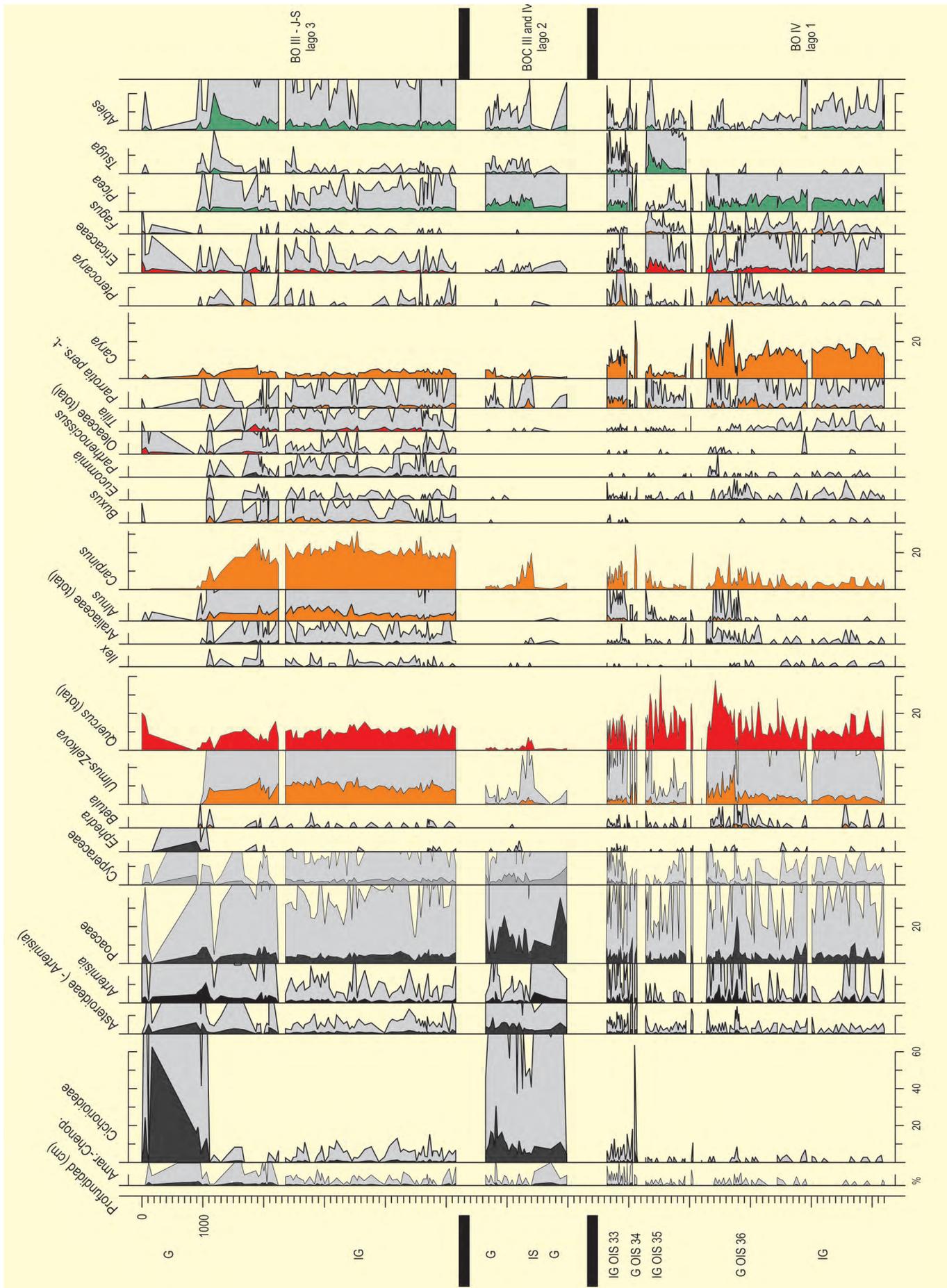


Figura 3. Curvas palinológicas seleccionadas de los espectros polínicos de los tres lagos de la serie paleoacustre de Bòbila Ordís. Redibujado de Leroy (2008)



Figura 4. Detalle de parte del perfil recogido en el Lago 2 mostrando un corto periodo interestadial (BOC-IV) (Foto: Suzanne Leroy)

2001), siendo cada una de ellas indicativa de dos biozonas sucesivas de la segunda mitad del Pleistoceno inferior. Por lo tanto, los fósiles del primer lago sugieren una edad del Bihariense temprano y, comparaciones con Atapuerca y Le Vallonet, indican una edad anterior al evento de Jaramillo. En resumen, la combinación de todos estos datos indica una cronología centrada en 1,2 Ma, siendo una de las pocas secuencias terrestres con esta edad en Europa.

Los primeros 22,5 m de la secuencia, de carácter interglacial, son muy homogéneos debido a una sedimentación afectada por manantiales subterráneos. En la parte media de la secuencia, los análisis palinológicos, con el apoyo de la descripción visual de los sedimentos junto con los registros de ostrácodos y moluscos, han permitido la reconstrucción de un ciclo glacial-interglacial, en los que se detectan procesos de sucesión en la vegetación. Además, también se ha registrado un segundo ciclo climático incompleto en la

parte superior, en lo que se correspondería con un lago somero. Las breves interrupciones que se detectan en los dos ciclos climáticos posiblemente están vinculadas con el colapso de la ribera de lago causado por la actividad de *Hippopotamus amphibius* o por fallas relacionadas con el karst. La sucesión al completo es probable que se encuadre en los estadios isotópicos OIS 36-33. El bosque típico que se detecta durante el Pleistoceno inicial estaría dominado por *Quercus*, *Carya* y *Carpinus betulus* (Fig. 3).

Secuencias BOC-III y IV (segundo lago)

Las muestras del segundo lago se recogieron del acantilado de la cantera (Fig. 2), en donde se detuvo la explotación de arcilla al llegar a un sedimento más grueso. En total el afloramiento poseía una potencia de 13 m (BOC-III y IV), todos los cuales fueron sondeados y estudiados palinológicamente (Leroy 1988, 1990, Fig. 4). El sedimento es, en su mayoría, una aleurita de color claro (blanco amarillento a marrón). A nivel de fauna, en esta secuencia sólo se ha encontrado un diente de un topillo (*Microtus* sp.) al cual se atribuye una cronología del Pleistoceno inicial, aunque siempre posterior a la del primer lago.

Los espectros de polen de BOC-III y IV se corresponden con una vegetación esteparia arbolada con taxones característicos como *Pinus*, *Poaceae* y *Asteraceae*, haciendo referencia a un periodo glacial. Este periodo frío parece haber sido interrumpido por un corto periodo interestadial en el que se observa el desarrollo de *Carpinus* (Fig. 3).

Secuencias BO-I, BO-II y BO-III (tercer lago)

Los sedimentos del tercer lago están siendo explotados para la producción de ladrillo y primero fueron investigados varios afloramientos de 17 m de espesor hace varias décadas (Elhaï 1966, Geurts 1977, Julià 1980, Julià & Suc 1980, Fig. 2). Posteriormente también fueron estudiados a partir de tres perforaciones (BO-I, BO-II y BO-III, profundidad máxima de 29 m) en el suelo de la cantera (Leroy 1987, 1990, Fig. 5). Los sedimentos estudiados por Leroy (1987, 1990) son muy homogéneos y dominados por lodos carbonatados de color negro que se convierten en arenas amarillas sólo en la parte superior del afloramiento.



Figura 5. Maniobra de muestreo del testigo BO-II en 1983 sobre el suelo de la cantera de Bòbila Ordis

La edad estimada para estos sedimentos es también del Pleistoceno inicial, pero claramente posterior a la del segundo lago. Durante los últimos años, se ha encontrado una fauna diversa de mamíferos. La microfauna se compone de un molar inferior de *Mimomys savini* y de un molar inferior de *Allophaiomys burgondiae*. La megafauna incluye básicamente *Cervus philisi*, *Hippopotamus antiquus* y *Equus stenonis* (Julià 1980). La identificación de *Hippopotamus antiquus* en Bòbila Ordis ha sido posteriormente revisada y clasificada como *H. incognitus* e *H. amphibius* consecutivamente. Esta fauna concuerda con una edad del Bihariense tardío junto con los hallazgos de algunos roedores.

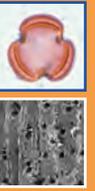
Los datos polínicos indican aquí la existencia de un bosque templado caducifolio dominado por *Carpinus*, *Quercus* y *Ulmus-Zelkova* (Leroy 1987, 2008), mientras que los datos de la parte superior del afloramiento indican que a la etapa boscosa le siguió una vegetación esteparia rica en Asteraceae (Julià & Suc 1980, Fig. 3).

Los tres lagos y su interpretación paleoambiental

Las secuencias de los tres lagos de la serie paleolacustre de Bòbila Ordis cubren, en conjunto, algunas secciones de cuatro ciclos glaciales e interglaciales que probablemente no sean consecutivos. Basándose en los distintos ciclos glaciales e interglaciales reconstruidos gracias a los estudios palinológicos, la serie paleolacustre ha sido correlacionada con los estadios isotópicos OIS 36 al 33 (Leroy 2008). Durante los interglaciales se detecta la ocurrencia de un bosque caducifolio con *Quercus*, *Ulmus*, *Pinus*, *Carpinus betulus*, *Carya* y *Parrotia persica*. Sin embargo, coníferas como abetos y pinos sólo se desarrollarían al final de estos interglaciales. Por el contrario, los periodos glaciales están poco desarrollados, pero se detecta un paisaje abierto en el que se produce la expansión de *Pinus*, *Asteraceae*, *Poaceae* y, eventualmente, *Artemisia*.

Más información

Elhaï (1966), Geurts (1977), Julià (1980), Julià & Suc (1980), Leroy (1987, 1988, 1990, 2008)



BOLOMOR

Tavernes de la Valldigna, Valencia
Pleistoceno medio – Pleistoceno superior (MIS 9-5e, >300 – <121 ka BP)

La Cova del Bolomor se encuentra en la costa mediterránea oriental de España, aproximadamente a 100 m s.n.m., 2 km al sureste del pueblo

de Tavernes de la Valldigna, cerca de Valencia, España (39° 03' N, 0° 15' O) (Fig. 1). El yacimiento está ubicado en el valle de la Valldigna, una cuenca estrecha y corta

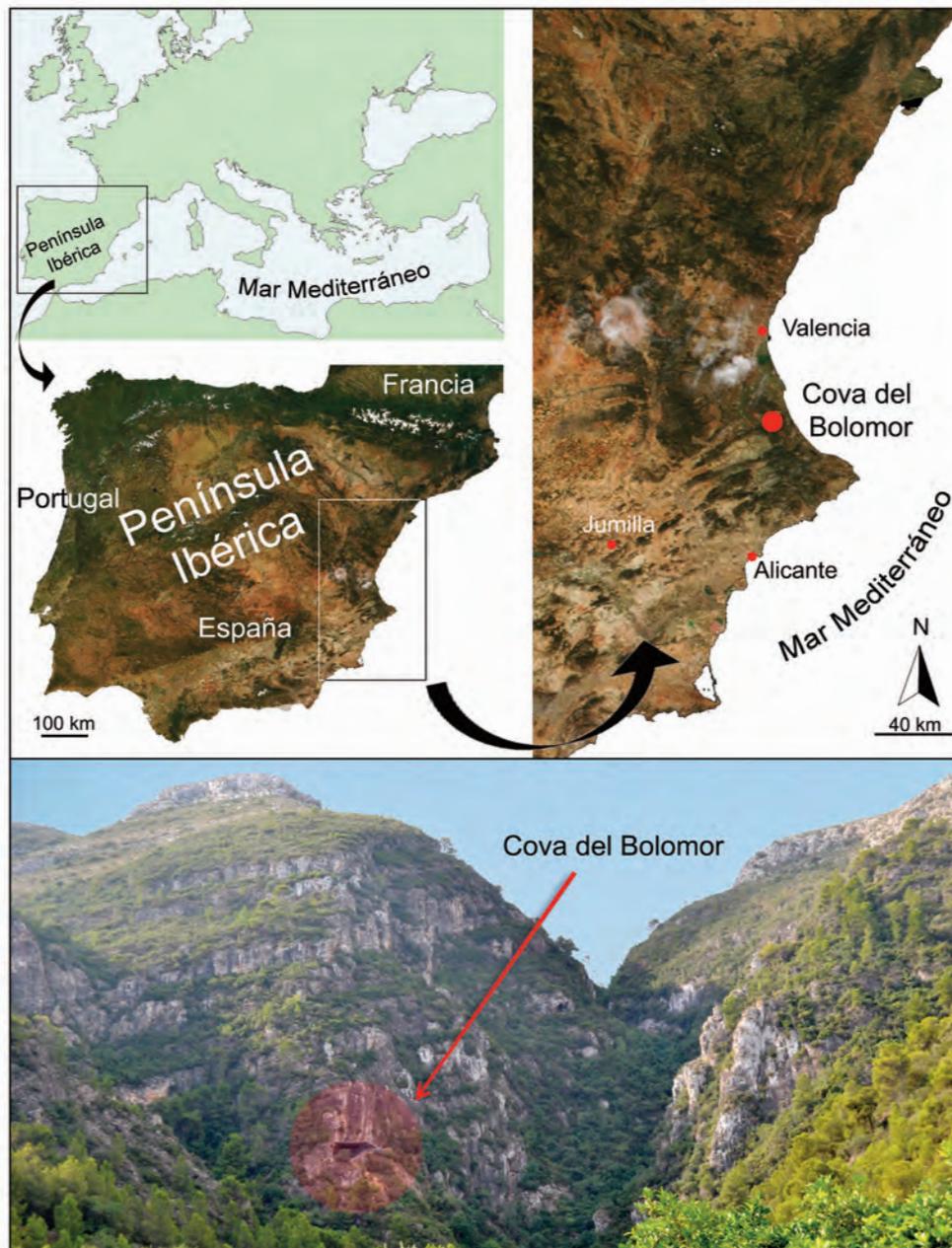


Figura 1. Cova del Bolomor (Valle de la Valldigna en la sierra del Mondúver, Valencia). Redibujado de Ochando *et al.* (2019)

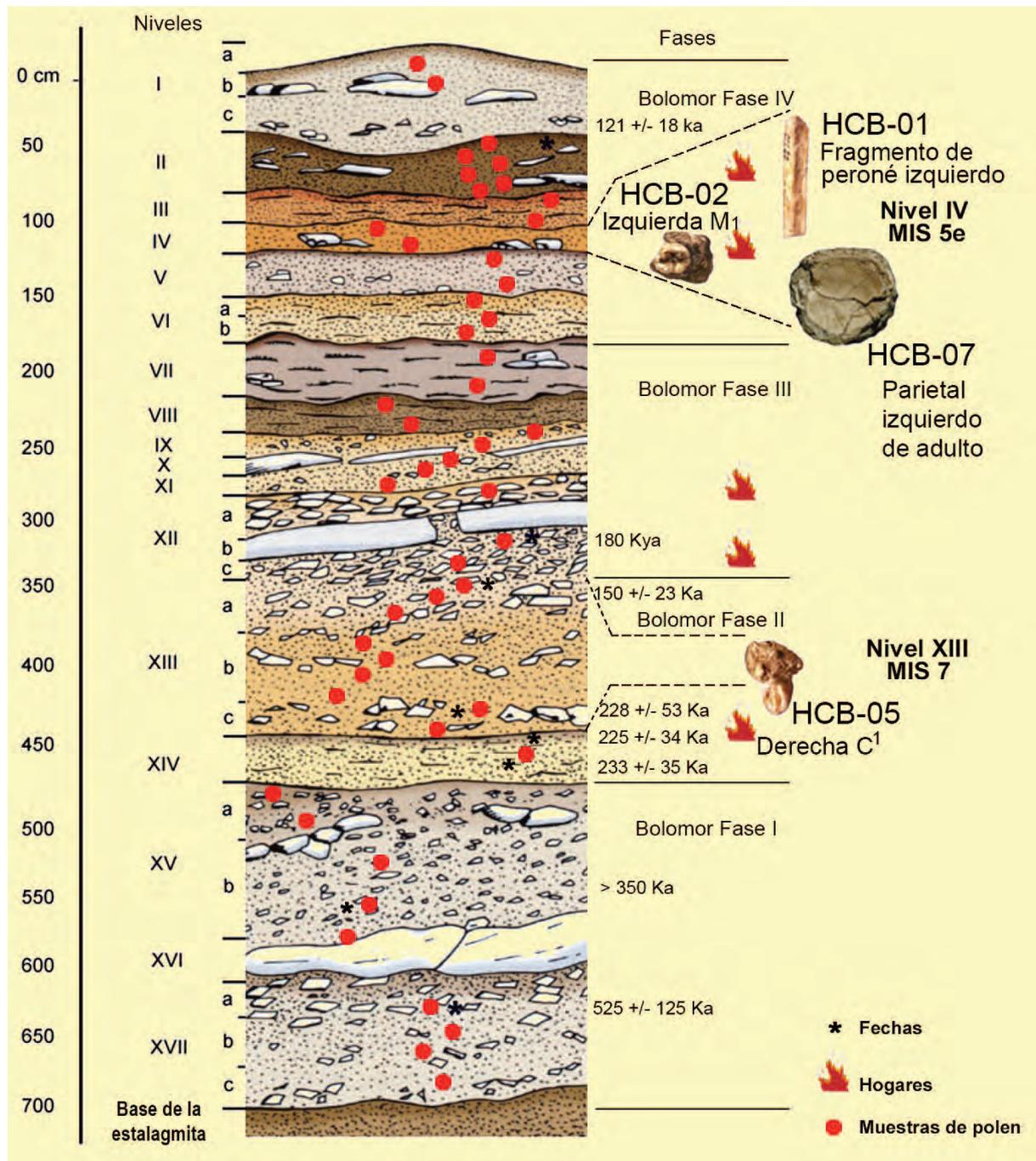


Figura 2. Ubicación de los fósiles humanos, hogares y muestras de polen en la sección de estudio. Redibujado de Arsuaga *et al.* (2012) y Ochando *et al.* (2019)

ubicada entre la cordillera Ibérica (Norte) y la cordillera Prebética (Sur). Al este de la cavidad hay una extensa llanura costera junto al mar Mediterráneo.

La secuencia sedimentaria está formada principalmente por material alóctono de origen coluvial. Fumanal (1995) identificó 17 niveles geoarqueológicos en la secuencia estratigráfica, que se enumeran desde la

parte superior del depósito (Fig. 2). El análisis multidisciplinar ha permitido identificar una secuencia estratigráfica única que incluye el Pleistoceno medio y las primeras etapas del Pleistoceno superior. El uso geocronológico de la racemización de aminoácidos (AAR) y la termoluminiscencia (TL) permitió fechar el depósito kárstico del depósito entre el MIS 9 y el MIS 5e.

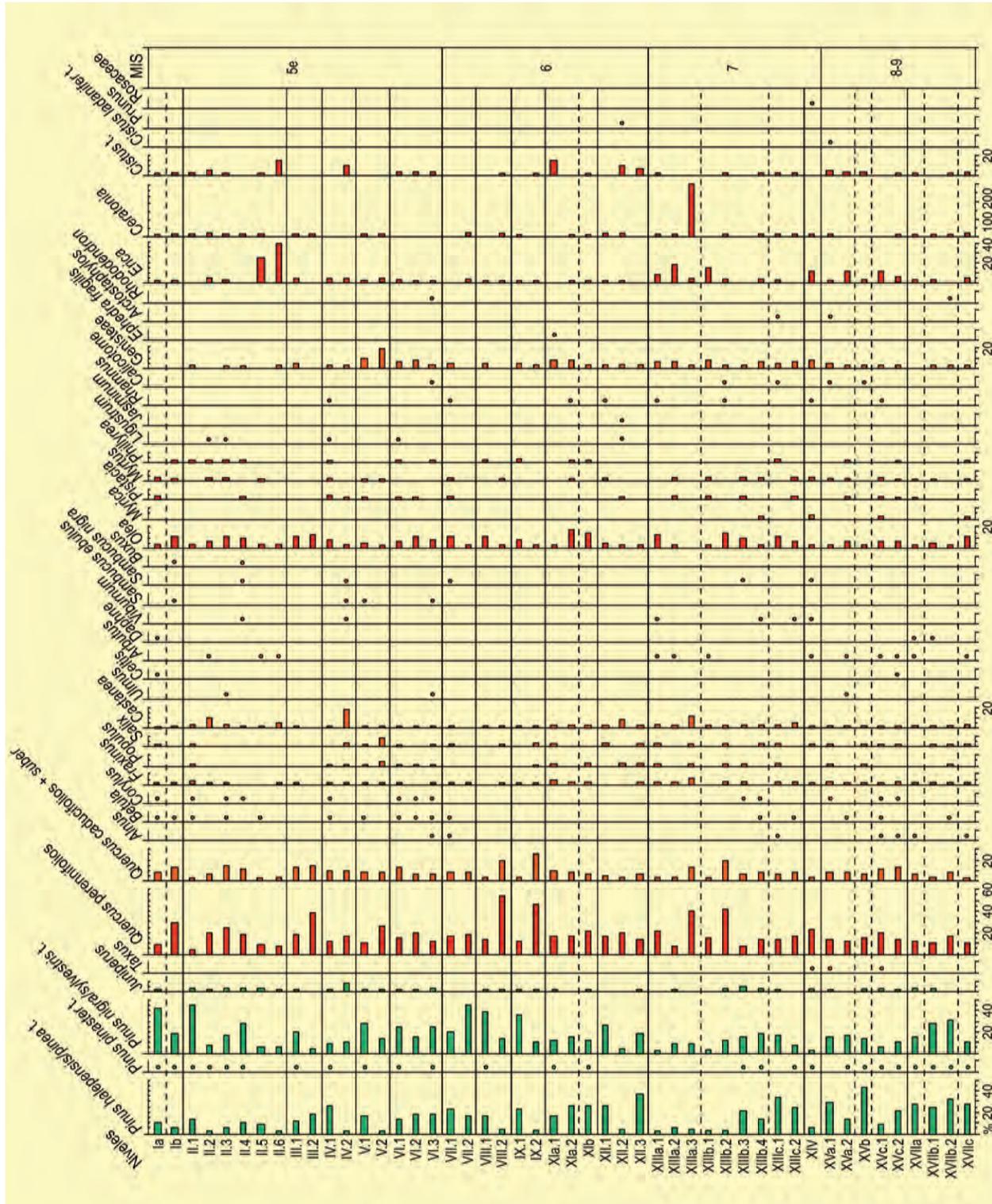


Figura 3. Diagrama polínico de la Cova del Bolomor con los taxones arbóreos. Apiaceae, Ceratonia, Helianthemum/Halimium y Lotus quedan fuera de la suma polínica total. Los círculos negros muestran porcentajes inferiores al 3%. Las líneas discontinuas indican subdivisiones dentro de un nivel. Redibujado de Ochando et al. (2019)

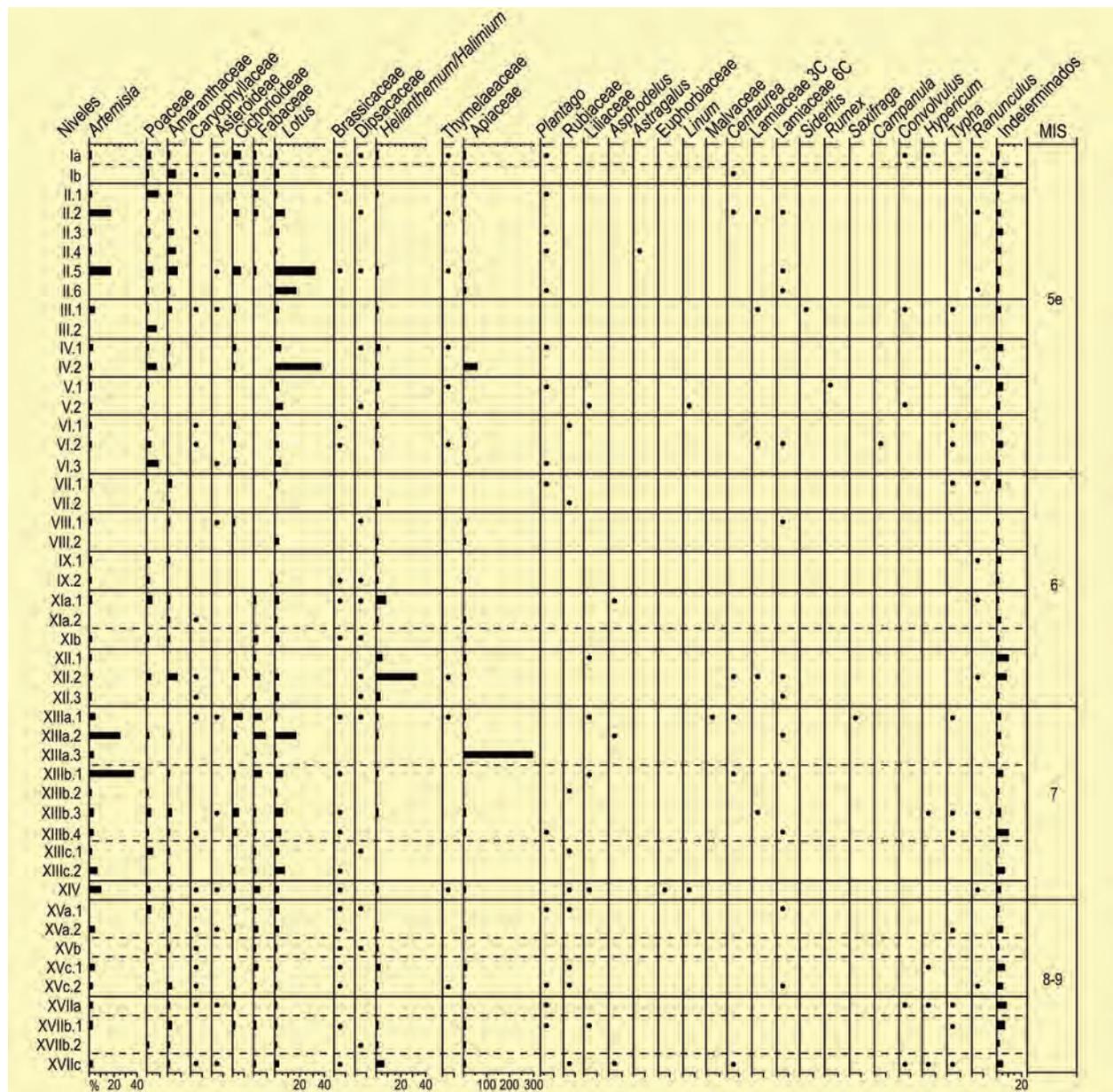


Figura 4. Diagrama polínico de la Cova del Bolomor con los elementos no arbóreos. Apiaceae, Ceratonia, Helianthemum/Halimium y Lotus quedan fuera de la suma polínica total. Los círculos negros muestran porcentajes inferiores al 3%. Las líneas discontinuas indican subdivisiones dentro de un nivel. Redibujado de Ochando *et al.* (2019)

La cueva se encuentra en una zona de clima mediterráneo costero. Las cantidades anuales de precipitación superan los 700 mm y la temperatura media anual supera los 16 °C. El área se encuentra en el piso termomediterráneo superior con un ombroclima subhúmedo, aunque también está influenciado por la proximidad del cinturón inframediterráneo. Biogeográficamente, el área pertenece a la Provincia Catalano-Provenzal-Balear, Sector Setabense.

Hasta el momento se han encontrado cuatro restos humanos fósiles en Bolomor, un fragmento de peroné

(HCB-01), dos dientes aislados (HCB-02 y HCB-05) y el hueso parietal izquierdo de un adulto (HCB-07), todos ellos datados entre MIS 7 y 5e (Fig. 2). Además, Bolomor ofrece una de las primeras pruebas de uso controlado del fuego en el sur de Europa.

Las muestras para el análisis polínico se tomaron de la parte interior de la cueva, en el sector occidental, que cubre un área máxima de 32 m² (Fig. 2). Este sector tiene la particularidad de ser el único que conserva perfectamente la secuencia estratigráfica (niveles I a XVII). En la secuencia, los bosques mixtos de *Quercus*-

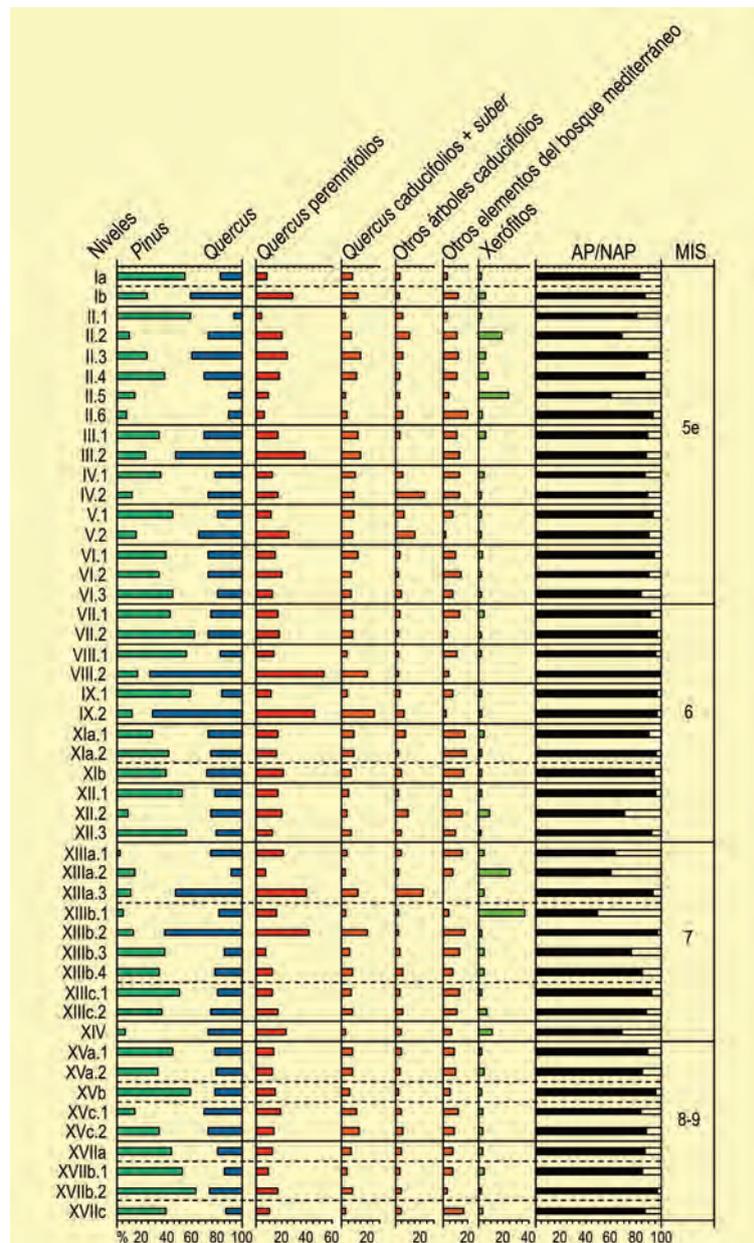


Figura 5. Diagrama sintético de la Cova del Bolomor. Otros árboles caducifolios incluyen *Alnus*, *Betula*, *Castanea*, *Celtis*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Populus*, *Salix* y *Ulmus*. Otros elementos del bosque mediterráneo incluyen *Arbutus*, *Calicotome*, *Cistus* t., *Cistus ladanifer* t., *Ephedra fragilis*, *Ligustrum*, *Myrica*, *Myrtus*, *Olea*, *Pistacia*, *Rhamnus* y *Viburnum*. Los xerófitos incluyen *Artemisia*, *Asphodelus*, *Amaranthaceae*, *Ephedra fragilis* y *Sideritis*. *Glomus* queda fuera de las esporas de hongos. Las líneas discontinuas indican subdivisiones dentro de un nivel. Redibujado de Ochando *et al.* (2019)

Pinus son un rasgo representativo durante el largo período de estudio (Figs. 3, 4 y 5). Considerando la notoria infrarrepresentación que el polen de *Quercus* suele presentar en comparación con el de *Pinus*, el espectro polínico de Bolomor sugiere el predominio de una o varias especies de *Quercus* en la vegetación circundante. Estamos ante un bosque mixto con una alta diversidad de plantas leñosas, incluyendo abundancia de *Castanea*, *Olea* y *Juniperus*, acompañados de manera continua por árboles planifolios como *Alnus*, *Be-*

tula, *Celtis*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Populus*, *Salix* y *Ulmus*, así como elementos mediterráneos como *Pistacia*, *Myrtus*, *Arbutus*, *Calicotome*, *Cistus*, *Ephedra fragilis*, *Ligustrum*, *Myrica*, *Rhamnus* y *Viburnum*. Curiosamente, el componente xero-heliofítico con *Artemisia*, *Amaranthaceae*, *Erica* y *Poaceae* parece, en general, poco importante con la excepción de las muestras II.2, II.5, XII.2, XIIIa.1, XIIIa.2, XIIIb.1 y XIV, donde hay un incremento de xerófitos en detrimento, principalmente, de *Pinus*.

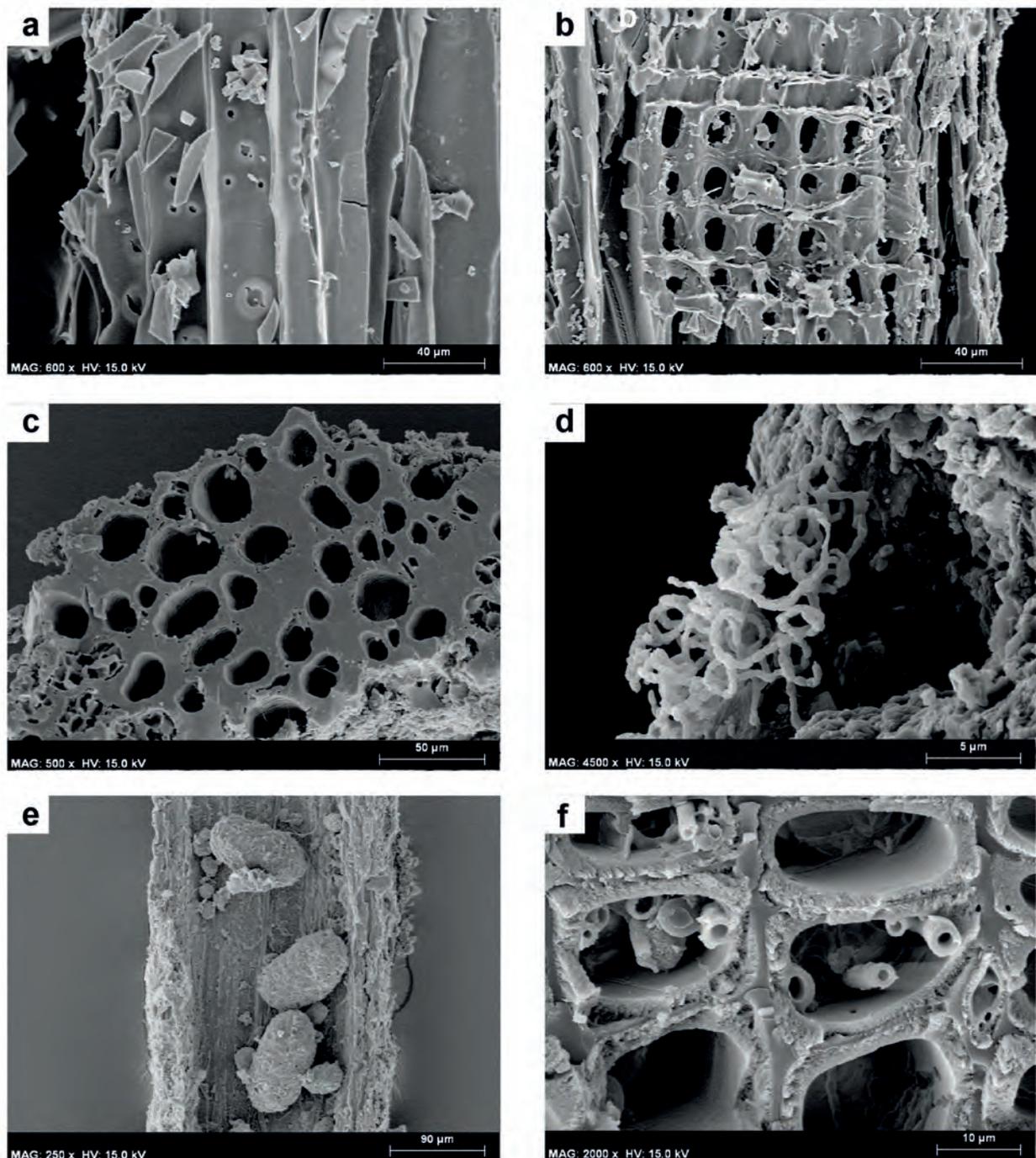


Figura 6. Imágenes tomadas en el Microscopio Electrónico de Barrido. a: *Juniperus* sp., plano radial, x600. b: *Pinus nigra-sylvestris*, plano radial, x600. c: Angiosperma, plano transversal, x500. d: Cadena de bacterias en carbón de angiosperma, plano transversal, x4500. e: Coprolito de insecto en el interior de un carbón de angiosperma, plano tangencial, x250. f: Deformación celular e hifas de hongo en un carbón de *Pinus nigra-sylvestris*, plano transversal, x2000. De Vidal-Matutano *et al.* (2019)

Las muestras para el análisis antracológico proceden de dos estructuras de combustión de los niveles XIII (MIS 7) y XI (MIS 6) y del contexto disperso del nivel XIII (Tabla 1). Los datos antracológicos de Bolomor confirman la presencia de *Pinus nigra-sylvestris* y *Juniperus* sp. El tamaño de los carbones (1,0-0,5 mm) y el grado de conservación impide una mayor resolución en la

determinación de las angiospermas. Las evidencias de biodeterioro en los carbones causadas por la acción de hongos, bacterias e insectos xilófagos son frecuentes, contribuyendo a la degradación del material orgánico (Fig. 6).

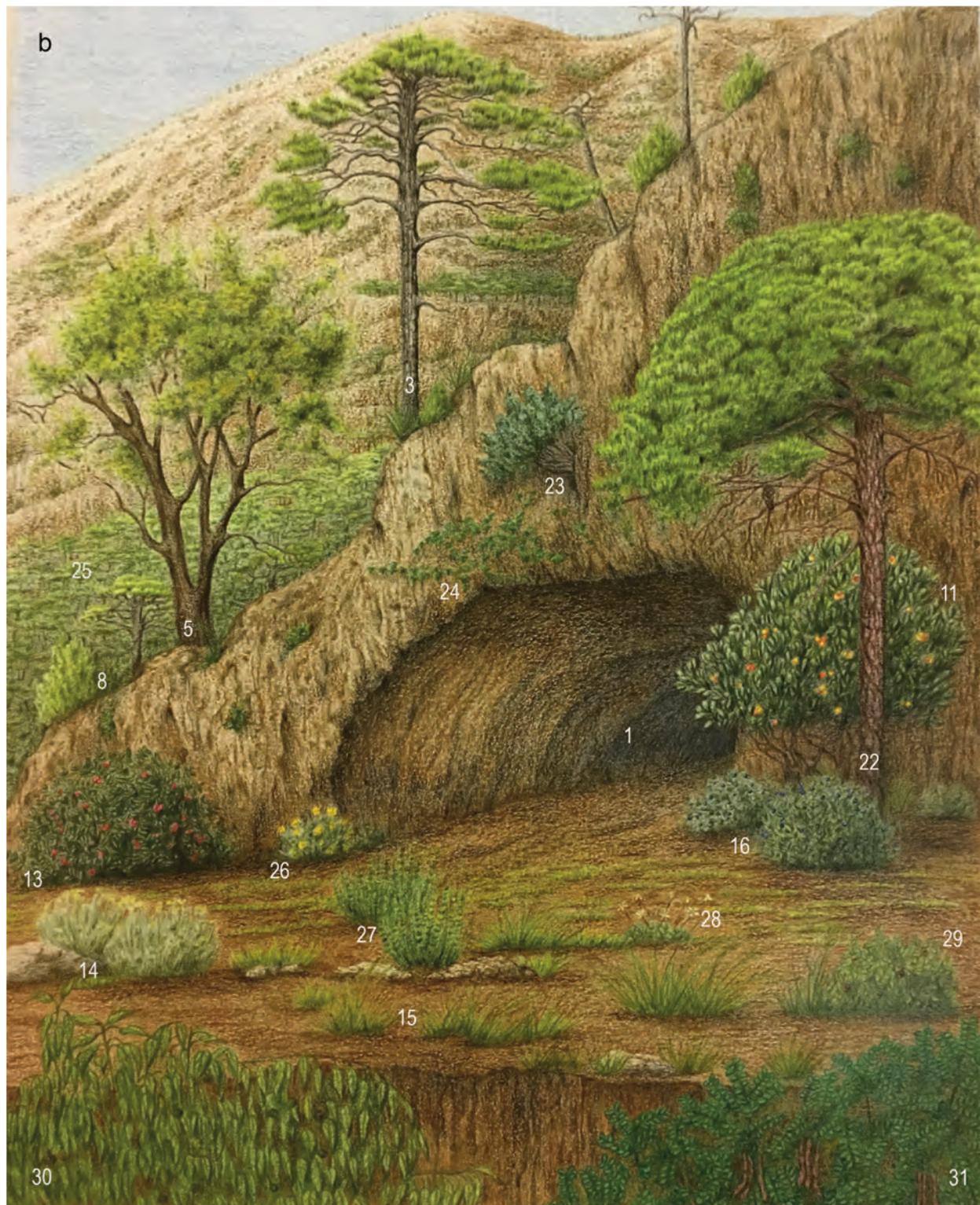
Cabe destacar la presencia de polen de *Ceratonia*.



Figura 7. Visión artística del hábitat prehistórico de los neandertales que ocuparon la Cova del Bolomor (este de España) durante el Pleistoceno medio y el Pleistoceno superior temprano, basada en datos paleobotánicos (Ochando *et al.*, 2019). a) Aspecto general del valle de la Vallidigna en la sierra del Mondúver; b) Alrededores de la cueva. Trabajo artístico: Gabriela Amorós. Redibujado de Amorós *et al.* (2021)

Igualmente, *Castanea* aparece casi ininterrumpidamente a lo largo de la secuencia, lo que dada su habitual infrarrepresentación en los espectros polínicos sugiere abundancia local durante el Pleistoceno

medio. Aunque solo aparece esporádicamente en Bolomor, es notable la presencia de *Rhododendron*, que de manera general está ausente en el registro fósil por su escasa dispersión de polen. La presencia de *Celtis*



- | | | |
|--|--|--|
| 1. Entrada cueva Bolomor | 12. <i>Erica</i> (brezo) | 22. <i>Pinus</i> cf. <i>pinaster</i> (pino rodeno) |
| 2. <i>Quercus ilex/rotundifolia</i> (encina) | 13. <i>Pistacia lentiscus</i> (lentisco) | 23. <i>Taxus baccata</i> (tejo) |
| 3. <i>Pinus</i> cf. <i>nigra</i> (pino blanco) | 14. <i>Artemisia</i> (artemisa) | 24. <i>Hedera helix</i> (hiedra) |
| 4. <i>Betula</i> (abedul) | 15. Poaceae (gramíneas) | 25. Bosque de pinos con robles |
| 5. <i>Quercus</i> cf. <i>faginea</i> (roble) | 16. <i>Myrtus communis</i> (mirto) | 26. Asteraceae (compuestas) |
| 6. <i>Castanea sativa</i> (castaño) | 17. <i>Chamaerops humilis</i> (palmito) | 27. <i>Sideritis</i> (rabogatos) |
| 7. <i>Pinus</i> cf. <i>halepensis</i> (pino carrasco) | 18. <i>Helianthemum/Fumana</i> (jara) | 28. <i>Saxifraga</i> (saxifragas) |
| 8. <i>Juniperus</i> (enebro-sabina) | 19. <i>Dama dama</i> (gamo) | 29. <i>Quercus coccifera</i> (coscoja) |
| 9. <i>Corylus avellana</i> (avellanas) | 20. Adulto neandertal comiendo avellanas | 30. <i>Celtis australis</i> (almez) |
| 10. <i>Rhododendron</i> cf. <i>ponticum</i> (rododendro) | 21. Niño neandertal mirando tortuga
(<i>Testudo hermanni</i>) | 31. <i>Ceratonia siliqua</i> (algarrobo) |
| 11. <i>Arbutus unedo</i> (madroño) | | |

Figura 7. Continuación

Tabla 1. Resultados antracológicos de las estructuras de combustión 4 (nivel XI) y 2 (nivel XIII) y del conjunto disperso del nivel XIII de la Cova del Bolomor

Nivel	XI	XIII	
Contexto	Estructura de combustión 4	Disperso	Estructura de combustión 2
Taxa	n	n	n
Angiospermas	1	8	
Coníferas	10	6	
<i>Juniperus</i>		1	1
<i>Pinus nigra-sylvestris</i>	12	13	
Indeterminable		2	
Total	23	30	1

en la secuencia polínica es particularmente interesante ya que pudo haber sido parte de la dieta de los homínidos.

Desde una perspectiva biogeográfica, la Cova del Bolomor aparece como un registro paleoflorístico único en el Pleistoceno medio europeo y en relación con la paleoecología neandertal, caracterizado por la existencia de un hábitat más boscoso que el encontrado en otros

sitios y con una alta diversidad vegetal, situación que, por otra parte, es típica del extremo sur de la Península Ibérica en el contexto de los refugios glaciales (Fig. 7).

Más información

Fernández-Peris *et al.* (1999, 2012), Blasco *et al.* (2013), Vidal-Matutano *et al.* (2019), Ochando *et al.* (2019, 2022a), Amorós *et al.* (2021)



BRAÑAGALLONES

Cordillera Cantábrica, Caso, Asturias
Pleistoceno superior (~ 33480 años cal BP)

Se trata de una secuencia palinológica ubicada en la Cordillera Cantábrica, en la cual existen depósitos de circos glaciares que corresponden en su mayoría al final de la última glaciación, si bien la mayoría de ellos se encuentran decapitados y recubiertos diacrónicamente por materiales de tipo periglacial, coluvial y/o fluvial (Jiménez Sánchez & Farias Arquer 2002). Sabemos que durante su máximo avance, la masa de hielo se situaba entre los 950 y los 1100 m de altitud, con una cota de nieves perpetuas alrededor de los 1500 m. Tras esta fase se han podido reconocer otros dos de retroceso y estabilización de los frentes glaciares a cotas respectivas de 1300-1500 m y 1500-1700 m. La zona donde se ubica la secuencia se caracteriza por

tener un clima templado-húmedo, con más de 1600 mm de precipitación anual y unas temperaturas medias anuales de unos 10°C, destacando el progresivo aumento del número de días con heladas a medida que aumenta la altitud. La vegetación de la zona en su mayor parte está constituida por hayedos con robles, fresnos, abedules y acebos. Después de los bosques, las formaciones vegetales mejor representadas son los pastizales y plantaciones de castaño.

Dentro del Parque Natural de Redes, se realizó un sondeo en la Vega de Brañagallones, que posee una superficie de 60 ha. Este depósito se formó cuando el drenaje quedó bloqueado por una morrena lateral durante



Figura 1. Vista del circo glaciar de Peña Ten, muy próximo al Parque Natural de Redes (Cordillera Cantábrica) (Foto: A. Díez González)

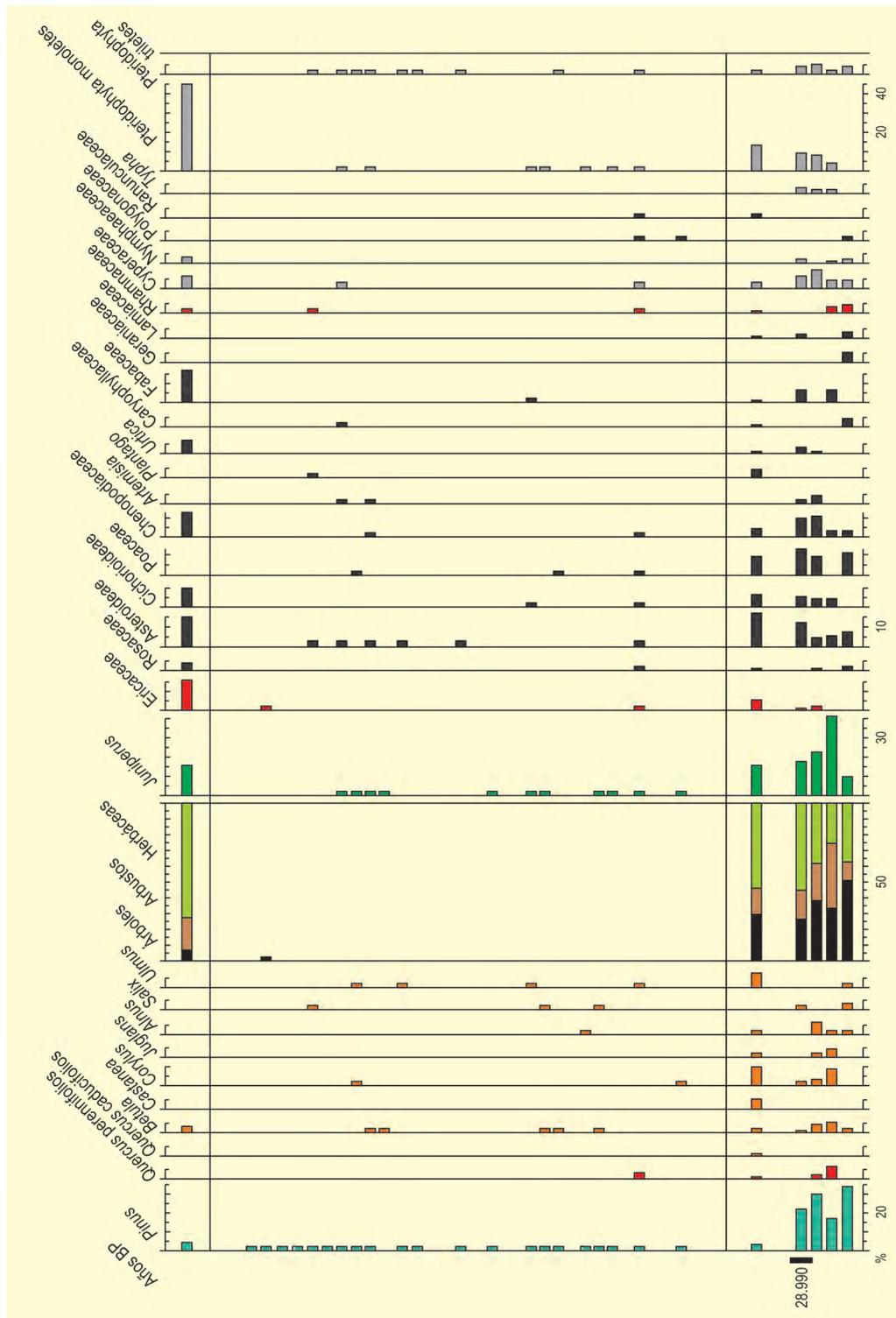


Figura 2. Diagrama polínico de la secuencia de Brañagallones. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2000, 2002)

la fase I de actividad glaciaria (Jiménez- Sánchez & Farias-Arquer 2002).

El estudio polínico (43° 07' 32" N, 05° 17' 56" O; 1230 m s.n.m.) posee una potencia de 38 metros, pero la li-

Tabla 1. Cronología de la secuencia Bañağallones (Parque Natural de Redes)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Core	Método
Beta-129359	380	28990 ± 230	33480	Bañağallones (S1)	Convencional

tología, poco propicia para la conservación de los granos de polen (con niveles de caliza, arenisca y grava del guijarro), ha sido la principal causa de la poca información que aporta. Tan solo tenemos registro en la base de la secuencia mientras que en el resto se trata únicamente de presencias (Fig. 2).

En la base se observa cómo los taxones arbóreos no superan en ningún momento el 50%, estando presente fundamentalmente *Pinus*, así como porcentajes bajos de *Betula*, *Corylus*, *Quercus* caducifolios, *Juglans* y presencias de *Salix*, *Ulmus* y *Alnus*. El estrato arbustivo está constituido fundamentalmente por *Juniperus*, es-

tando presentes Ericaceae y Rosaceae. El claro dominio por parte del estrato herbáceo (principalmente constituido por Chenopodiaceae, Asteraceae y *Artemisia*) sugiere unas condiciones climáticas muy frías. Tanto por la datación como por las evidencias geomorfológicas, esta zona para la cual se tiene registro polínico se correspondería con el Último Máximo Glacial. Desgraciadamente para el resto de la secuencia no hay datos polínicos suficientes.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2000, 2002), Jiménez-Sánchez & Farias-Arquer (2002)



BURACA ESCURA

Leiria, Portugal

Pleistoceno superior (31270-26160 años cal BP)

La cueva de Buraca Escura se abre sobre la vertiente sur del cañón del Poio Novo, que se encaja en el macizo de Sicó (Fig. 1), al límite septentrional de la Estremadura portuguesa, unos 80 metros sobre el barranco y a 270 m s.n.m. (39° 55' N, 08° 33' O). El bioclima de la región tiene un carácter mesomediterráneo de húmedo a subhúmedo. La vegetación actual de la zona, en las áreas mejor preservadas, está dominada por *Olea europaea*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Quercus suber* y *Quercus faginea*. Actualmente, la zona se encuentra ocupada mayoritariamente por cultivos de olivo, vid y frutales, cuyos lindes están colonizados por *Daphne gnidium*, *Cistus* y *Quercus coccifera*. Solo las vertientes del cañón albergan vegetación

natural que se compone de varias especies de *Erica*, *Cistus* y *Ulex*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea angustifolia* y *Rosmarinus officinalis*, *Arbutus unedo* en las zonas más bajas y algunos pies aislados de *Pinus pinaster* y *P. pinea*.

Los trabajos llevados a cabo en el yacimiento entre 1991 y 1995 se integran en un proyecto de intervención en varias cavidades sincrónicas de la zona (entre las que se encuentra la cueva de Buraca Grande) que han permitido documentar una potente secuencia de casi 3 metros, que se dividen en tres conjuntos con vestigios arqueológicos correspondientes a niveles de ocupación del Paleolítico superior y medio. El Con-



Figura 1. Vista panorámica desde el macizo de Sicó, Portugal (Foto: A. Vilela)

Tabla 1. Dataciones de radiocarbono de Buraca Escura

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BC	Contexto	Muestra
OxA-5524	C2a	21820 ± 200	26160	24158 ± 526	Paleolítico superior	Falange de équido
OxA-5523	C2e	22700 ± 240	27410	25424 ± 439	Paleolítico superior	Falange de <i>Capra ibex</i>
GifA-97258	C2f	26560 ± 450	31270	29301 ± 461	Paleolítico superior	Vértebra de <i>Capra ibex</i>

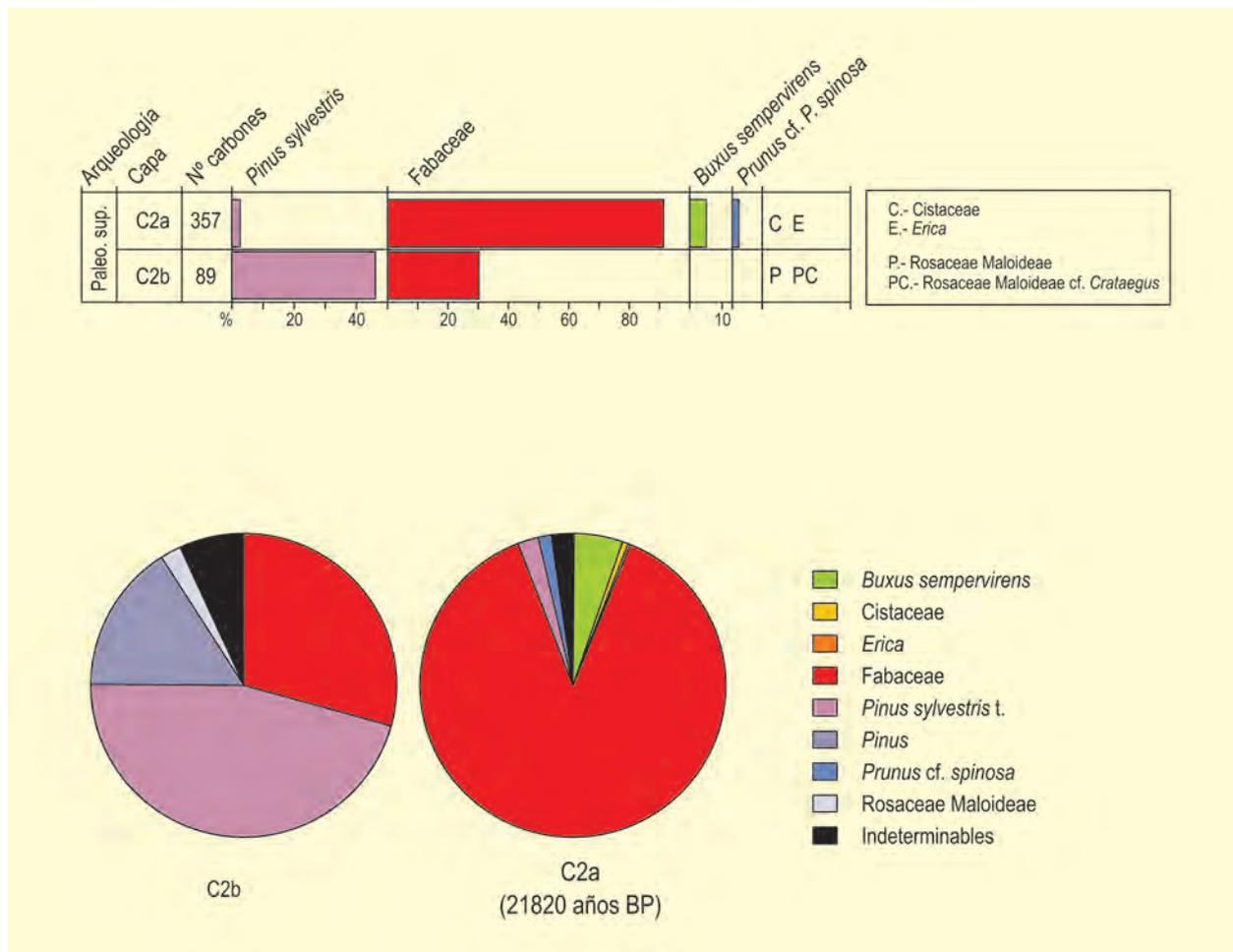


Figura 2. Resultados antracológicos del yacimiento de Buraca Escura, Portugal. Redibujado de Aubry *et al.* (2001)

junto 2, perteneciente al Paleolítico superior, ha ofrecido tres dataciones de 21820, 22700 y 26560 años BP (Tabla 1), que ponen en evidencia el efecto de fuertes procesos erosivos en estos niveles.

El análisis antracológico (Fig. 2) se ha realizado en los niveles del Conjunto 2 y los espectros ofrecen una pobreza taxonómica que se explica probablemente por la corta duración de la ocupación y por la recolección de leña limitada a las proximidades de la cueva.

La capa C2a muestra un espectro dominado por leguminosas y con presencia, en menor medida, de

Buxus sempervirens, Cistaceae, *Erica*, *Prunus cf. spinosa* y *Pinus t. sylvestris*. La capa C2b es más escasa en carbón y destacan en porcentaje los pinos y las leguminosas, aunque también podrían estar presentes diversas especies de rosáceas del grupo Maloideae.

El conjunto florístico permite inferir la existencia de una vegetación abierta y clara, de tipo estepa, con presencia esporádica de pino silvestre.

Más información
Aubry *et al.* (2001)



BURACA GRANDE

Leiria, Portugal

Pleistoceno superior – Holoceno (28850-5190 años cal BP)

La cueva de Buraca Grande se encuentra en el límite occidental de la Sierra de Sicó (Fig. 1), en la Estremadura portuguesa, sobre la vertiente norte del valle del Poio Novo (39° 55' 9" N, 08° 36' 35" O; a 350 m s.n.m.).

El yacimiento se localiza en el piso mesomediterráneo inferior con un ombroclima de húmedo a subhúmedo. Actualmente abundan en la zona los cultivos de olivo, vid y frutales, pero las vertientes del cañón albergan una vegetación natural compuesta principalmente por varias especies de *Erica*, *Cistus* y *Ulex*, por *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea angustifolia* y *Rosmarinus officinalis*, *Arbutus unedo* en las zonas más bajas y algunos pies aislados de *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*. Los márgenes de los campos se encuentran colonizados por *Daphne gnidium*, *Cistus* y *Quercus coccifera*. La secuencia del yacimiento cubre desde el Paleolítico superior hasta el Neolítico final, con una serie de dataciones entre 23920 y 4530 años BP (Tabla

1). Los resultados del análisis antracológico fueron publicados por Figueiral & Terral (2002).

En la secuencia de Buraca Grande se distinguen dos fases antracológicas (Fig. 2). La fase más antigua, correspondiente a los niveles del Paleolítico superior, presenta una vegetación abierta de montaña, dominada por especies de ambientes más fríos, entre ellas *Pinus sylvestris*, *Buxus sempervirens*, Fabaceae y *Prunus spinosa*. Sin embargo, algunas especies termófilas de ambiente mediterráneo, como *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus* y *Olea europaea*, están ya presentes. Es probable que la presencia de ésta última en los niveles pleistocenos esté sobrerrepresentada a causa de procesos tafonómicos difíciles de concretar, como demuestra la datación por AMS realizada sobre un fragmento de *Olea* del nivel 9B, que la sitúa en cronología del Atlántico y evidencia así su situación descontextualizada en la estratigrafía, más aún cuando otros yacimientos paleolíticos cercanos no recogen



Figura 1. Vista panorámica desde la Sierra de Sicó en la Estremadura portuguesa (Foto: A. Vilela)

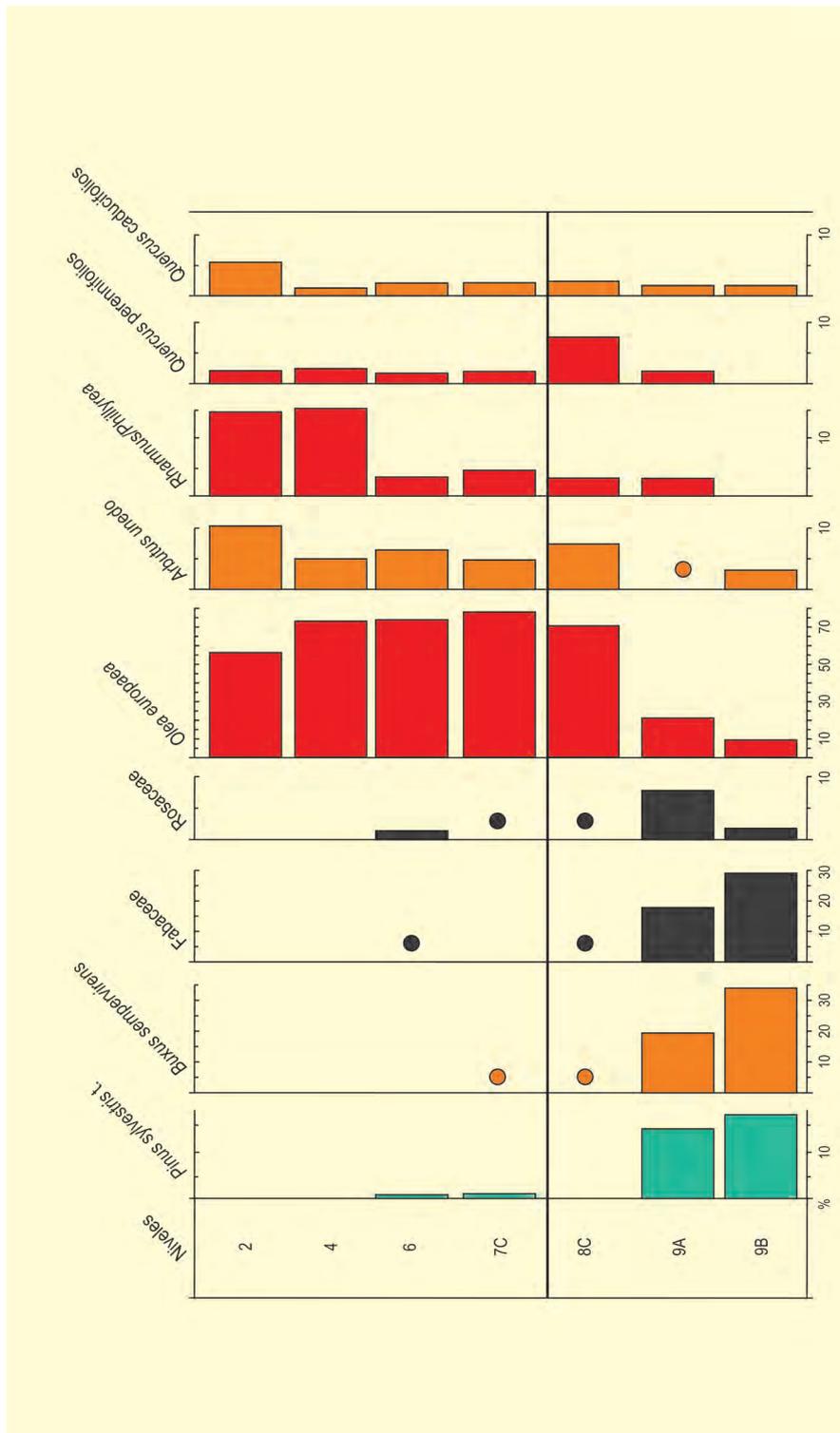


Figura 2. Diagrama antracológico de la secuencia de Buraca Grande. Redibujado de Figueiral & Terral (2002)

la presencia de especies termófilas para estos momentos. En todo caso, la presencia de *Olea europaea* estaría restringida a enclaves muy localizados y a me-

nor altitud, que ofrecieran condiciones más cálidas para su supervivencia durante los periodos más fríos.

Tabla 1. Dataciones de radiocarbono de la secuencia de Buraca Grande

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BC	Arqueología	Muestra
GifA-930348	9B	23920 ± 300	28850	26855 ± 450	Paleolítico superior	Carbón
T18816A	9B	7022 ± 41*	7870	5920 ± 51	Paleolítico superior	Carbón <i>Olea europaea</i>
Gif-9502	9A	17850 ± 200	21380	19471 ± 454	Paleolítico superior	Carbón
Gif-9679	8C	8120 ± 70	9090	7145 ± 97	Epipaleolítico	Carbón
Gif-9708	8C	8680 ± 40	9640	7679 ± 51	Epipaleolítico	Carbón
Gif-9939	8C	8445 ± 20	9480	7533 ± 12	Epipaleolítico	Carbón
Gif-9940	8A	7000 ± 60	7840	5889 ± 74	Epipaleolítico	Carbón
Gif-9497	6-5	5670 ± 70	6470	4518 ± 86	Neolítico	Carbón
Gif-9941	4	5030 ± 20	5810	3857 ± 60	Neolítico	Carbón
Gif-9942	2	4530 ± 20	5190	3242 ± 98	Neolítico	Carbón

* datación incoherente con su contexto estratigráfico y cronocultural

En la segunda fase, ya holocena, se da claramente la transición a una vegetación de tipo termófilo, dominada por *Olea europaea*, con *Quercus pennifolia* o *Rhamnus-Phillyrea*, entre otros, lo que se traduce en unas condiciones climáticas y de precipitaciones similares a las actuales.

Más información

Aubry *et al.* (1997), Figueiral & Terral (2002)



CAAMAÑO

Costa gallega, Porto do Son, A Coruña
Pleistoceno superior (c. 36050-20160 años BP)

El depósito costero de Caamaño (42° 39' N, 09° 02' O; 0 m s.n.m.), situado en la ría de Muros-Noia, aparece emplazado sobre la plataforma de abrasión mostrando su perfil vertical de aproximadamente 8 m de altura gracias a la batida constante del mar. El entorno bioclimático es el del piso colino, con frecuentes precipitaciones repartidas principalmente en invierno y con un mínimo en el verano. En el área próxima al acantilado aparecen pastizales y herbazales mesófilos más o menos densos, apareciendo también en sus proximidades, matorrales mixtos entre las repoblaciones de *Pinus pinaster* y *Eucalyptus globulus*. En otras zonas mejor conservadas aparece el robledal de *Quercus robur*.

A nivel sedimentológico se han estudiado tres columnas (Gómez-Orellana 2002). A muro, aparece dispuesto un nivel de sedimentos de origen eólico que muestran señales de rubefacción. Encima de éste, en los denominados perfiles A y C, aparece un nivel coluvial sobre el que se dispone una capa de material limnético mientras que en el denominado perfil B, el nivel eólico da paso directamente a una capa limnética de unos 70 cm de potencia. En los tres perfiles posteriormente aparece una capa heterogénea de materiales aluviales y coluviales de unos 6 m de espesor que a techo finaliza con una capa de suelo.

Los análisis polínicos (Ramil-Rego *et al.* 1996, Gómez-Orellana 2002) se han realizado con dos de los niveles limnéticos fosilizados (Caamaño A y B), mientras que el tercero fue polínicamente estéril. El análisis

polínico en la capa más antigua, niveles I y II, muestra un dominio del polen no arbóreo (Poaceae/Asteroidae) (Fig. 1). Los árboles se encuentran representados por planocaducifolios principalmente (*Quercus robur*, *Betula*, *Corylus*, *Ulmus* y *Alnus*) aunque aparecen en porcentajes muy reducidos (Iriarte *et al.* 2005). El paisaje es por tanto abierto y reflejaría unas condiciones frías, aunque no extremas. Hay que destacar los valores bajos de criotermos tales como *Artemisia*, y la presencia de especies higrófilas tales como *Myrica*, *Calluna*, *Erica* y *Empetrum*, indicadoras de elevada humedad ambiental (Gómez-Orellana 2002).

Las dataciones realizadas en los perfiles permiten situar cronológicamente estas secuencias entre el interstadial würmiense y el inicio del estadal würmiense (c. 36050-28750 años BP). En el nivel III, cuyo techo se sitúa a 20160 años BP y se corresponde con la capa superior, aparece igualmente una capa con dominio de Poaceae, llegando a alcanzar valores cercanos al 60%. Cichorioideae y Asteroideae mantienen niveles significativos en todo el diagrama mostrando sólo ocasionalmente *Artemisia* valores significativos. Al igual que sucedía en los niveles inferiores los taxones caducifolios (*Quercus*, *Betula*, *Corylus* y *Alnus*) mantienen niveles moderados pero continuos, a excepción de *Ilex* y *Ulmus* que aparecen de modo discontinuo (Fig. 2). Del mismo modo, los arbustos son diversos pudiendo destacarse la presencia de *Erica* y *Calluna* por su elevada representación junto a otros géneros tales como *Myrica*, *Thymelaea* o *Empetrum*. Los datos polínicos permiten

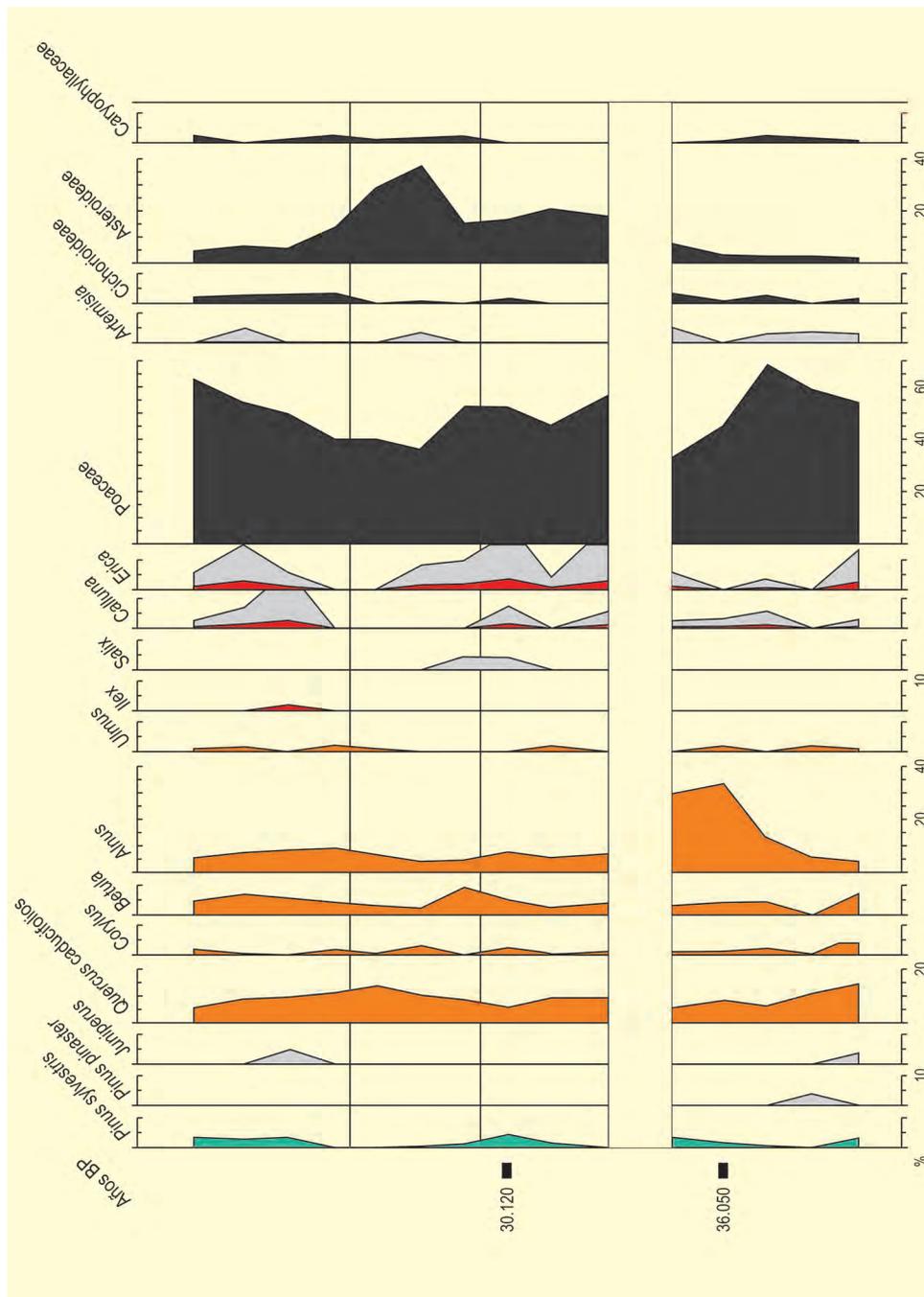


Figura 1. Diagrama polínico del perfil Caamaño B. Redibujado de Ramil-Rego et al. (1996)

dilucidar un momento frío y húmedo, con una vegetación abierta con presencia de árboles y arbustos dispersos. Es interesante mencionar que entre las coníferas, *Juniperus* aparece de modo constante en la parte superior del diagrama, nivel III, mientras que *Pinus* (*P. sylvestris* t.) aparece de modo continuo en toda la secuencia, aunque siempre mostrando valores muy bajos. A lo largo del intervalo también

hace su presencia *P. pinaster*, aunque de modo muy esporádico y con valores muy bajos.

La secuencia pone de manifiesto que durante los estadios isotópicos OIS3-2 el bosque caducifolio atlántico retrocedió ante las condiciones de intenso frío reinante en zonas costeras y sublitorales. Sin embargo, la elevada humedad ambiental permitió la existencia de un elenco

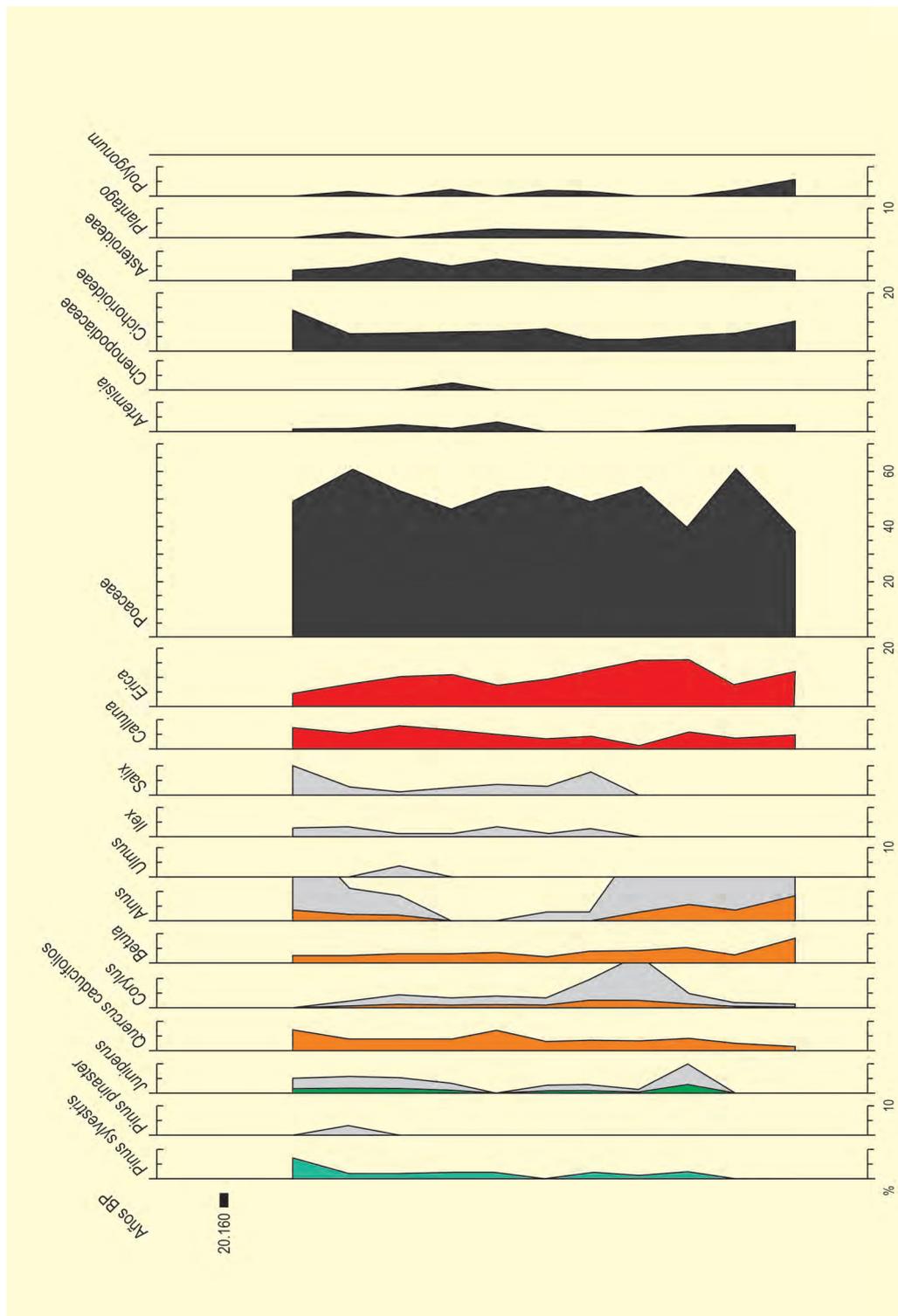


Figura 2. Diagrama polínico del perfil de Caamaño A. Redibujado de Ramil-Rego et al. (1996)

de especies higrófilas atlánticas de carácter arbustivo que dominaron sobre las especies estépicas como *Artemisia*.

Más información

Ramil-Rego et al. (1996), Gómez-Orellana (2002)



CABEÇO DE PORTO MARINHO

Santarém, Portugal

Pleistoceno superior – Holoceno (27650-6530 años cal BP)

El yacimiento al aire libre del Cabeço de Porto Marinho se localiza en la Estremadura portuguesa, sobre las arenas Plio-Pleistocenas del valle del Río Maior, a 100 m s.n.m. a los pies de la Serra dos Candeeiros (39° 22' N, 08° 56' O). El área del yacimiento se integra en el límite entre las zonas fitoclimáticas Atlántica y Submediterránea, con un clima termomediterráneo seco, de inviernos muy suaves y veranos cálidos. Este carácter se muestra en la presencia frecuente de especies termófilas como el acebuché, el alcornoque, el pino piñonero y el pino marítimo. Aunque el entorno del yacimiento se encuentra ocupado actualmente por cultivos de viña y diversos frutales, así como por

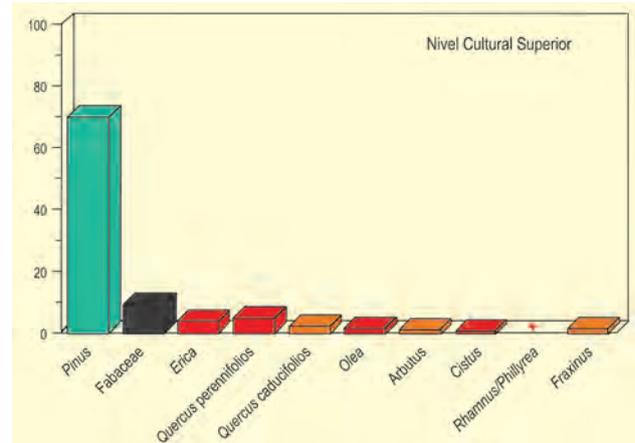


Figura 1. Histograma de frecuencias relativas de taxones (Nivel Cultural Superior). Redibujado de Figueiral (1993)

Tabla 1. Dataciones de Cabeço de Porto Marinho (Zilhão *et al.* 1995)

Ref. Lab.	Nivel/Sector	Años BP	Años cal. BC	Años cal. BP	Arqueología	Muestra
SMU-2477	III superior	5710 ± 155	4579 ± 165	6530	Neolítico antiguo	Conjunto de carbones
SMU-2636	VI medio	10160 ± 80	9839 ± 212	11800	Magdaleniense superior	Conjunto de carbones
ICEN-690	IIIT superior	10940 ± 210	10951 ± 183	12900	Magdaleniense superior	Carbones de hogar
SMU-2637	II superior	11110 ± 130	11071 ± 160	13020	Magdaleniense superior	Conjunto de carbones
ICEN-545	III superior	11160 ± 280	11146 ± 269	13090	Magdaleniense superior	Conjunto de carbones
SMU-2011	I superior	11680 ± 60	11617 ± 141	13580	Magdaleniense superior	Conjunto de carbones
ICEN-689	IIIS medio	11810 ± 110	11773 ± 169	13710	Magdaleniense superior	Carbones de hogar
ICEN-687	I superior	12220 ± 110	12359 ± 299	14330	Magdaleniense superior	Conjunto de carbones
SMU-2668	IIIS inferior	14050 ± 850	14907 ± 1170	16830	Magdaleniense inferior	Conjunto de carbones
WK-3127	IIIS inferior	15040 ± 210	16311 ± 275	18230	Magdaleniense inferior	Conjunto de carbones
SMU-2476	II medio	15410 ± 195	16559 ± 355	18410	Magdaleniense inferior	Carbones de hogar
SMU-2634	VI inferior	15420 ± 180	16566 ± 349	18410	Magdaleniense inferior	Conjunto de carbones
ICEN-542	I inferior	15820 ± 400	17116 ± 417	19080	Magdaleniense inferior	Carbones de hogar
WK-3126	IIISW	16180 ± 290	17457 ± 418	19410	Magdaleniense inferior	Conjunto de carbones
SMU-2015	I inferior	16340 ± 420	17660 ± 551	19610	Magdaleniense inferior	Conjunto de carbones
ICEN-541	III inferior	21080 ± 850	23393 ± 1155	25350	Gravetiense	Conjunto de carbones
SMU-2475	III inferior	22710 ± 350	25378 ± 518	27370	Gravetiense	Conjunto de carbones
ICEN-428	III inferior	23050 ± 750	25697 ± 1036	27650	Gravetiense	Conjunto de carbones

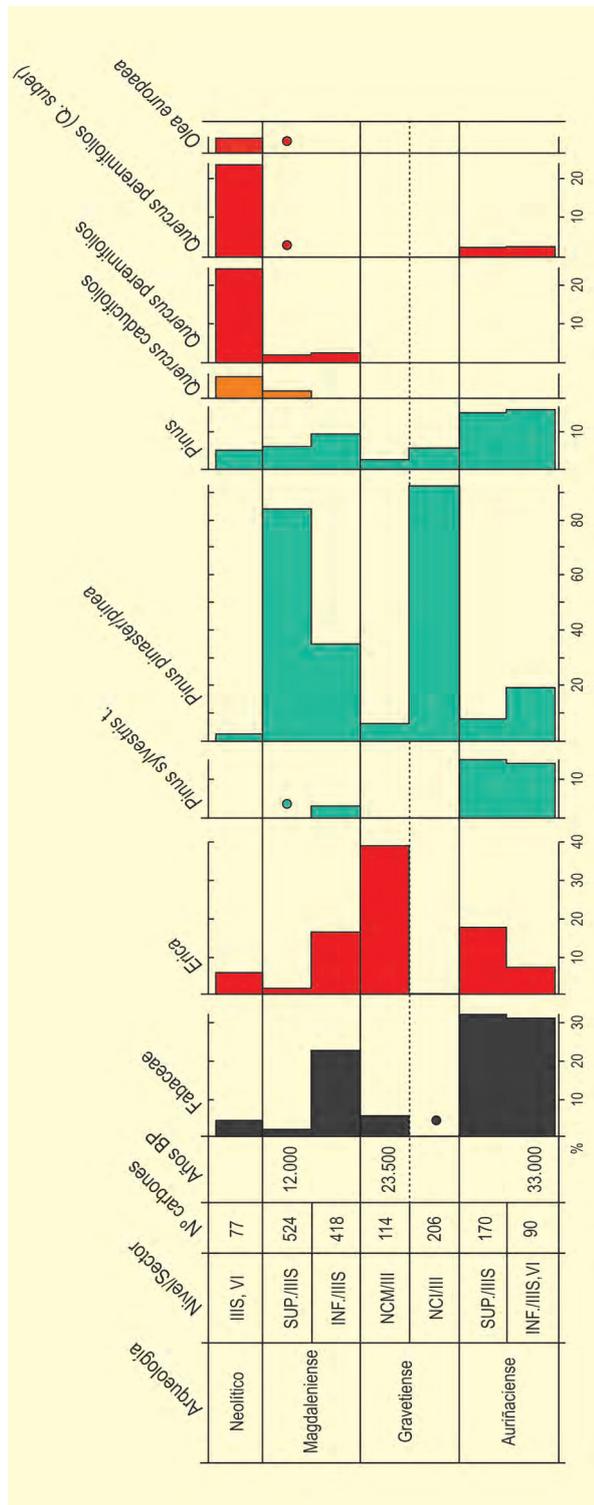


Figura 2. Diagrama antracológico de Cabeço de Porto Marinho. Elaborado a partir de Figueiral (1993)

plantaciones de eucalipto, abundan en las formaciones naturales los acebuches y pinos piñoneros.

La estratigrafía del Cabeço de Porto Marinho cubre, con algunos hiatos, gran parte de la secuencia del Paleolítico superior, del Neolítico antiguo y del Neolítico final. El nivel más antiguo se adscribe al Auriñaciense, datado en c. 33000 años BP. Dos niveles (denominados Nivel Cultural Inferior y Nivel Cultural Medio) corresponden al Gravetiense, para el que existen fechas en torno a 23500 años BP. El Nivel Cultural Superior pertenece al Magdalenense (entre 17000 y 11000 años BP). Tras un gran hiato, los niveles del Neolítico antiguo se datan hacia el 5700 años BP.

Los resultados antracológicos preliminares de los niveles del Gravetiense y el Magdalenense fueron publicados por Figueiral (1993). El diagrama completo incluye nuevos datos de niveles del Auriñaciense y el Neolítico, que completan respectivamente la base y el techo de la secuencia (Fig. 2).

En los niveles gravetienses destaca la desaparición de *Pinus sylvestris* y una notable reducción de las leguminosas. Los altos porcentajes de *Pinus pinea/pinaster* en el Nivel Cultural Inferior son interpretados por la autora como una sobrerrepresentación causada por la presencia de un hogar cercano, por lo que su significación ecológica es muy limitada. El carbón disperso de los niveles gravetienses muestra la dominancia de los brezos hacia el 23500 años BP, acompañados únicamente por pinos y leguminosas. Esta pobreza taxonómica se interpreta como resultado de ocupaciones breves del yacimiento. Por esta razón, los taxones documentados en los niveles gravetienses del Cabeço de Porto Marinho permiten inferir la existencia de las citadas especies en zonas cercanas al yacimiento, pero cualquier aproximación a su abundancia real en el medio sería arriesgada. No obstante, la presencia de *Pinus pinea/pinaster* en estos momentos puede responder a un momento

de mejora climática datado entre 23750-22000 años BP en algunas secuencias polínicas del sur de Europa.

Los niveles magdalenenses ofrecen una mayor fiabilidad ecológica y en ellos se observa una mayor riqueza taxonómica (Figs. 1 y 2). La vegetación de estos niveles se caracteriza por la importante presencia de *Pinus pinea/pinaster*, cuyo porcentaje se dispara en cronologías cercanas a 12000 años BP, acompañado de un matorral de leguminosas y brezos (éstos últimos reducen su importancia con respecto al Gravetiense). Parece que el taxón *Pinus pinea/pinaster* juega un rol fundamental en la vegetación abierta preholocena, evidenciando siempre el carácter cálido de la zona y posiblemente como vegetación edáfica sobre los sue-

los arenosos del lugar. En esta fase también hacen su aparición las quercíneas y, de forma discreta, otros taxones termófilos como *Olea europaea*.

Estos taxones cálidos se expanden definitivamente en el Neolítico, destacando la presencia de *Quercus perennifolia* y *Q. suber*. Los taxones de matorral presentan porcentajes muy bajos, del mismo modo que los pinos, que se han reducido a sus mínimos valores.

Más información

Figueiral (1993), Zilhão *et al.* (1995), Figueiral & Carcaillet (2005)



CAL GUARDIOLA

Terrasa, Barcelona
Pleistoceno inferior (1,2-0,8 Ma)

El yacimiento de Cal Guardiola, situado en la orilla occidental del río Vallparadís ($41^{\circ} 34' 06''$ N, $02^{\circ} 00' 40''$ E, 310 m s.n.m.), fue descubierto en pleno centro de la ciudad de Terrasa al iniciarse la construcción de un edificio en un solar de la localidad. Tras la realización de la excavación de urgencia, llevada a cabo entre el Instituto Paleontológico Miquel Crusafont y la Universidad Autónoma de Barcelona en el año 1997, se terminó la edificación previamente paralizada.

Desde un punto de vista estratigráfico, el sitio comprende una secuencia de cuerpos sedimentarios, principalmente gravas con escasa selección granulométrica. En total han sido descritos cuatro cuerpos sedimentarios principales, el primero descansa sobre el Mioceno superior, seguido por otro procedente de un episodio de alta energía y por un tercero, el llamado nivel D₂, en el cual aparecen los restos fósiles. En este nivel se hallan gravas de diferente tamaño, encontrándose un gran número de macro-restos con disposiciones que oscilan entre 40 y 120 cm. En el cuarto nivel se produce un descenso del nivel de energía disminuyendo la fracción de gravas. El conjunto de maderas y polen se encontraba mezclado, no mostrando ninguna polaridad sedimentaria. El mecanismo de deposición, probablemente una avenida con flujos de alta energía, provocó una mezcla en la que no es posible inferir una evolución de la secuencia, sino únicamente presencia y cantidad de taxones. Las maderas fósiles estudiadas se encontraban en un estado de conservación duripárico o esencialmente inalterado. Fueron detectados en ellas la presencia de procesos de carbonificación, biodegradación, distorsión tafonómica, desarticulación y en algunos casos piritización.

En el yacimiento se realizaron numerosas catas, cubriendo un área total de 691 m². Las maderas extraídas fueron tratadas con sustancias antifúngicas y guardadas en cámaras frías. En total, un centenar de macro-



Figura 1. Excavación del yacimiento durante la campaña de 1997

restos leñosos fueron estudiados mediante técnicas de microtomía clásica.

Para el análisis polínico se procesaron 18 coprolitos y 60 muestras de sedimento extraídos de los sondeos S₁, P₆₈, y 25-35, siendo extraídas el resto de los perfiles 3-8, 34-39 y 37-42.

Los estudios sobre la cronología del nivel fosilífero lo sitúan por debajo de la transición Brunhes-Matuyama y su correlación con micromamíferos tales como *Mimomys savini* y *Allophaiomys burgondiae* sugieren una edad comprendida entre 1,2 y 0,8 Ma. Esto indica que la edad del yacimiento puede situarse en la transición Pleistoceno inferior-medio.

Los datos del diagrama polínico (Fig. 2) indican un paisaje vegetal abierto con poca densidad arbórea (12,1% de AP), destacando la importancia del polen de *Pinus* y *Quercus perennifolia*. Otro aspecto es la presencia, aunque con representación polínica escasa, de

un conjunto de especies afines a medios con una cierta humedad edáfica y/o ambiental óptimo climático. Este es el caso de *Carya*, *Castanea*, *Juglans* y haciendo su aparición de modo esporádico *Platanus* y *Celtis*. También destaca la aparición, reducida en cantidad polínica pero constante, del grupo de las Taxodiaceae, así como la puntual aunque también significativa de *Pinus* t. *haploxyton*. Por otro lado, la presencia de polen de taxones mediterráneos es constante en todos los análisis, apareciendo los siguientes: *Pistacia*, *Cistus*, *Phillyrea*, *Buxus* y *Chamaerops*. Por último, los elevados valores de Poaceae (hasta un 49%) podrían relacionarse con la presencia de pastizales higrófilos o mesófilos más cercanos al yacimiento, así como con las praderas próximas de medios abiertos más secos.

El conjunto de maderas pone de manifiesto la presencia de 11 taxones, todos ellos higrófilos o mesohigrófilos. Aparecen *Quercus* subgen. *quercus*, *Aesculus* aff. *hippocastanum*, *Acer* aff. *pseudoplatanus*, *Acer* aff. *campestre*, *Ulmus*, *Ligustrum vulgare*, *Fraxinus angustifolia*, *Viburnum opulus*, *Cornus sanguinea*, *Salix* y *Populus*. Destaca la aparición de *Aesculus* aff. *hippocastanum*, primera cita para el registro fósil ibérico de este taxón y primera para Europa también en base a su presencia de macrorrestos leñosos (Postigo-Mijarra *et al.* 2008).

Del análisis conjunto de macrorrestos y restos polínicos (Postigo-Mijarra *et al.* 2007) podemos deducir que en el ambiente ribereño y zonas próximas al mismo tendrían importancia un grupo de taxones en el que podríamos destacar por un lado macrófitos acuáticos como *Typha-Sparganium*, cf. *Phragmites* (Poaceae <15µ), *Myriophyllum*, *Sagittaria*, *Potamogeton*, *Alisma*, *Utricularia*, *Lemna*, *Polygonum* y *Nuphar*. Por otra parte, en una primera y segunda banda de vegetación, podrían coexistir *Tamarix*, *Populus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Sambucus*, *Viburnum*, *Cornus*, *Ligustrum* y *Ulmus*. En ambientes más alejados del cauce, pero todavía con una cierta humedad edáfica y/o ambiental, aparecerían arces (*A. pseudoplatanus* / *A. campestre*), *Carpinus* y robles marcescentes (*Quercus* subgen. *quercus*), viéndose acompañados por el grupo de taxones mesohigrófilos: *Aesculus*, *Platanus*, *Carya*, *Juglans* y *Celtis*.

En posiciones más alejadas del curso de agua, interfluvios y laderas, en situación de ambientes mesófilos,

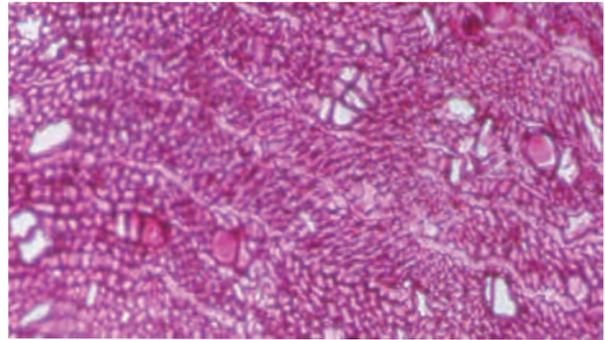


Figura 3. Porosidad difusa con vasos aislados o en pequeños grupos de 3-4 elementos en plano transversal de *Aesculus*

aparecería el conjunto de *Quercus* perennifolios. Se trataría de grupos de árboles o pies aislados diseminados en amplias zonas abiertas, mostrando un tipo de vegetación de carácter mediterráneo. Sus componentes arbóreo-arbustivos, además de *Quercus* perennifolios, serían *Pinus*, Cupressaceae, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Cistus*, Thymelaeaceae, *Chamaerops* y *Ephedra*. En la vegetación herbácea de los espacios abiertos dominarían pastizales estacionales de poáceas y otros taxones herbáceos (Asteraceae, *Artemisia*, *Lygeum*, Brassicaceae y *Centaurea*).

Por último, en zonas probablemente más alejadas indicando condiciones de mayor altitud o condiciones locales de mayor microtermia y/o humedad, aparecerían *Pinus sylvestris*, *Pinus haploxyton*, *Abies* y *Betula*. Las taxodiáceas podrían encontrarse diseminadas dentro del conjunto ribereño, al abrigo umbroso del fondo de valle o podrían formar parte de la vegetación forestal de la montaña media-alta junto con *Abies* y *Betula*, en condiciones de mayor pluviosidad y sequía estival poco acusada.

Los datos paleobotánicos que se muestran en el yacimiento corresponden a un momento clave en la historia paleoclimática de la Península Ibérica, la MPT (*Middle Pleistocene Transition*). En este momento, los taxones termohigrófilos terciarios forman parte aún de modo significativo de los paisajes ibéricos, aunque van viendo mermada ostensiblemente su representación en los mismos. Este es el caso de *Carya*, *Platanus* y “de modo más significativo” de *Aesculus*, taxón de amplia distribución terciaria en el Plioceno que queda reducido a las penínsulas mediterráneas durante el Pleistoceno (Postigo-Mijarra *et al.* 2008). Se produce una coexistencia en espacios reducidos de éstos con una flora plena-



Figura 4. a: *Aesculus hippocastanum*, Jardín Botánico de Córdoba. b: *Aesculus hippocastanum*, Cabra (Córdoba). c: *Aesculus x carnea*, Jardín Botánico de Córdoba. (Fotos: a y c: Juan Devesa, b: Enrique Triano)

mente instalada y diversificada ya de elementos mediterráneos. Destaca el dato de *Pinus haploxylon*, pero sobre todo el de la familia Taxodiaceae, última referencia fósil para la Península Ibérica y una de las últimas para el entorno europeo. Podemos inferir por tanto un paisaje típico de Pleistoceno inferior inmediatamente previo, por edad y flora en su conjunto, a los ya más empobrecidos en taxones terciarios del Pleistoceno medio.

La abundante información que proporciona en cuanto a material fósil, así como la diversidad taxonómica presente, hace de Cal Guardiola un yacimiento único en el marco del Pleistoceno peninsular. Por su cronología, podemos relacionarlo con el yacimiento de Atapuerca, concretamente con el sondeo de Gran Dolina (García-Antón 1989, 1992). También relacionable

con el inicio del Pleistoceno medio, en un marco temporal próximo al yacimiento de Cal Guardiola, se encuentra la secuencia de Buenavista Superior, en el río Tajo (Martín-Arroyo 1998). La mayor diferencia que muestra el yacimiento de Cal Guardiola con estos yacimientos es la patente diversidad de termohigrófilos, con la presencia entre ellos de *Aesculus* (Fig. 4), así como de Taxodiaceae y *Pinus haploxylon*. Las mayores semejanzas del mismo con otros registros ibéricos pueden establecerse con sondeos realizados en el noreste peninsular: sondeos de Molí Vell (Dosquers) y Mas Grill, ambos datados como Pleistoceno inferior (Geurts 1977, 1979, de Deckker *et al.* 1979).

A pesar de estas semejanzas, la elevada diversidad taxonómica de Cal Guardiola y la aparición de taxones

tales como Taxodiaceae, *Pinus haploxylon* y *Aesculus*, marcan apreciables diferencias con aquellos. Respecto a las secuencias europeas hay que destacar por su proximidad geográfica, afinidad florística y similar cronología con Cal Guardiola la secuencia de Le Vallonnet (Renault-Miskovsky & Girard 1978), de edad waaliense y situada, en los Alpes marítimos. La coincidencia de

taxones es bastante elevada, pudiéndose hallar también el cortejo de mesocráticos en el que se encuentra citado *Aesculus*. Sin embargo, no ha sido registrada ni la presencia de Taxodiaceae ni la de *Pinus haploxylon*.

Más información

Postigo-Mijarra *et al.* (2007, 2008)



CALAVERES

Costa levantina, Benidoleig, Alicante
Pleistoceno superior (>20665 años BP)

La Cova de Les Calaveres (Benidoleig, Alicante) es una cavidad de grandes dimensiones localizada en la comarca costera más septentrional de la provincia de Alicante a 70 m s.n.m. y $38^{\circ} 47' 40''$ N, $00^{\circ} 00' 59''$ O (Figs. 1 y 3). Se abre hacia el noreste sobre materiales del Cretácico inferior de naturaleza kárstica entre los que se interponen otros de naturaleza margosa. El contexto climático es mediterráneo con algunas características de clima semiárido típico del sureste peninsular como son oscilaciones amplias en el rango de temperaturas y precipitaciones irregulares. Estas últimas superan, por lo general, los 700 mm. Los valles próximos al yacimiento están ocupados por plantaciones de cítricos y otros frutales, almendros, viñas, olivos y algarrobos. Sobre las colinas de los alrededores crecen ejemplares dispersos de *Pinus halepensis* y un ma-

torral bajo mediterráneo compuesto principalmente por romero, jaras, lentisco, palmito, coscoja, aulaga y aladierno.

La serie estratigráfica que se repite de manera secuencial a lo largo de toda la cavidad se compone de siete niveles. De abajo arriba, el nivel VII presenta un elevado porcentaje de fracción gruesa con cantos calizos en una matriz arcillosa rojiza. Los estratos VI y V incorporan esencialmente elementos finos de textura arcillo-arenosa. El nivel IV incluye abundante fracción gruesa muy concrecionada. El estrato III, muy encostado, carece de fracción gruesa y los niveles II y I se caracterizan por la presencia de grandes cantos calizos de color grisáceo, cementados por carbonato cálcico en una estructura brechoide. Existe un nivel superior adi-



Figura 660. Cova de Les Calaveres. Entrada a la cueva (Foto: K. Gloukhova)

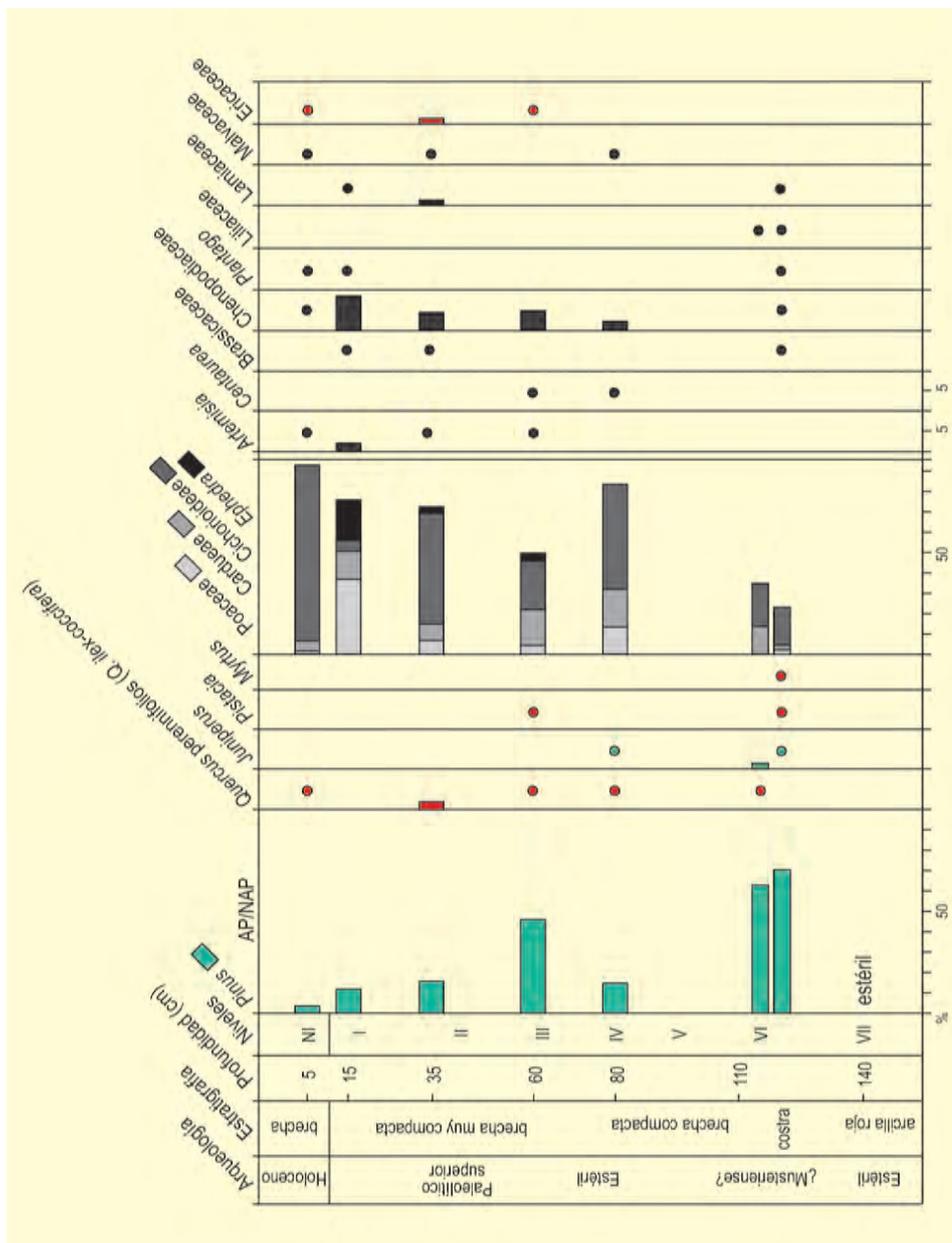


Figura 2. Diagrama polínico de La Cova de Les Calaveres. Redibujado de Dupré (1988)

cional, NI, que solo se ha encontrado en uno de los cortes estratigráficos, habiendo desaparecido en el resto de la sedimentación. Este nivel, incluye elementos pertenecientes a la fracción granulométrica media con concrecionamiento secundario cuya sedimentación se atribuye a un momento postmesolítico.

Del total de muestras extraídas, el análisis palinológico (Dupré 1982) se limitó a las correspondientes a los niveles objeto de estudio sedimentológico (Fig. 2), ante la dificultad para establecer una cronología veraz debido a la ausencia de suficiente material arqueológico y a la presencia de importantes hiatos estratigráficos.

Solo se dispone de una datación de radiocarbono para la parte superior del nivel I, estableciéndose una fecha de 20665 años BP. Salvo el nivel inferior, muy oxidado, todos albergaron suficiente material polínico.

Los estratos VI y V se caracterizan por una alta proporción de polen arbóreo donde el pino, árbol dominante en todo el registro, es el principal contribuyente. Ocasionalmente, aparece acompañado por *Juniperus*, *Quercus* perennifolios y otros taxones, también de carácter termófilo, como *Pistacia* o *Myrtus*. En cuanto a las herbáceas, predominan las asteráceas. Este período se relaciona con una industria probablemente musteriense.

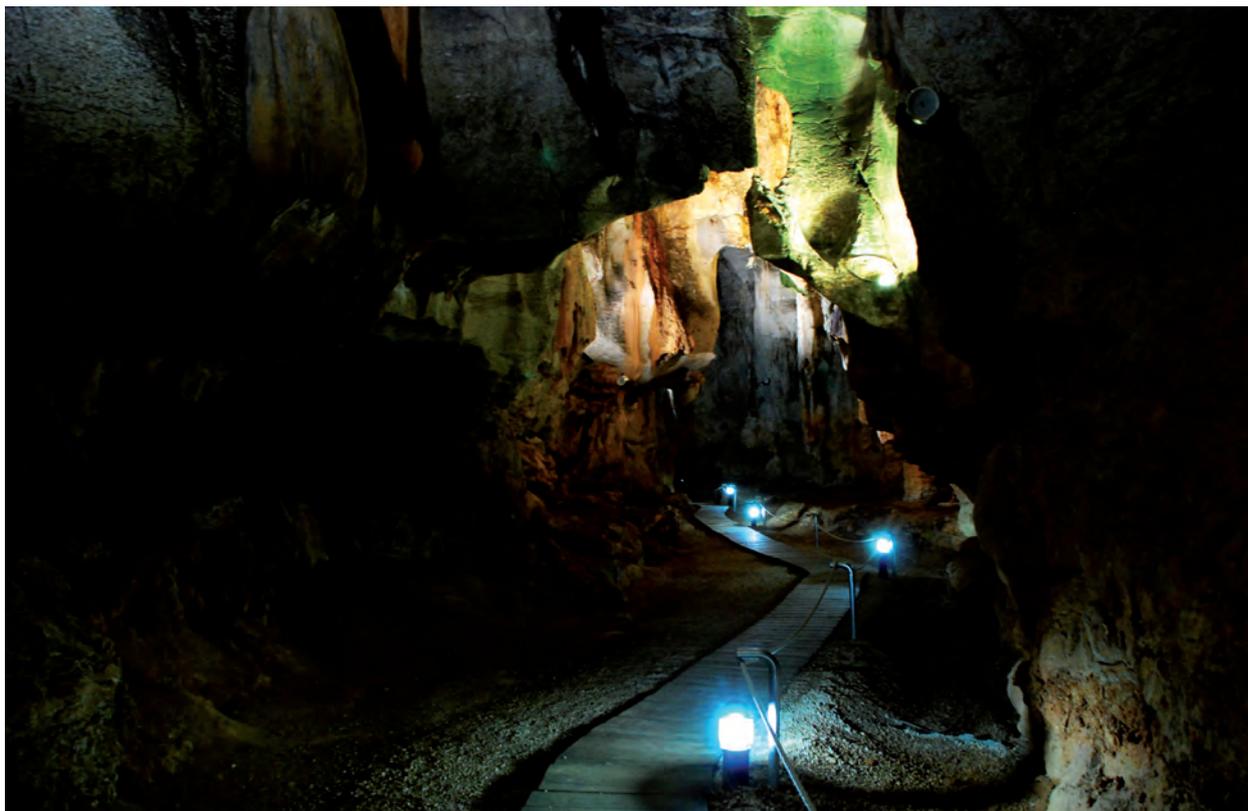


Figura 3. Aspecto interior de la cova de les Calaveres (Foto: K. Gloukhova)

Le sucede una fase (nivel IV) donde el porcentaje arbóreo aparece notablemente reducido frente a un mayor protagonismo de las asteráceas. Las gramíneas y quenopodiáceas adquieren también mayor relevancia apareciendo por primera vez en porcentajes superiores al 1%.

En el nivel III, el porcentaje de polen arbóreo se recupera alcanzando un valor próximo al 50%. Junto al pino, se detecta la presencia de *Quercus* y *Pistacia* y hacen su primera aparición las ericáceas, *Artemisia* y *Ephedra*.

Durante el Paleolítico superior (niveles II y I) se observa un descenso en la proporción de polen arbóreo, constituido, además de *Pinus*, por *Quercus* perennifó-

lios. En relación al tapiz herbáceo las gramíneas junto a *Ephedra* adquieren progresivamente valores más altos mientras las asteráceas experimentan cierta recesión. Las quenopodiáceas y *Artemisia* muestran, aunque con porcentajes más bajos, la misma tendencia observada en Poaceae.

En otras cuevas levantinas como Malladetes (Barx, Valencia) o la Cova del Porcs (Real de Gandía, Valencia) se observa también un predominio de gramíneas junto a *Ephedra* y quenopodiáceas en fechas próximas a 20665 años BP.

Más información

Dupré (1982, 1988, 1995), Fumanal (1982), Fumanal & Dupré (1982)



CALDERONS

La Romana, Alicante
Pleistoceno superior – Holoceno

La Cova dels Calderons ($38^{\circ} 21' 44''$ N, $0^{\circ} 54' 4''$ O, 640 m s.n.m.) se localiza en el término municipal de La Romana (Alicante), en una pared rocosa de la ladera occidental de un barranco poco abrupto dispuesto a los pies del Alt de la Creu (Serra Pelada, valle del Vinalopó). Desde un punto de vista geológico, la cavidad se ubica en la Cordillera Bética, más concretamente en el sistema Subbético, caracterizado por el dominio de materiales sedimentarios del Mesozoico y en menor medida terciarios de facies marinas (Fig. 1). El sustrato dominante se caracteriza por calizas dolomíticas de color gris. Litológicamente están formadas por micritas, biomicritas y pelmicritas, con numerosos restos de lamelibranquios, equinodermos, espículas y pisolitos de algas.

La boca de la cueva se orienta al oeste. Tiene planta triangular, de unos 22 m de longitud y en torno a 8 m de anchura máxima (Fig. 2). El relleno del yacimiento arqueológico ha sufrido numerosas remociones clandestinas de manera reiterada, lo que ha supuesto la destrucción de gran parte de la información estratigráfica, por lo que se planteó una investigación destinada a documentar y registrar la historia de la ocupación de la cueva. Dicha intervención arqueológica, desarrollada en 2016, documentó un total de 20 unidades estratigráficas, entre las cuales aquellas de mayor interés arqueológico se centran en el Paleolítico medio, Paleolítico superior y Neolítico. De todas ellas tan solo se dispone de dataciones absolutas para las correspondientes al Neolítico (Tabla 1).



Figura 1. Imagen de la ubicación de la Cova dels Calderons (Foto: Francisco Javier Jover)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la Cova dels Calderons (Jover Maestre *et al.* 2018)

Ref. Lab	Material	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-446588	Fragmento mandíbula ovicaprino	6560 ± 30	7560-7425	AMS
Beta-448625	Fragmento mandíbula ovicaprino	6590 ± 30	7564-7428	AMS

El paisaje del entorno de la Serra Pelada durante el Paleolítico medio, inferido de la muestra palinológica procedente de la UE 118 (muestra 1), señala valores de polen arbóreo del 63,3 %. El morfotipo mejor representado es *Pinus sylvestris/nigra* (29,9 %). La identificación de algunos fragmentos de carbón asociados a estas especies señala cierta presencia local, sin constituir los bosques dominantes. El taxón que sí que tendría más importancia a nivel local es *Quercus perennifolios* (encina-coscoja), que alcanza valores de 22,2 %, y que junto con arbustos como *Erica arborea* (6,8 %) y *Cistus* (4,1 %) componían el grueso de la vegetación en el entorno del yacimiento (Fig. 3). La presencia de taxones caducifolios, si bien con valores <3 % como *Corylus*, *Quercus*, *Alnus*, *Fraxinus* y *Salix* denota cierto grado de humedad ambiental. Entre las maderas dispersas en el sedimento recuperadas en estas fases paradójicamente, no se han localizado ninguna de las anteriores. Únicamente se han recuperado, además de la madera de pino antes señalada, *Olea*, pistáceas y rosáceas, integrantes de la maquia xerotemófila con presencia local (Ruiz Alonso *et al.* 2018).

Las muestras palinológicas correspondientes al Paleolítico superior, como son las dos procedentes de la unidad estratigráfica 112 (Fig. 3), manifiestan algunos cambios con respecto a la fase anterior. Los valores de polen arbóreo retroceden de manera notable (37,7 y 39,4 %). Los pinares de *Pinus sylvestris/nigra* siguen teniendo cierta presencia local, algo que continuamos viendo por la aparición de la madera quemada de pino. El polen de encinas/coscojas, que también aparecen entre los restos de madera carbonizada, manifiesta ahora valores muy inferiores a los documentados con anterioridad (máximo 8,9 % de la suma base polínica). También retroceden, hasta desaparecer, los caducifolios y vegetación riparia, excepto *Salix* (<1 %). Otros cambios registrados en el histograma palinológico son el incremento de taxones xerofitos, como *Juniperus*, presente también en el registro antracológico, *Artemisia*, *Centaurea nigra* y Caryophyllaceae. Igualmente significativo es el incremento de las gramíneas, hasta valores de 28,3 %. Junto a estas, se documentan entre las maderas car-

**Figura 2.** Boca de la Cova dels Calderons (Foto: Francisco Javier Jover)

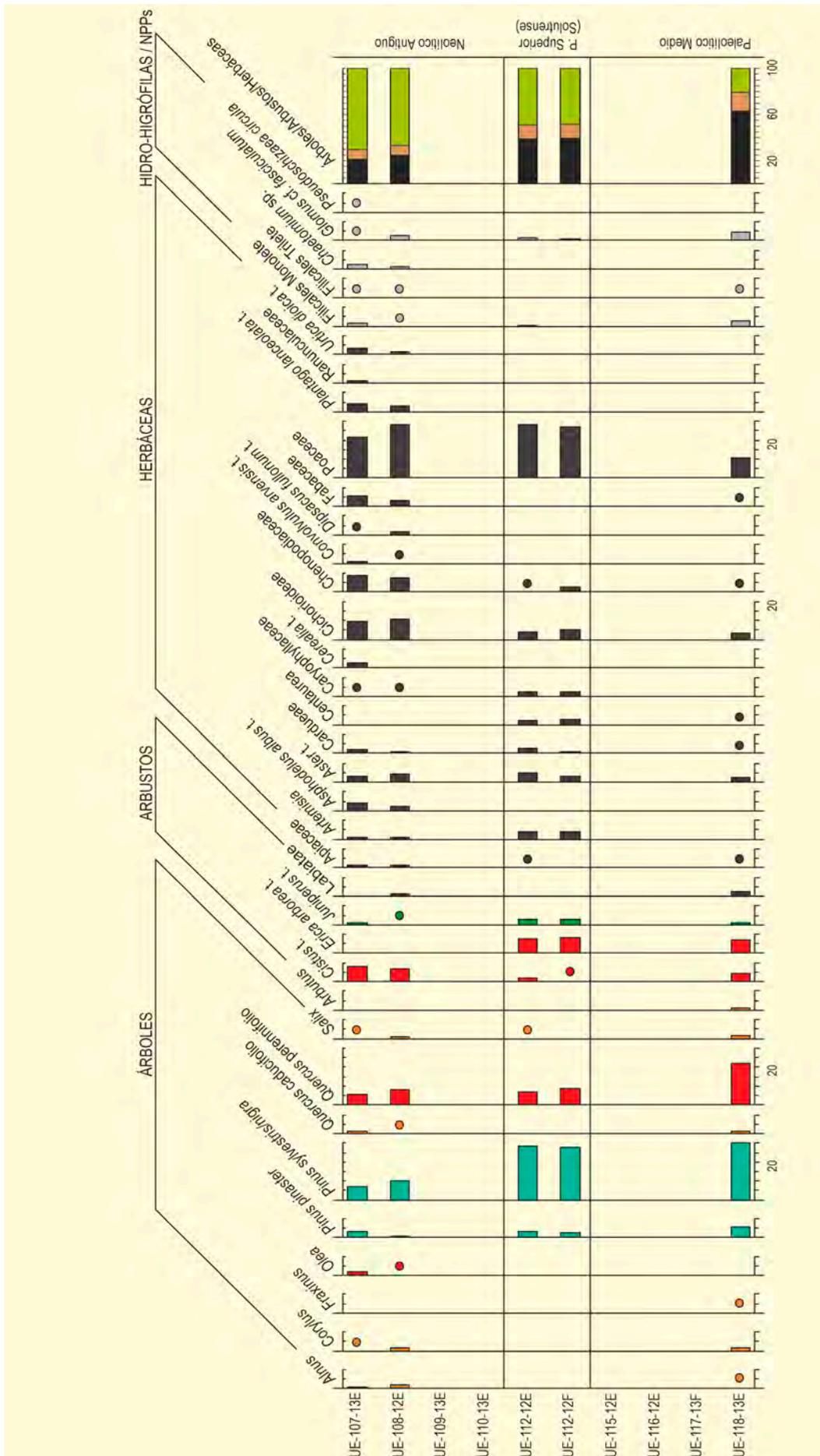


Figura 3. Histograma palinológico de la Cova dels Calderons. Redibujado de Ruiz Alonso et al. (2018)

Tabla 2. Restos de carbón identificados en la Cova dels Calderons (Ruiz Alonso et al. 2018)

	101		103		106		107		108		109		110		111		112		114		115		116		
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
<i>Arbutus</i>	4	26,7			6	1,7																	1	14,3	
<i>Ilex aquifolium</i>													1	0,4											
cf <i>Juniperus</i>					1	0,3											7	20							
cf Leguminosae													1	0,4											
Monocotiledoneae					22	6,3	1	3,7					14	5,2	1	0,4	1	2,9							
<i>Olea</i>	1	100	2	13,3			115	33	23	85,2	4	25	92	34,2	61	25,2	4	11,4	1	9,1	5	100			
<i>Pinus</i>			6	40			59	16,9	3	11,1	12	75	121	45	154	63,6	18	51,4	4	36,4			6	85,7	
Pistaceae					1	50	40	11,5					8	3	4	1,7			5	45,5					
<i>Prunus</i>			1	6,7			26	7,4					5	1,9	1	0,4	2	5,7							
<i>Prunus t. armeniaca</i>			1	6,7	1	50						6	2,2												
<i>Quercus perennifolia</i>							3	0,9				2	0,7	15	6,2	1	2,9								
<i>Quercus</i> subg. <i>Quercus</i>												1	0,4												
<i>Rhamnus/Phyllirea</i>					31	8,9						16	5,9	6	2,5	1	2,9								
Rosaceae			1	6,7			30	8,6				1	0,4			1	2,9	1	9,1						
<i>Vitis</i>					16	4,6						1	0,4												
TOTAL	1	15	2	34,9	27	16	242	35	11	5	3	242	269	11	5	3	35	11	5	1	5	7	4		
No identificados					23		12		4		17		4		5		3		2		1		1	4	

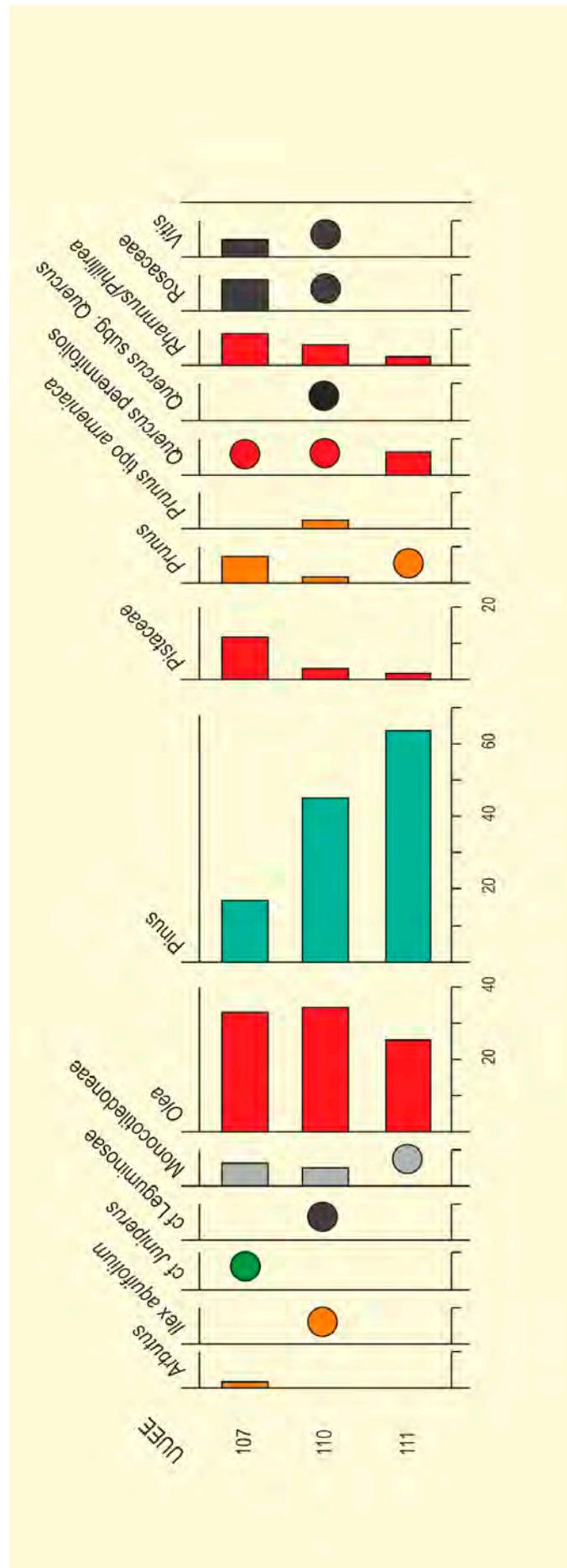


Figura 4. Histograma antracológico de la Cova dels Calderons. Recibujado de Ruiz Alonso et al. (2018)

bonizadas rosáceas, *Olea* y *Rhamnus/Phillyrea* (Fig, 4). Todas estas evidencias señalan unas condiciones de aridez ambiental bastante acusadas durante el Paleolítico superior

Por último, el Neolítico antiguo está documentado en el registro palinológico a través de las muestras procedentes de las unidades estratigráficas 107 y 108, apreciándose algunos cambios paisajísticos. Los valores de polen arbóreo son los más reducidos de toda la secuencia (máximo de 24,8 %). Los valores de *Pinus sylvestris/nigra* retroceden notablemente en este momento (10 %); sin embargo, su presencia local esta atestiguada por los macrorrestos. Al igual que en los momentos anteriores, también ahora es la madera de pino la más utilizada, aunque se observa como este uso disminuye, bajando sus porcentajes. La representación de los *Quercus* perennifolios retrocede ligeramente (mínimo de 5,7 %), con apariciones puntuales de *Quercus* tanto caducifolios como perennifolios en el caso de la madera. En el polen aparece por primera vez *Olea*, pese que en la madera se localiza desde el principio de la secuencia y su uso, junto con otros ta-

xones como pistáceas, *Rhamnus/Phillyrea*, rosáceas y monocotiledoneas, se incrementa. Los caducifolios se recuperan, reapareciendo *Corylus* y *Quercus*, lo mismo que ocurre con *Alnus*. Los anteriormente descritos indicadores de condiciones más secas reducen enormemente su presencia durante el Neolítico, indicando unas condiciones más húmedas que durante el Paleolítico superior.

Sin embargo, además de las condiciones climáticas, el paisaje de esta fase parece modelado por otro factor como es el ser humano. Durante el Neolítico se detectan incrementos notables en comunidades estrechamente ligadas con la antropización, como son las comunidades antrópicas nitrófilas (*Dipsacus fullonum*, *Aster*, *Cardueae*, *Cichorioideae*) y antropozoógenas (*Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*, *Urtica dioica*). Además se ha documentado el desarrollo de prácticas económicas productoras de alimentos, como indica la presencia de cereal.

Más información

Ruiz Alonso *et al.* (2018), Jover Maestre *et al.* (2018)



CALVERO DE LA HIGUERA

Sierra de Guadarrama, Lozoya-Pinilla del Valle, Madrid
Pleistoceno superior – Holoceno (90961-860 años BP)

Los yacimientos arqueopaleontológicos de Pinilla del Valle ($40^{\circ} 56' N$, $03^{\circ} 46' O$; 1100 m s.n.m.), se localizan en el denominado Calvero de la Higuera (margen derecha de la presa que existe en la cabecera del río Lozoya) (Fig. 1), frente a la localidad de la que toma el nombre, formando parte del sector central de la Sierra de Guadarrama (Madrid). Su origen está relacionado con los fenómenos de karstificación (lapiazes y dolinas en el exterior y cavidades o galerías en el interior) desarrollados sobre la serie carbonatada de edad cretácica que aflora en la zona, así como con los procesos de disección fluvial de los arroyos Lontanares y Valmaillo, que confluyen en el río Lozoya. Dichos ya-

cimientos son el resultado de una sedimentación intrakárstica de los abrigos y cuevas localizados en el Calvero de la Higuera, que presentan una de las asociaciones paleontológicas más completas del Pleistoceno superior de la Península Ibérica, con evidencias de intervención humana (*Homo neanderthalensis*) e industria lítica. Hasta la fecha, el yacimiento está constituido por tres afloramientos: la cueva del Camino, la cueva de la Buena Pinta y el abrigo de Navalmaillo.

LA CUEVA DEL CAMINO (Fig. 3) abierta en la actualidad por desplome del techo, está constituida por un relleno kárstico, cuya base (nivel F) son arenas, gra-



Figura 1. Panorámica del Calvero de la Higuera en la Sierra de Guadarrama (Foto: María José Gil García)

Tabla 1. Dataciones ^{14}C y otras técnicas de las secuencias de Cueva del Camino, Cueva de la Buena Pinta y Abrigo de Navalmaillo

Ref. Lab./método	Nivel	Yacimiento	Prof. (cm)	Años bp	Años cal. Bp (2 σ)
Beta 222864/AMS	NV15	Navalmaillo	42	860 \pm 40	711
Beta 222863/AMS	NV14	Navalmaillo	105	3790 \pm 40	4174
Beta 222862/AMS	NV13	Navalmaillo	149	3690 \pm 60	4030
-/OSL	F	Navalmaillo	-	71685 \pm 5082	-
Beta-199880/AMS	CBPN1	Buena Pinta	45	1920 \pm 40	1868
Beta-199881/AMS	CBPN2	Buena Pinta	75	4010 \pm 40	4482
Beta-199882/AMS	CBPN3	Buena Pinta	150	4940 \pm 40	5664
-/OLS	3	Buena Pinta	-	63451 \pm 5509	-
-/TL	5	Camino	-	90961 \pm 7881	-

**Figura 3.** Yacimiento Cueva del Camino (Foto: María José Gil García)

medida, por *Salix* y *Ulmus*. Ericaceae, *Juniperus*, Rosaceae y Cistaceae conforman la orla arbustiva que, salvo en las muestras CF-5 a CF-1, donde supera el 20% del total de la vegetación, no juega un papel importante en el paisaje vegetal. Dentro del grupo herbáceo los taxones más representativos son Cichorioideae y Asteroideae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, *Plantago*, *Rumex* y *Urtica*. Los hechos más relevantes detectados en esta secuencia se resumen en una pérdida gradual de la cobertera forestal, asociada al desarrollo progre-

sivo de los taxones herbáceos de carácter xérico.

LA CUEVA DE LA BUENA PINTA (40° 56' N, 03° 46' O; 1114 m s.n.m.) está constituida por una secuencia basal, depositada durante el Pleistoceno superior (datada en 63451 BP, nivel 3) y otra superior, que sella la entrada de la cueva con anterioridad a 4940 BP (Fig. 4). En la secuencia pleistocena, de 130 cm de potencia, se han diferenciado cuatro niveles arqueológicos (N-2, N-3, N-4 y N-5), todos ellos discernibles desde el punto



Figura 4. Perfiles estudiados en la Cueva de la Buena Pinta (Foto: María José Gil García)

de vista palinológico, aunque muchas de las muestras han resultado ser estériles (Fig. 5). Como característica general, destaca la baja diversidad del conjunto florístico que se materializa en la identificación de 24 taxones de los que solo 6 son arbóreos. Dominan los paisajes abiertos constituidos principalmente por Chenopodiaceae y Asteraceae, mientras que *Pinus* es el componente principal de un estrato arbóreo muy empobrecido en el que se detectan muy puntualmente presencias de *Quercus* caducifolio y de *Ulmus*.

Para la zonación de la secuencia polínica de Buena Pinta se han mantenido los criterios estratigráficos, dadas las peculiaridades que mantienen cada uno de los niveles desde el punto de vista de la vegetación. En general, se observa que el registro polínico indica un paisaje vegetal predominantemente herbáceo.

Tras un importante hiato sedimentario, se deposita la secuencia holocena que sella la entrada de la cueva. El perfil muestreado se localiza en el sector norte de la misma, donde alcanza una potencia de 1,80 m. En el perfil se han identificado un total de 30 taxones de los que 9 son arbóreos (Fig. 5). El estrato arbóreo está

constituido mayoritariamente por *Pinus*, que acompañado por taxones de ribera (*Alnus*, *Salix*, *Fraxinus* y *Ulmus*), *Quercus* t. perennifolio, *Corylus*, *Juglans* y *Quercus* t. caducifolio, definen la instalación de unas condiciones de carácter templado mediterráneo. *Juniperus* es el componente principal del grupo arbustivo, acompañado en menor medida por Cistaceae, *Calluna*, Ericaceae y Rosaceae. El conjunto herbáceo presenta poca diversidad y está dominado por Asteraceae y Chenopodiaceae; el resto de los taxones identificados se distribuye de un modo puntual a lo largo del perfil. La presencia continua de los taxones acuáticos y del bosque de ribera, permite inferir un cierto grado de humedad. Se observa una tendencia progresiva hacia la instalación de paisajes abiertos, marcada por el fuerte retroceso de la masa forestal (hasta 1920 años BP).

En el comportamiento y distribución de los taxones a lo largo del perfil, se observa una sucesión de cambios significativos: la zona 1a, depositada en torno a 4940 años BP y caracterizada por la presencia de un bosque bien desarrollado. Con anterioridad a los 4010 años BP (4560-4410 años cal BP) se define la zona 1b, que representa una fase de dominio herbáceo, debido a la

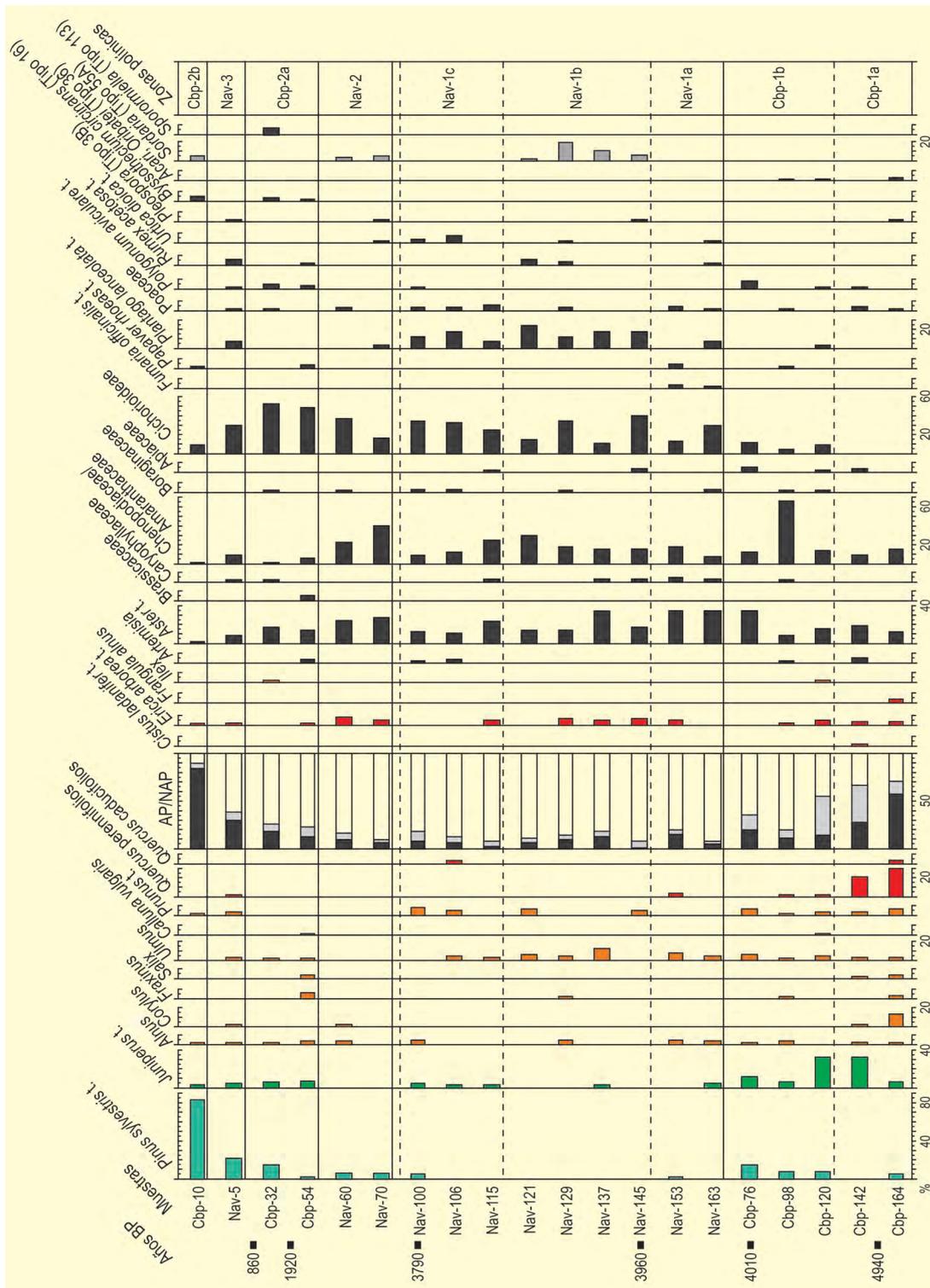


Figura 5. Histograma polínico integrado del yacimiento arqueopaleontológico del Calvero de la Higuera: Cueva de la Buena Pinta y Abrigo de Navamaillo (CBP y NAV). Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2008a)

expansión, primero de Chenopodiaceae y a continuación de Asteraceae. La zona 2a, en contacto erosivo con la infrayacente, está datada inicialmente hacia los 1920 años BP, momento en el que tiene lugar la expansión de Cichorioideae, sin embargo, con posterioridad a 1920 años BP se expande el bosque de *Pinus*

(zona 2b).

Los resultados antracológicos (Fig. 6) muestran un dominio en alternancia de *Quercus caducifolios* y *Fabaceae*. *Pinus sylvestris* presenta valores discretos. *Quercus pyrenaica*, *Sorbus aria*, *Fraxinus* y *Ulmus* completan

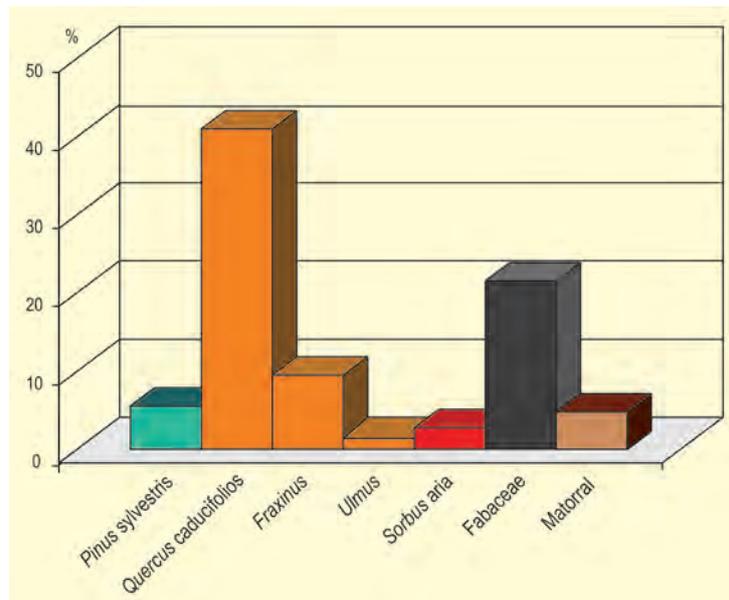


Figura 6. Datos antracológicos del nivel holoceno 1 de Buena Pinta, correspondiente a la Edad del Bronce. Redibujado de Uzquiano (inédito)



Figura 7. Perfil holoceno de Navalmaillo (NAV) (Foto: María José Gil García)

el espectro antracológico obtenido en nivel holoceno 1. Los taxones evidenciados sugieren una explotación alternativa de cumbres, laderas (solanas y vertientes más húmedas) y fondos de valle.

En el **ABRIGO DE NAVALMAILLO** (40° 55' N, 03° 49' O) la deposición del registro holoceno cierra una secuencia del Pleistoceno superior (datada en 71685 años BP, nivel F), que colmata la cavidad y que presenta un escaso contenido en polen (Fig. 7). Litológicamente el relleno holoceno del abrigo, de 1,7 m de potencia, es muy similar al de la cueva de la Buena Pinta, si bien las

dataciones radiométricas sitúan la formación del mismo con anterioridad a los 3690 años BP (4170-3860 años cal BP). Los casi dos mil años de diferencia entre las dataciones realizadas a los 105 cm y a 42 cm (Tabla 1), constatan la existencia de un hiato en esta secuencia. En el análisis polínico (Fig. 5) se revela la existencia de un paisaje muy abierto a lo largo de toda la secuencia, dominado por Asteraceae liguliflorae y tubuliflorae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae y, en menor medida, Poaceae, que, junto al desarrollo del microfósil no polínico tipo 3b, definen la instalación de unas condiciones fundamentalmente secas y explican el escaso desarrollo de los elementos acuáticos (Cyperaceae, Ranunculaceae y Polygonaceae) y de los taxones riparios (*Alnus*, *Fraxinus* y *Ulmus*). La presencia de taxones nitrófilos como es el caso de *Plantago*, y más esporádicamente, *Urtica* y *Rumex*, así como la del microfósil no polínico tipo 55 A, de afinidad coprófila, evidencian la existencia de herbívoros en el territorio, sobre todo con anterioridad a los 3790 años BP. El estrato arbustivo, constituido por *Juniperus*, Ericaceae y Rosaceae, es poco representativo y no tiene ningún elemento dominante, lo que indica el escaso e irregular desarrollo del matorral.

Estos yacimientos representan episodios diferentes. Así, la zona I del abrigo de Navalmaillo (Nav-1 y Nav-2) representaría la continuación de la zona II de la cueva de la Buena Pinta (Cbp-1) y Nav-3 sería correlacionable con Cbp-2a. Esta ubicación cronológica se ha materia-

lizado en la figura 564, donde se puede establecer una secuencia más completa para los últimos 5000 años en el entorno del Calvero de la Higuera. Con anterioridad a 4940 (Cbp-1a), el paisaje local estaría dominado por un bosque mixto de quercíneas, relativamente denso que, junto al desarrollo de los pinares en las zonas montañosas próximas, definiría unas condiciones climáticas de carácter templado mediterráneo.

Los primeros síntomas de aridez se manifiestan inicialmente en el desarrollo del estrato arbustivo y culminan con anterioridad a 4010 años BP. Las zonas polínicas, Nav-1 y Nav-2 mostrarían la paleovegetación

del área hacia 3800-3600 años BP, reflejando la instalación de unas condiciones secas y un fuerte incremento de la actividad antrópica. A partir de la zona Cbp-2a (1920 años BP) se detecta la recuperación del pinar que culmina en Cbp-2b, probablemente como reflejo de las medidas de intervención (Plan Provisional de Aprovechamiento Forestal 1873-74) y la existencia de procesos de repoblación.

Más información

Uzquiano (2002), Ruiz-Zapata *et al.* (2007, 2008a)



CAMPO LAMEIRO PRD-4

Monte Paradela, Campo Lameiro, Pontevedra
Pleistoceno final – Holoceno (13900 años cal BP – actualidad)

Como la secuencia holocena de Campo Lameiro PRD-2 (Carrión-Marco *et al.* 2010), PRD-4 se localiza en el Parque de Arte Rupestre de Campo Lameiro (Fig. 1), en la provincia de Pontevedra. Se encuentra bajo la influencia de un clima atlántico, templado y húmedo y en la actualidad la vegetación dominante se compone de *Pinus pinaster*, *Quercus robur* y brezales-tojales junto con *Pteridium aquilinum*. En los valles, la vegetación riparia está fundamentalmente compuesta de *Alnus glutinosa*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra*, *Crataegus monogyna*, *Betula alba* y *Populus*. Plantaciones de *Eucalyptus globulus* fueron abundantes en el pasado, pero ahora sólo quedan resquicios de estos cultivos debido a su intento de erradicación con la creación del Parque de Arte Rupestre de Campo Lameiro.

Un estudio palinológico detallado del suelo coluvial de PRD-4 se puede encontrar en López-Merino *et al.* (2012), aunque también ha sido discutido en Kaal *et al.* (2013). El perfil estratigráfico alcanza 235 cm de profun-

dididad, y fue muestreado cada 5 cm para su estudio palinológico. Seis dataciones radiocarbónicas (Tabla 1) indican que el registro cubre todo el Holoceno, aunque su modelo edad-profundidad permite estimar también que la base corresponde probablemente al Dryas reciente. El objetivo de este trabajo fue el de evaluar los cambios en la composición de la vegetación a lo largo del tiempo y el tipo de respuesta de la misma frente a perturbaciones ambientales.

En la señal regional de árboles, arbustos y herbáceas se distinguen ocho zonas polínicas (RAZ) (Fig. 2). En RAZ-1 (235-210 cm) se detecta la importancia de *Betula* junto con Poaceae y *Cytisus/Ulex* t. contrasta con la escasa presencia de *Quercus* caducifolios, indicando la existencia de formaciones abiertas con abedul. *Artemisia*, Chenopodiaceae y *Juniperus* también están presentes, indicando condiciones secas y frías que pueden adscribirse, a los instantes finales del Pleistoceno. En RAZ-2 (210-185 cm), las formaciones abiertas con abedul todavía son las dominantes, aunque se de-



Figura 1. Paraje de Campo Lameiro donde se ha estudiado el paleosuelo PRD-4 y en el que se observa el Centro de Interpretación del Arte Rupestre (Foto: www.paar.es)

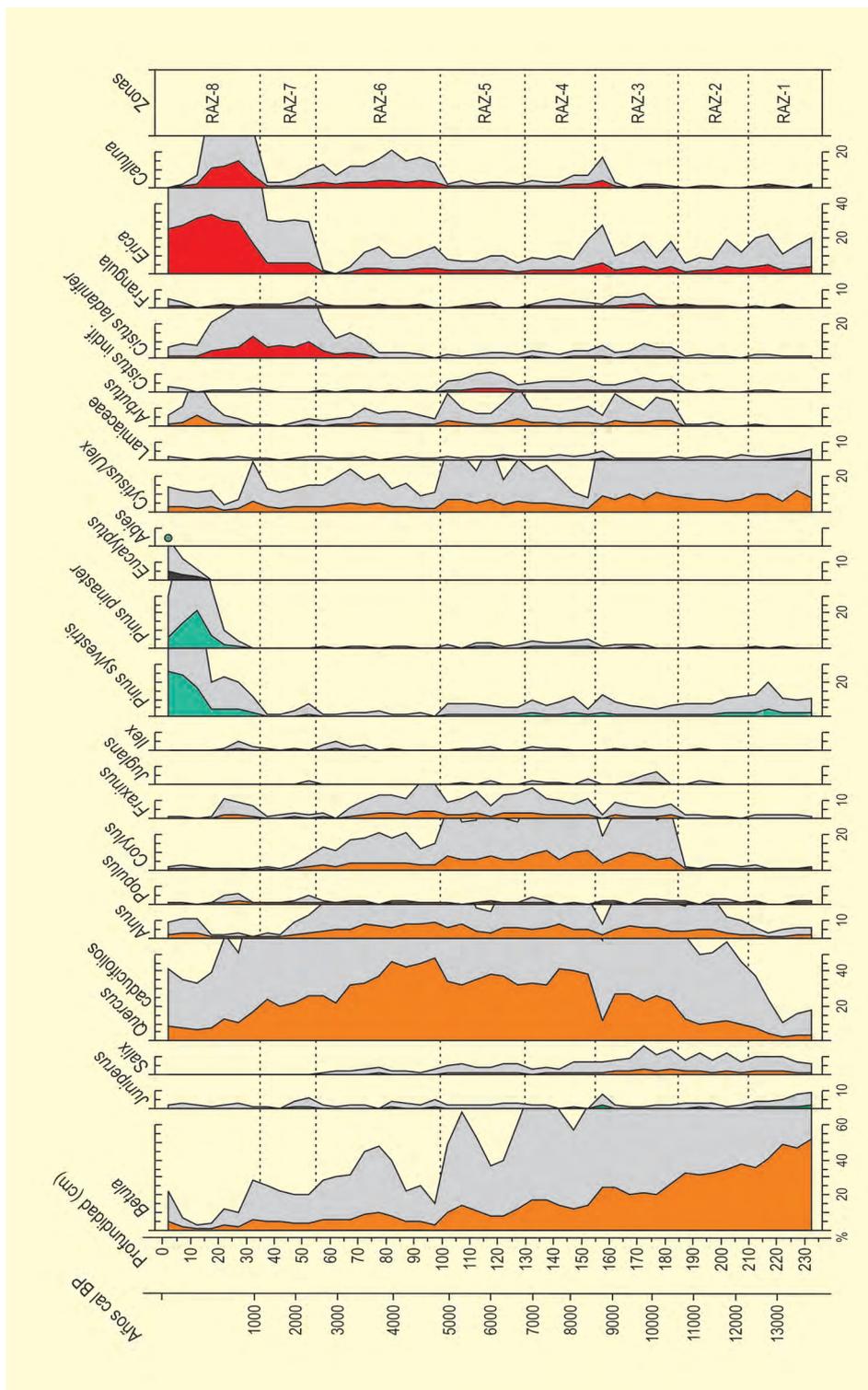


Figura 2. Diagrama palinológico de PRD-4. Redibujado de López-Merino et al. (2012)

tecta una pequeña importancia de *Quercus caducifolios* y otros mesófilos como *Corylus* y *Alnus*. RAZ-3 (185-155 cm) representa el reemplazo gradual de las formaciones abiertas de abedul por bosques caducifolios dominados por robles. Sin embargo, al final de la zona (160-155 cm), *Betula* vuelve a ser dominante, aunque

tras este breve evento, relacionado con el evento 8200 años cal BP, el robleal vuelve a colonizar el área. En RAZ-4 (155-130 cm) y RAZ-5 (130-100 cm) se observa la consolidación del robleal. La diferencia entre estas zonas es que en RAZ-5 se detecta la presencia importante de *Plantago lanceolata* t., *P. major/media* t., *Urtica*

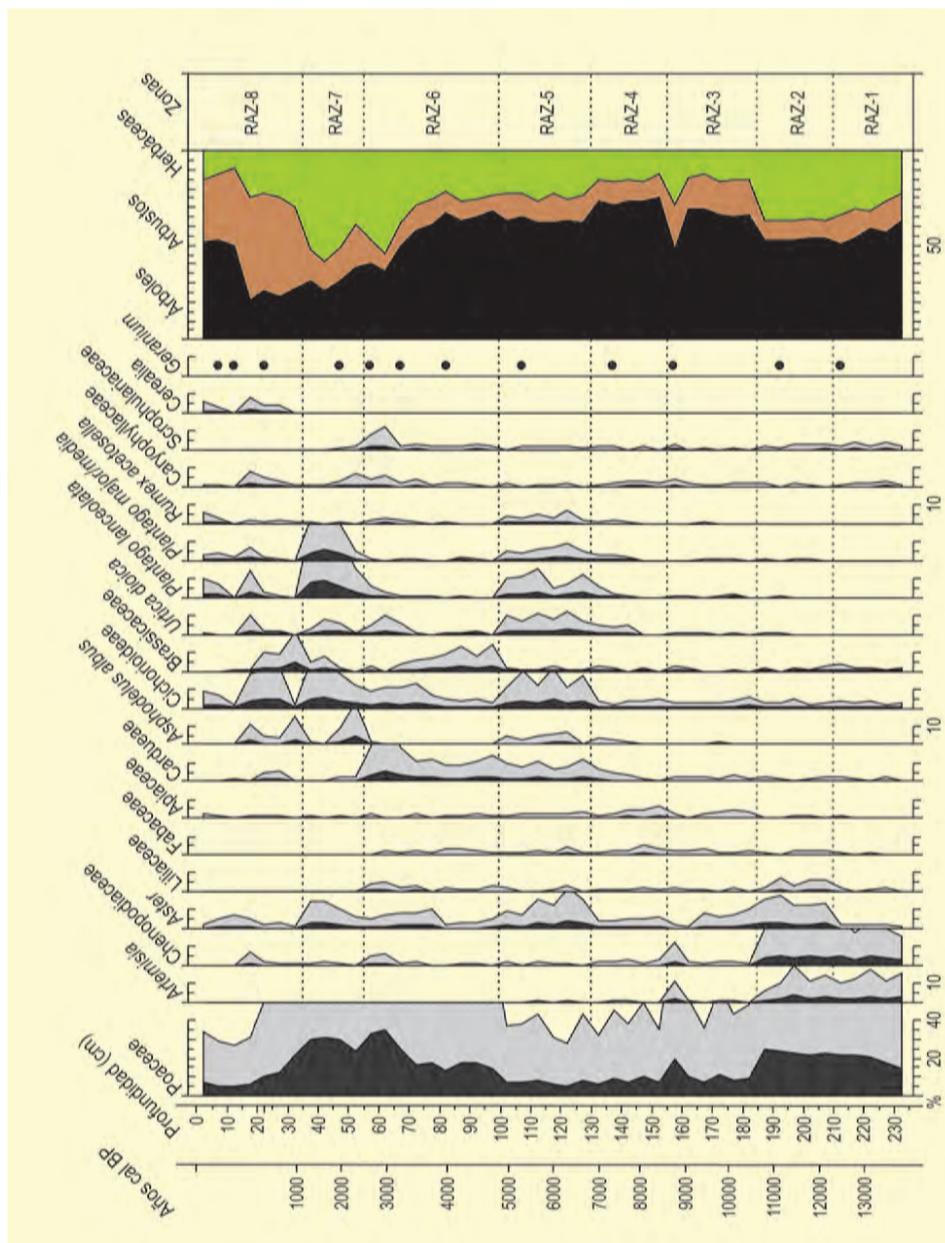


Figura 2. Continuación

dioica t. y *Rumex acetosella* t., además de un aumento en la concentración de macrocarbones (Fig. 3), que indicarían actividad humana con presencia de incendios. En RAZ-6 (100-55 cm) se detecta la sustitución gradual del robledal por formaciones abiertas con robles, arbustos y pastos, un paisaje de tipo 'parque', debido fundamentalmente a la intensificación en el régimen de incendios. Indicadores de pastoreo, tales como *Plantago lanceolata* t., *P. major/media* t. y *Urtica dioica* t. son abundantes desde los 70 cm de profundidad, indicando una fase con fuegos sin pastoreo previa a la aparición de indicadores de tal actividad (Fig. 3). En RAZ-7 (55-35 cm), esta formación abierta es la dominante, siendo los

indicadores de pastoreo igualmente importantes. Finalmente, un cambio abrupto en la composición de la vegetación define el inicio de RAZ-8 (35-0 cm), supone el desarrollo del brezal y la detección de la repoblación del cultivo tanto de pinos como de eucaliptos.

En cuanto a la señal local, que incluye los cambios en plantas hidro-higrófilas y palinomorfos no polínicos, también se distinguieron ocho zonas polínicas (LAZ) (Fig. 3). En LAZ-1 (235-210 cm), *Pleospora*, una ascospora fúngica relacionada con condiciones secas, es el tipo más significativo. La zona LAZ-2 (210-185 cm) está caracterizada por la expansión abrupta de *Cyper-*

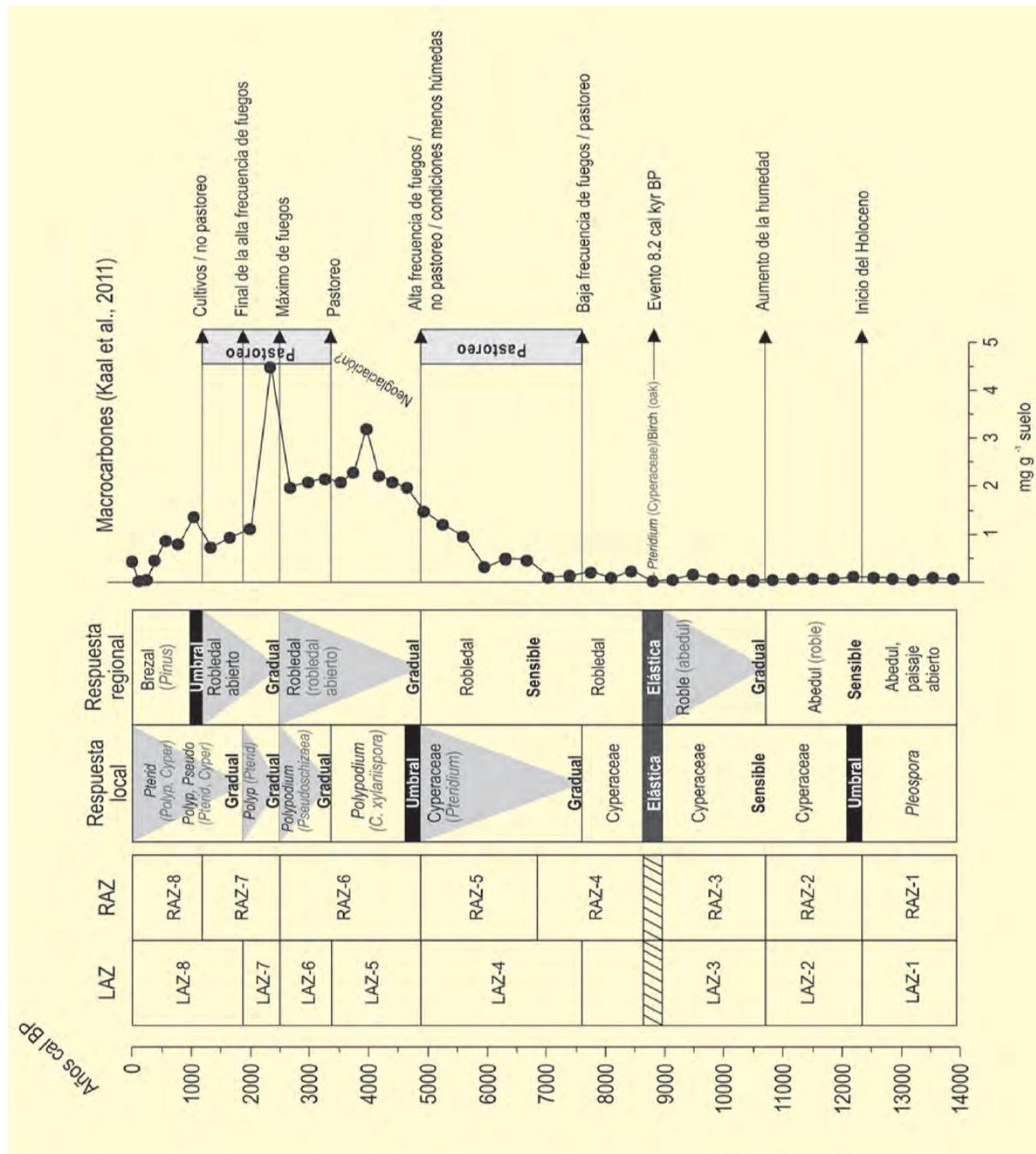


Figura 3. Síntesis paleoambiental inferida del estudio polínico de PRD-4. Redibujado de López-Merino et al. (2012)

aceae, posiblemente relacionada con condiciones más húmedas al inicio del Holoceno. LAZ-3 (185-140 cm) no supone un cambio en la composición local de la vegetación, ya que Cyperaceae sigue siendo el tipo dominante, aunque la emergencia de *Spirogyra* y *Mougeotia* junto con la mayor presencia de helechos, parece indicar un cambio hacia condiciones todavía de mayor humedad. Sin embargo, en el intervalo 160-155 cm, al igual que para la señal regional, ocurre un cambio puntual. En este caso, *Pleospora* vuelve a ser importante

junto con *Pteridium aquilinum* y *Glomus*, indicando una reducción puntual de Cyperaceae durante el evento 8200 años cal BP, aunque la vegetación local se recupera tras este evento de corta duración.

En LAZ-4 (140-100 cm) se observa el reemplazamiento gradual de Cyperaceae por *Pteridium aquilinum*. Adicionalmente, la detección de hongos coprófilos tales como *Sordaria* t., *Sporormiella* t., *Podospora* t., y *Cercophora* t., sugiere que este cambio puede estar rela-

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas del perfil PRD-4 (Pontevedra) estudiado por López-Merino *et al.* (2012). Las dataciones han sido calibradas utilizando la curva IntCal04 (Reimer *et al.* 2004)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Muestra	Años BP	Años cal. BP
Ua-34719	5-10	PRD-4-02	104.3 ± 0.4 pM	Reciente
Beta-297739	25-30	PRD-4-06	850 ± 30	757
Beta-299229	65-70	PRD-4-14	3080 ± 30	3304
Beta-299230	95-100	PRD-4-20	4090 ± 30	4595
Beta-297740	120-125	PRD-4-25	5540 ± 40	6341
Beta-240963	190-195	PRD-4-39	9760 ± 50	11197



Figura 4. Entorno donde se ha estudiado el paleosuelo PRD-4 en las proximidades del Centro de Interpretación del Arte Rupestre de Campo Lameiro (Foto: WWW.MINUBE.COM)

cionado con presencia de pastoreo a nivel local. La abundancia de macrocarbones es sincrónica con la aparición de estos indicadores. En las zonas LAZ-5, 6 y 7 la concentración de carbones aumenta; la mayoría de estos carbones provienen de *Quercus* (Kaal *et al.* 2011). En LAZ-5 (100-70 cm) se detecta una gran importancia de *Polypodium vulgare* y *Coniochaeta xylariispora*. El aumento de macrocarbones en esta zona no estaría relacionado con la presencia de ganado, ya que tanto los indicadores a nivel local como regional de este tipo de actividades están ausentes, por lo que existen dos posibilidades: i) que sea un evento inducido climáticamente, ya que es sincrónico con la Neoglaciación, en combinación con una reducción en actividades humanas; o ii) que otras actividades antrópicas, diferentes al pastoreo, hubieran sido importantes.

La última hipótesis estaría en concordancia con el hipotético marco cronológico en el que se crearon los petroglifos en el área, cuando la apertura del bosque con el uso del fuego podría tener el fin de incrementar la visibilidad del arte rupestre los petroglifos (Kaal *et al.* 2013). En LAZ-6 (70-55 cm), *Polypodium vulgare* sigue siendo el principal tipo polínico local, junto con *Coniochaeta xylariispora*, *C. cf. ligniaria* y *Anthostomella cf. fuegiana*. La presencia de macrocarbones es importante, y los hongos coprófilos vuelven a estar presentes. En LAZ-7 (55-45 cm), *Pteridium aquilinum* es importante junto *Polypodium vulgare*, e indicadores de pastoreo junto con el mayor pico de macrocarbones ponen de manifiesto una alta presión humana. Finalmente, LAZ-8 (55-0 cm) muestra una reducción significativa en la concentración de carbones junto con una reestructuración en la vegetación a nivel local, que vuelve a un estado similar al detectado antes de la presencia de incendios.

Merece la pena enfatizar varios de los resultados obtenidos. Primero, la complejidad de los cambios detectados tanto a escala local como regional. Segundo, que durante los últimos milenios han ocurrido tanto respuestas graduales, como umbrales y elásticas frente a las perturbaciones. Por último, se ha detectado que la respuesta de la vegetación regional frente a las perturbaciones está, a veces, retrasada respecto a la respuesta local (Fig. 3).

Más información

López-Merino *et al.* (2012)



CARIHUELA

Monte del Castillo de Piñar, Granada
Pleistoceno superior – Holoceno (117000-1250 años BP)

La Cueva de la Carihuela se localiza en la cara septentrional del Monte del Castillo a $37^{\circ} 26' 22''$ N, $03^{\circ} 26' 12''$ O y a 1020 m s.n.m., junto a la localidad granadina de Piñar, a unos 45 km al noroeste de la ciudad de Granada (Figs. 1 y 2). Está situada en la cara norte de las montañas de la Sierra de Arana, en el valle del río Piñar, siendo sólo una de las varias cavernas ubicadas en la zona cercana a la Cueva de las Ventanas. Próxima al yacimiento se sitúa la estación meteorológica de Iznalloz (850 m s.n.m.) que registra una temperatura media anual de $12,7^{\circ}\text{C}$ y unas precipitaciones anuales de 574 mm, lo que da un carácter continental mediterráneo a este territorio, situándolo dentro del piso mesomediterráneo superior, bajo un ombroclima



Figura 2. Entrada de la Cueva de la Carihuela (Foto: Santiago Fernández)

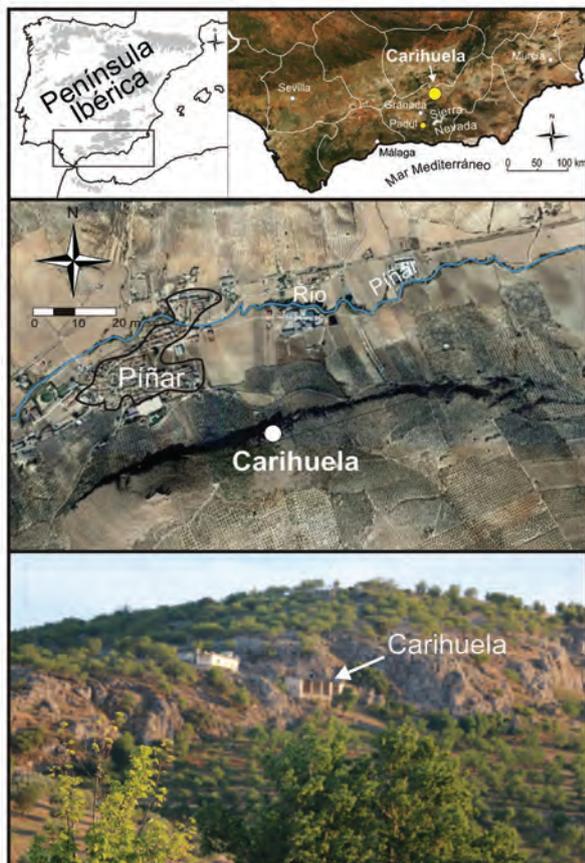


Figura 1. Localización de la Cueva de la Carihuela en el Monte del Castillo de Piñar

seco medio, con cierta influencia del cercano piso supramediterráneo.

El paisaje actual muestra una vegetación en avanzado estado de degradación, especialmente debido al cultivo intensivo de los suelos más profundos (almendros, viñedos, choperas y cereal), al pastoreo y a las talas, que han transformado notablemente las áreas con pendientes más pronunciadas (Carrión 1990). Todo ello se traduce en la escasez de comunidades vegetales arbóreas, reducidas a bosques adherados de carrascales (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), formaciones fragmentadas de bosques galería con robles (*Q. faginea*) así como bosques mixtos de pino (*Pinus halepensis*) con roble en las zonas más elevadas (Sierra Arana). Por encima de 1600-1800 m encontramos pinares de *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*.

La caverna tiene tres entradas orientadas hacia el norte, con un conjunto de galerías dispuestas en dirección norte-sur y noroeste-suroeste de unos 300 m de longitud, de los que solo el primer tercio ha sido explorado arqueológicamente (Vega-Toscano 1988). Las excavaciones llevadas a cabo en su interior han modificado esencialmente el relleno de las cámaras y

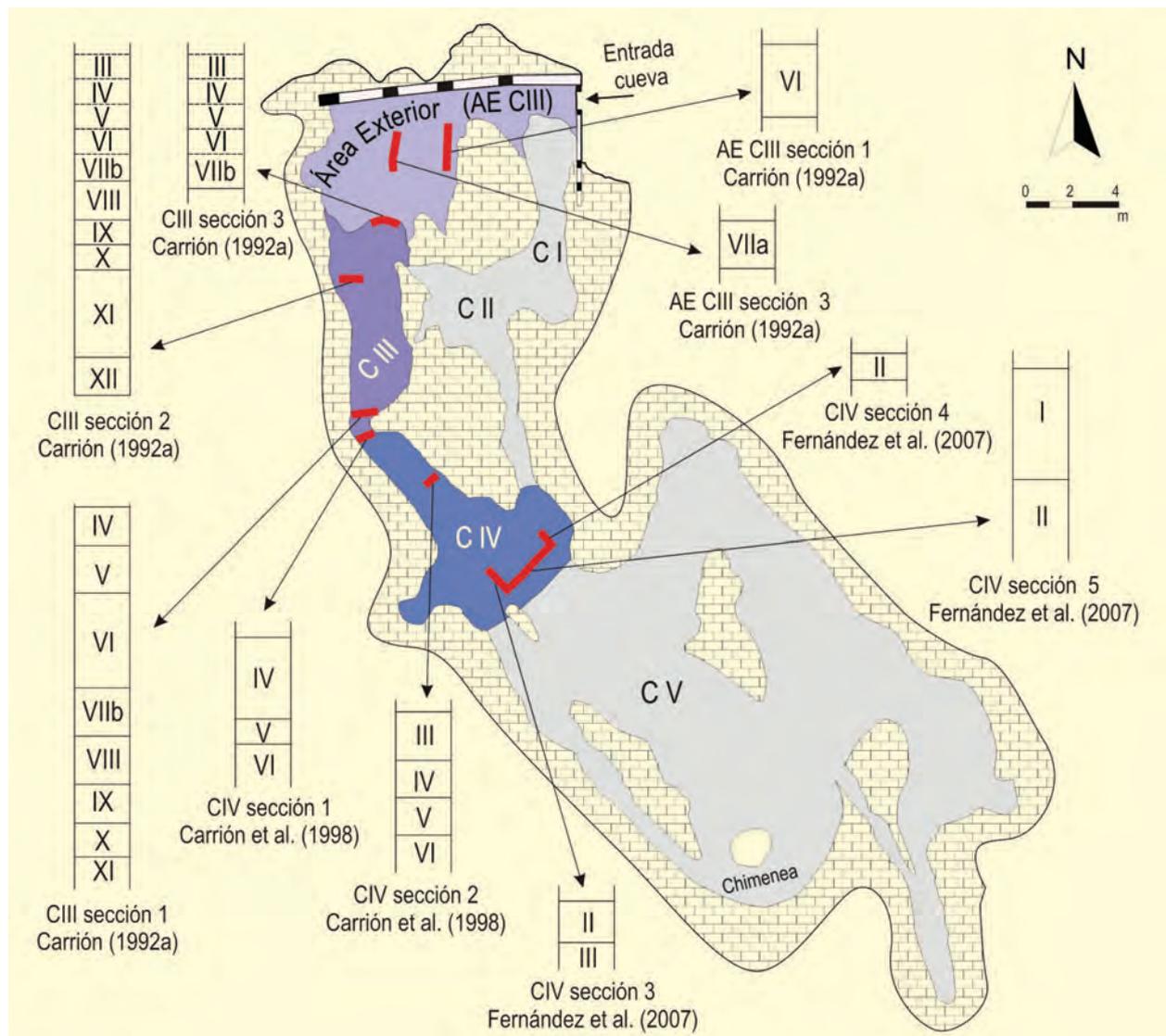


Figura 3. Sección longitudinal de la Cueva de la Carihuela mostrando la situación de galerías, secciones estratigráficas y unidades estudiadas paleológicamente (Carrión *et al.*, 2019)

la parte exterior de la caverna (área exterior -AE-). De las 5 cámaras (Fig. 3), la cámara III (CIII) es la más grande y mejor estudiada, sirviendo como base a la mayor parte de las investigaciones arqueológicas, paleontológicas, sedimentológicas y palinológicas precedentes. Dicha cámara se conecta al este por el corredor que conduce a las cámaras II y I (CII y CI), vestigios de dos antiguas galerías paralelas; mientras que al sur se conecta con la cámara IV (CIV) que continúa con una gran apertura a la cámara V (CV). Esta última presenta una chimenea que ilumina un gran potencial de sedimentos todavía sin excavar arqueológicamente.

Las primeras excavaciones arqueológicas fueron realizadas por Spahni entre los años 1954-1955, aunque

nunca se publicaron los resultados de estos niveles paleolíticos. Entre 1959-1960 Pellicer estudia los niveles holocenos de la cámara CIV, describiendo el gran potencial en industria neolítica y del Bronce. Entre 1969-1971, se realizaron tres campañas en el AE y las cámaras CIII y CIV, llevadas a cabo por Irwin y Fryxell de la Washington State University (WSU) y Almagro de la Universidad Complutense de Madrid (Almagro *et al.* 1970, Garralda 1970). Finalmente, entre 1979-1992 se desarrolla un proyecto multidisciplinar dirigido por Gerardo Vega-Toscano, de la Universidad Complutense de Madrid, describiéndose 12 unidades litoestratigráficas en el relleno de la cueva, conjunto compuesto por las Unidades XII-III del Pleistoceno y las Unidades II-I del Holoceno (Vega-Toscano *et al.* 1988). Las Unidades XII-V son típi-



Figura 4. Corte de lco de la cámara CIII y detalle de la toma de muestras del mismo en el año 1992 por JS. Carrión

cas del Musteriense. La Unidad III contiene herramientas del Paleolítico superior, mientras que las Unidades II y I son principalmente neolíticas, con materiales de la Edad de Bronce en la parte superior de la Unidad I. Finalmente, los restos humanos en las Unidades VIII, VIIb, VI, V, y los niveles inferiores de la Unidad IV son atribuibles a los neandertales (fragmentos de huesos parietales y frontales, ambos de adultos y niños), con dataciones entre 30780-25460 años cal BP. Las Unidades III-I y partes más altas de la Unidad IV presentan restos óseos de hombre moderno (incluyendo fragmentos de cráneo y tibia) durante el Pleistoceno y una diversidad

de enterramientos individuales y colectivos en los niveles del Neolítico y la Edad de Bronce (Figs. 3 y 4).

Los primeros estudios palinológicos fueron realizados por Carrión (1990, 1992a) que trabajó con sedimentos de cinco secciones estratigráficas, de las cámaras CIII y AE, que cubrían las unidades XII-IV, siendo estériles la XII y los niveles inferiores de la XI (Figs. 4, 5, 6, y 7). El espectro polínico mostró cambios de la vegetación a escala milenaria, representados fundamentalmente por *Pinus*, *Poaceae* y *Artemisia*, mostrando cambios en las formaciones vegetales del

Tabla 1. Dataciones por termoluminiscencia para Carihuela CIII Corte 1 (Unidades XI-III) obtenidas con materiales de las excavaciones de H.T. Irwin y R. Fryxell, de la Washington State University entre 1969 y 1971. Vega-Toscano (1988), Fernández *et al.* (2007)

Muestra	TL estimada (años BP)	Unidad	Arqueología / restos humanos
B48	13400 ± 600	III	Paleolítico final / Sapiens
B52	19300 ± 500	IV	Palaeolítico indet.
B6	20200 ± 1200	IV	Palaeolítico indet.
B47	20950 ± 1200	IV	Palaeolítico indet.
B43	21100 ± 1300	V-IV	Musteriense / Neandertal
B44	37350 ± 2200	VI-(V)	Musteriense / Neandertal
B54	42400 ± 1500	VI	Musteriense / Neandertal
B49	49200 ± 2500	VI	Musteriense / Neandertal
B53	68000 ± 1800	X-VIII	Musteriense
B46	82500 ± 4900	XI	Musteriense

Pleistoceno superior entre bosques de *Pinus* y taxones mesotermófilos, así como herbáceas que sugieren condiciones ambientales más frías (Fig. 12). Posteriormente Carrión *et al.* (1998) presentan dos nuevos diagramas polínicos completando el Pleistoceno, abarcando el intervalo entre el último Interglacial y el Tardiglacial. Se estudian dos perfiles de la CIV cubriendo las unidades VI-III, aunque fue necesario reconsiderar la unidad VIIa, dominada por robles, y mover de Interpliglacial a Interglacial, en base a los datos de Th/U en torno a 117000 años BP (Tabla 6). Así, en la estratigrafía polínica (Fig. 12), *Quercus* y *Olea* dominan el Interglacial, en la fase prewürniense con alternancia episódica de bosques a estepas. Los grandes picos de elementos esteparios (*Artemisia*) junto a la desaparición de termófilos muestran los dos máximos pleniglaciales; y en torno a 45200 años BP dominan bosques de *Pinus* junto a taxones mesotermófilos de forma puntual. Una pronta colonización de *Quercus* con espacios abiertos de sabinas, nos indica el final del Último Máximo Glacial (Fernández *et al.* 2007).

Los estudios realizados por Fernández *et al.* (2007) en tres secciones estratigráficas de la cámara CIV (unidades III-I, Fig. 5), muestran una nueva se-

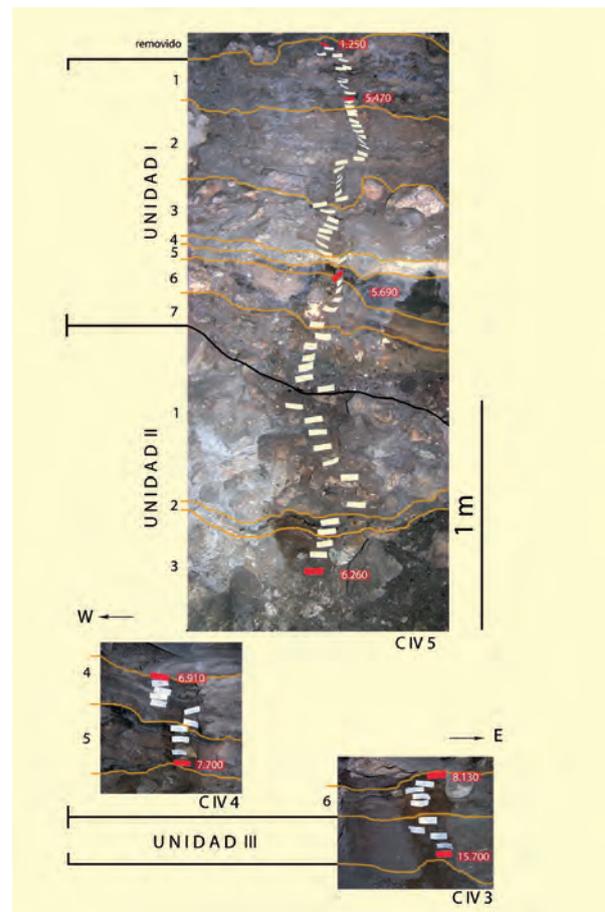


Figura 5. Carihuela, Cámara IV Holoceno, Corte Pellicer. Redibujado de Fernández (2005)

Tabla 2. Datación por termoluminiscencia sobre materiales excavados en las cámaras CIII y CIV de Carihuela, Unidades XI a la III. De acuerdo con Göksu *et al.* (1974), Göksu (tesis, inédita) y modificaciones posteriores en Göksu & K. Sammers (publicado por Davidson 1989). Litoestratigrafía según Carrión (1992a) y Fernández *et al.* (2007)

Muestra	Göksu et al. (1974)	Göksu (tesis)	Davidson (1989)	Arqueología / Restos humanos	Cámara	Unidad
TB4	-	4500 ± 400	-	Bronce	CIV	I
TB7	12000 - 14000	13600 ± 800	11200	Paleolítico final / Sapiens	CIV	III
TB6	20000 ± 3000	20200 ± 3000	17000	Paleolítico final	CIV	III
TB8b	20000 - 21000	27000 ± 1000	23000	Paleolítico final	CIV	IV
TB12	39000	27400 ± 1000	25700	Musteriense / Neandertal	CIII	V
TB2	28000	28000 ± 1000	27300	Musteriense / Neandertal	CIII	V
TB5	31000 - 35000	33000 ± 1200	25200	Musteriense / Neandertal	CIII	V
TB1	32000	39400 ± 2000	34000	Musteriense / Neandertal	CIII	VI-V
TB3	46000	57700 ± 2500	45200	Musteriense / Neandertal	CIII	VI
TB9a	48000	58800 ± 2500	47800	Musteriense / Neandertal	CIII	VI
TB8a	80000	-	-	Musteriense	CIII	XI
TB10	-	100000	-	-	-	-
TB9b	-	140000	-	-	-	-
TB13	-	180000	-	-	-	-
TB14	-	380000	-	-	-	-

cuencia polínica cuyos datos de radiocarbono la sitúan desde el Último Máximo Glacial hasta el Holoceno, solapándose con los estudios de Carrión (1992a) y Carrión *et al.* (1998) y completándose, por tanto, el estudio paleoambiental de Carihuela desde el Eemense hasta el último milenio (Fig. 12). El registro polínico viene marcado por bosques mixtos de robles con una gran diversidad en árboles y matorral (*Quercus*, Poaceae, Asteraceae y en menor medida *Pinus*, *Juniperus*, *Artemisia*, Lamiaceae, *Helianthemum* y Pteridophyta) y con un decrecimiento en torno a 6250 años cal BP, sincrónicamente a una expansión de xerófitos e indicadores antropogénicos. En comparación

con las otras secuencias, los valores de *Quercus* son muy altos respecto a *Pinus*, *Artemisia* y *Ephedra* que son generalmente muy bajos. Además, aparecen elementos indicadores de actividades agrícolas, tales como *Vitis*, *Polygonum aviculare* y Cerealia.

El establecimiento de zonas polínicas se ha llevado a cabo tomando como contexto la diacronía producida por Vega-Toscano (1988), la cual marca el orden en la deposición de los estratos y su correlación, comenzando por los cortes abiertos originalmente en la CIII y finalizando en la transición entre las cámaras IV y V, ya que no se dispone de un mo-

Tabla 3. Resultados de análisis ESR y INAA en Volterra (2000). Todas las fechas calculadas para sedimentos con un 10% de humedad. La industria es musteriense para todos los estratos. Reestructurada de Carrión *et al.* (2019)

Muestra	Fauna	Grosor Esmalte μm	mm removidos		De	EU ka	LU ka	Unidad/Nivel
			Fuera	dentro				
Calculados por dosimetría in-situ								
CAR ESR 9	Bóvido	1037	49	68	59,43 \pm 1,6	45,2 \pm 2,0	53,7 \pm 2,0	V-2
CAR ESR 14	Equido	1159	65	60	65,32 \pm 1,6	56,0 \pm 2,0	61,5 \pm 2,0	V-3
					Media V-2/3	50,6 \pm 2,8	57,6 \pm 2,8	
CAR ESR 5	Equido	1191	119	113	45,92 \pm 1,0	70,5 \pm 1,0	74,9 \pm 1,0	V-5
CAR ESR 10	Equido	1223	57	42	54,27 \pm 1,0	58,5 \pm 1,0	74,7 \pm 1,0	V-5
CAR ESR 11	Equido	750	48	80	70,81 \pm 2,1	74,3 \pm 2,0	95,6 \pm 2,0	V-6
CAR ESR 11	Equido	750	48	80	70,81 \pm 2,1	74,3 \pm 2,0	95,6 \pm 2,0	V-6
					Media V-5/6	67,8 \pm 2,5	81,7 \pm 2,5	
CAR ESR 7	Equido	1379	36	37	55,51 \pm 1,2	118,3 \pm 1,5	126,4 \pm 1,3	VIIb-1
CAR ESR 20	Rinoc.	2428	50	48	37,59 \pm 0,7	79,6 \pm 1,2	81,0 \pm 1,8	VIIb-1
CAR ESR 17	Equido	1401	48	60	54,03 \pm 4,4	79,7 \pm 5,0	87,4 \pm 5,0	VIIb-2
CAR ESR 28	Equido	1606	75	108	41,98 \pm 1,3	68,4 \pm 1,1	71,5 \pm 1,1	VIIb-2
CAR ESR 33*	Cérv.	1321	101	81	58,09 \pm 1,0	87,8 \pm 1,0	89,3 \pm 1,0	VIIb-2
CAR ESR 34*	Equido	1212	85	48	51,19 \pm 1,0	87,5 \pm 1,0	90,1 \pm 1,0	VIIb-2
					Media VIIb	86,9 \pm 2,5	91,0 \pm 2,5	
Calculado usando sedimentos INAA								
CAR ESR 9	Bóvido	1037	49	68	59,43 \pm 1,6	57,3 \pm 2,0	72,6 \pm 2,3	V-2
CAR ESR 14	Equido	1159	65	60	65,32 \pm 1,6	65,09 \pm 2,4	74,0 \pm 2,4	V-3
					Media V-2/3	61,6 \pm 3,3	73,3 \pm 3,3	
CAR ESR 5	Equido	1191	119	113	45,92 \pm 1,0	41,9 \pm 1,0	43,3 \pm 1,0	V-5
CAR ESR 10	Equido	1223	57	42	54,27 \pm 1,0	40,4 \pm 1,0	46,8 \pm 1,0	V-5
CAR ESR 11	Equido	750	48	80	70,81 \pm 2,1	54,4 \pm 1,6	64,0 \pm 1,9	V-6
					Media V-5/6	45,6 \pm 1,5	51,4 \pm 1,7	
CAR ESR 7	Equido	1379	36	37	55,51 \pm 1,2	66,2 \pm 1,9	76,2 \pm 1,9	VIIb-1
CAR ESR 20	Rinoc.	2428	50	48	37,59 \pm 0,7	54,7 \pm 1,0	55,3 \pm 1,0	VIIb-1
CAR ESR 17	Equido	1401	48	60	54,03 \pm 4,4	65,0 \pm 5,1	69,7 \pm 5,2	VIIb-2
CAR ESR 28	Equido	1606	75	108	41,98 \pm 1,3	54,5 \pm 1,1	56,3 \pm 1,1	VIIb-2
CAR ESR 33*	Cervid	1321	101	81	58,09 \pm 1,0	70,8 \pm 1,4	71,7 \pm 1,5	VIIb-2
CAR ESR 34*	Equid	1212	85	48	51,19 \pm 1,0	68,9 \pm 1,4	70,3 \pm 1,4	VIIb-2
					Media VIIb	63,4 \pm 2,7	66,6 \pm 2,8	

Tabla 4. Dataciones por radiocarbono de Carihuela para las Unidades I-VI. Litostratigrafía y arqueología de acuerdo con Vega-Toscano (1988), Vega-Toscano *et al.* (1988), Carrión (1992a), Carrión *et al.* (1998, 2019) y Fernández *et al.* (2007). Calibración: OxCal v4.3.2 Bronk Ramsey (2017); r:5; IntCal13 atmospheric curve (Reimer *et al.* 2013)

Lab. Nº.	Material	Cámara/ Sección	Unidad	Nivel	Años BP	Cal años BP 95,4% prob.	Cal años BP (punto medio)	Arqueología / Restos humanos
*Beta-141048	Sedimento	CIV 5	I	1	1250 ± 60	1293-1011	1152	Sapiens
*Beta-141049	Sedimento	CIV 5	I	1	5470 ± 90	6437-6003	6220	Neolítico / Sapiens
*Pta-9162	Sedimento	CIV 5	I	5	5690 ± 30	6553-6405	6479	Neolítico / Sapiens
*Pta-9163	Sedimento	CIV 5	II	2	6220 ± 20	7242-7020	7131	Neolítico / Sapiens
*Beta-141050	Sedimento	CIV 4	II	4	6910 ± 70	7926-7616	7771	
*Pta-9166	Sedimento	CIV 4	II	5	7700 ± 90	8701-8342	8522	
*Pta-9165	Sedimento	CIV 3	II	6	8130 ± 100	9403-8724	9064	
*Beta-74380	Sedimento (AMS)	CIV 2	III		12320 ± 60	14686-14070	14378	Paleolítico tardío / Sapiens
*Pta-7892	Sedimento	CIV 3	III	18	15700 ± 220	19531-18545	19038	Paleolítico superior/ Sapiens
Poz-45200	Sedimento	CIII 1	IV	A1-A2	24940 ± 210	29490-28560	29025	Paleolítico Indet. / Sapiens
Poz-45201	Sedimento	CIII 1	IV	A3	23020 ± 190	27683-26965	27324	Palaeolítico Indet. / Sapiens
Poz-45193	Fragmentos óseos	CIII 1	IV	A5	29490 ± 360	34323-32863	33593	Musteriense / Neandertal
Poz-45195	Sedimento +carbón	CIII 1	IV	A5	37100 ± 860	42934-40056	41495	Musteriense / Neandertal
Poz-45194	Carbón	CIII 1	IV	A5	39800 ± 1200	46005-41976	43991	Musteriense / Neandertal
*Pta-8745	Sedimento	CIII 1	V	B1	21430 ± 130	25990-25491	25741	Musteriense / Neandertal
Poz-45202	Sedimento+ huesos	CIII 1	V	B1	39300 ± 1100	45346-41775	43561	Musteriense / Neandertal
Poz-45192	Carbón+hueso quemado	CIII 1	V	B1-B2	>43000	-	-	Musteriense / Neandertal
*Pta-8746	Sedimento	CIII 1	V	B3	25850 ± 180	30623-29548	30086	Musteriense / Neandertal
Poz-45203	Sedimento	CIII 1	V	B4	28060 ± 310	32828-31271	32050	Musteriense / Neandertal
Poz-45197	Sedimento + huesos	CIII 1	V	B4	28490 ± 330	33398-31556	32477	Musteriense / Neandertal
Poz-45204	Sedimento + huesos	CIII 1	V	B5	28460 ± 370	33430-31495	32463	Musteriense / Neandertal
Poz-45199	Sedimento +huesos	CIII 1	V	B6	20530 ± 140	25180-24316	24748	Musteriense / Neandertal
Poz-45205	Sedimento	CIII 1	V	B6	22350 ± 170	27117-26172	26645	Musteriense / Neandertal
Poz-45196	Hueso (vértebra)	CIII 1	V	B6	32750 ± 520	38371-35730	37051	Musteriense / Neandertal
*Pta-8733	Sedimento	CIII 1	V	B6	28440 ± 240	33138-31601	32370	Musteriense/Neandertal
Poz-45206	Sedimento	CIII 1	V-VI	B6-C1	25590 ± 230	30465-29146	29806	Musteriense / Neandertal
Poz-45207	Sedimento	CIII 1	VI	C1	22830 ± 180	27510-26665	27088	Musteriense / Neandertal
Poz-45209	Sedimento	CIII 1	VI	C2-C4	26060 ± 260	30863-29634	30249	Musteriense / Neandertal
Poz-45210	Sedimento	CIII 1	VI	C5-C6	25970 ± 250	30790-29565	30178	Musteriense / Neandertal
*Beta-74381	Sedimento (AMS)	CIII AE 1	VI	C8-C9	45200 ± 1270	-46509	> 46509	Musteriense / Neandertal

delo cronológico alternativo. Por ello, la única modificación real hecha al esquema de Vega-Toscano (1988) afecta a la subunidad VIIa, y por tanto, la antigua zona polínica R (Carrión 1992a), la cual debe ser situada en la base de la secuencia como Zona 1, de acuerdo con los datos radiocronológicos por Th/U, indicados anteriormente. Así, con Fernández *et al.* (2007) se crea una nueva nomenclatura para la

zonación, que va desde la zona 1 a la 22 y es la utilizada para la descripción de las siguientes zonas polínicas (Fig. 12).

La zona 1 fue obtenida a partir del análisis polínico de niveles en-costrados, por lo que el origen de los espectros polínicos no sólo es exclusivo del relacionado con el viento y el arrastre de materiales sedimentarios

Tabla 5. Dataciones radiocarbónicas por AMS de coprolitos de Carihuela. Car-1 a Car-12: especímenes de material almacenado en el Museo Arqueológico de Granada derivados de las campañas de 1970 y 1971 (Almagro *et al.* 1970, Garralda 1970, Vega-Toscano 1988). Car-13 se muestreó desde el perfil. Calibración: OxCal v4.3.2 Bronk Ramsey (2017); r:5; IntCal13 atmospheric curve (Reimer *et al.* 2013). Carrión *et al.* (2019)

Lab No	Coprolito	Cámara-Corte	Unidad	Coordenadas (notas excavación)	años BP	cal años BP 95-4% prob.	cal años BP (punto medio)	Industria según etiquetas excavación
Poz-55205	Car-13	CIV-3	I-II	701S / 701W	7040 ± 50	7965-7757	7861	Neolítico
ETH-49314	Car-11	CIV-2	I-III	696S / 702W	9543 ± 33	11081-10713	10897	Prehistoria reciente
ETH-49306	Car-3	CIV-2	II-III	697S / 701W	11407 ± 36	13323-13143	13233	Neolítico (?)
ETH-49307	Car-4	CIV-2	II-III	697S / 701W	11417 ± 36	13338-13146	13242	Neolítico (?)
ETH-49313	Car-10	CIV-1	I-III	694S / 702W	12100 ± 37	14105-13799	13952	Prehistoria reciente
ETH-49312	Car-9	CIV-2	I-IV	698S / 701W	14836 ± 43	18210-17875	18043	"Bronce"
ETH-49315	Car-12	CIV-2-3*	III-V	699S / 701W	16139 ± 48	19644-19277	19461	Paleolítico Medio final
ETH-49308	Car-5	CIV-2-3 *	III-V	700S / 701W	16711 ± 74	20405-19939	20172	Paleolítico superior inicial
ETH-49311	Car-8	CIV-2	IV-V	698S / 701W	17691 ± 50	21656-21164	21410	Paleolítico Medio final
ETH-49304	Car-1	CIII 2-3*	IV-V	507,45S / 508,87W	19499 ± 89	23781-23141	23461	Palaeolítico
ETH-49310	Car-7	CIV-2-3 *	III-V	699S / 701W	20551 ± 247	25404-24130	24767	Paleolítico Medio final
ETH-49305	Car-2	CIII 2-3*	IV-VI	507,45S / 507,50W	26158 ± 188	30874-29866	30370	Paleolítico Medio
ETH-49309	Car-6	CIV-2-3 *	III-V	700S / 701W	27027 ± 205	31322-30803	31063	Paleolítico superior inicial

*Coprolitos de materiales removidos desde trincheras entre dos cortes estratigráficos

Tabla 6. Dataciones por Torio-Uranio (Universidad de Sevilla) para los cortes 2, 3 y AE1 (unidades XI-VI) de Carihuela CIII, todos ellos correspondiendo a niveles musterianos. Los materiales testados corresponden a dientes (T) y huesos (B) de caballo, generalmente fragmentados. Carrión *et al.* (2019)

Muestra	Material	Sala/Sección	Unidad	ka
1	B	CIII AE 1	VI	27,96 ± 1,21
2	B	CIII AE 1	VI	29,47 ± 1,64
4	B, T	CIII AE 1	VI	38,78 ± 4,64
6	B	CIII AE 1	VI	129,9 ± 19,3
9	B	CIII AE 1	VI	102,91 ± 5,25
10	B, T	CIII AE 1	VI	66,94 ± 2,73
13	B	CIII AE 1	VI	69,18 ± 5,48
1	B	CIII 3	VIIb	73,27 ± 4,68
2	B, T	CIII 3	VIIb	66,48 ± 4,14
1	B	CIII 2	VIII	64,20 ± 3,03
2	B	CIII 2	VIII	57,97 ± 3,55
3	B, T	CIII 2	X	84,25 ± 3,52
4	B, T	CIII 2	XI	129,88 ± 6,10
5	B	CIII 2	XI	110,82 ± 6,78
*UAB	Breccia	CIII AE 3	VIIa	117,00 ± 41,00

*Determinación sobre brecha en Universidad Autónoma de Barcelona (Carrión *et al.* 1998)

exógenos, sino también de las aguas infiltradas a través de las grietas. El cortejo florístico general indica, en torno a 117000 años BP, la presencia de un bosque esclerófilo abierto de *Quercus* perennifolios con numerosos arbustos mediterráneos como *Olea*, *Phillyrea*,

Pistacia, *Myrtus*, *Rhamnus*, *Cistus*, ericáceas, leguminosas y rosáceas; mostrándose durante toda la zona *Quercus* caducifolios, *Alnus*, *Ulmus*, *Juglans* y *Juniperus*. Se produce una reducción general de los valores de *Pinus* y Poaceae, elevándose de manera extraordinaria la va-

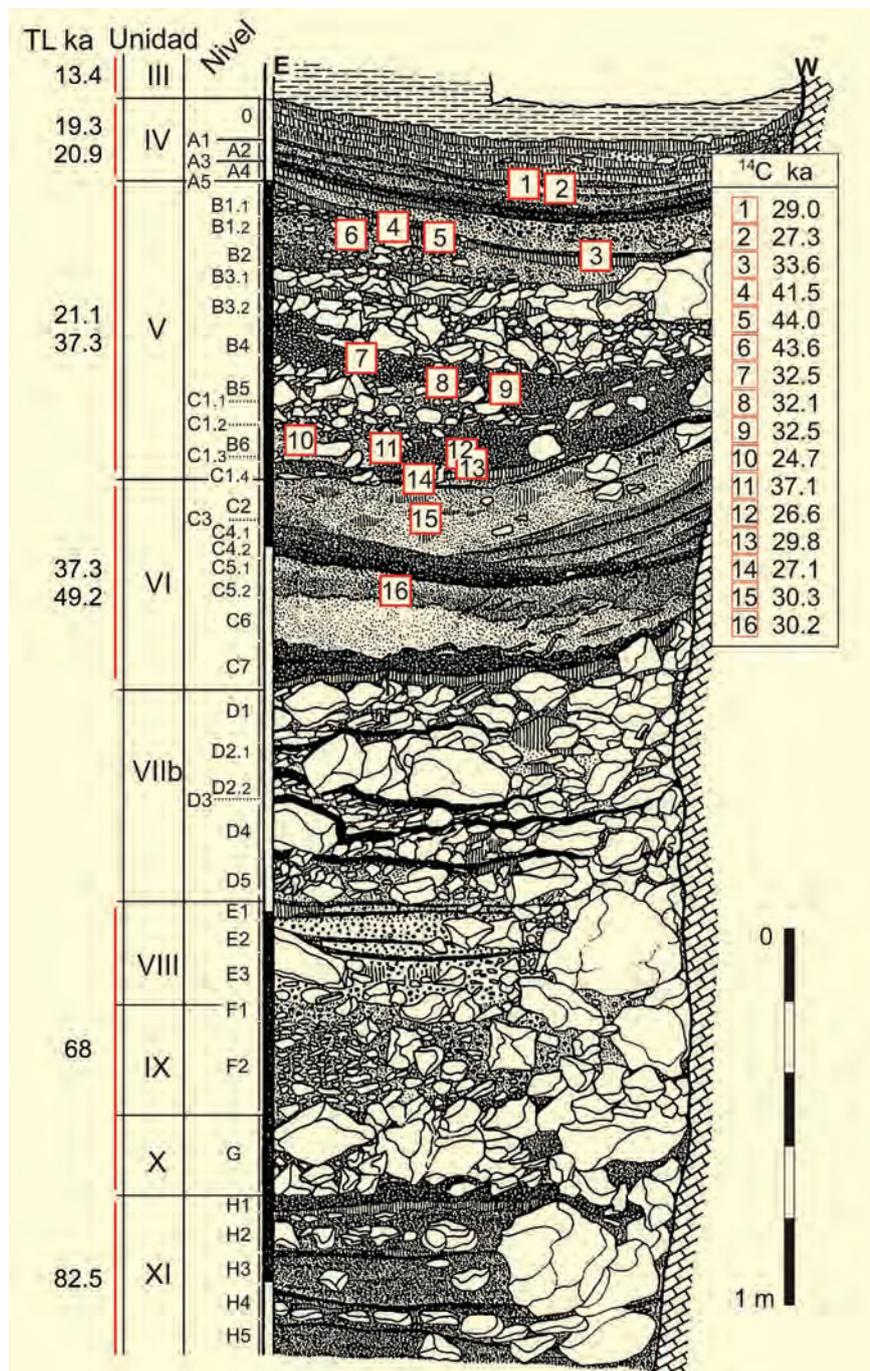


Figura 6. Posición de las muestras utilizadas para dataciones ^{14}C (Tabla) y TL (Fremlin 1974, Vega-Toscano 1988, Fernández *et al.* 2007) (Tabla 4) en CIII sección 1 (unidades XI-III)

riabilidad de AP y NAP.

En la zona 2 se desarrolla una vegetación muy abierta, de carácter estepario, dominada por *Artemisia* (44-82%), presentándose asimismo un pastizal disperso con gramíneas y otros elementos florísticos como *Ephedra cf. distachya-nebrodensis*, *Plantago*, queno-podiáceas, crucíferas, rubiáceas, asteráceas, etc. Por los bajos porcentajes de pino en el espectro polínico, es muy probable que este no formara parte del paisaje

vegetal inmediato del momento, pudiendo tratarse de aportes lejanos. *Alnus*, *Juniperus* y *Betula* se presentan puntualmente en toda la zona y los tipos *Quercus* perennifolios, *Q. caducifolios*, *Phillyrea* y *Buxus* aparecen frecuentemente. Del grupo NAP sólo resalta la presencia de *Plantago lanceolata*, *Ephedra distachya*, *Amaranthaceae*, *Rubiaceae* y *Brassicaceae*. Los espectros polínicos de la zona 3 sugieren una fase interstadial en la que parece haber tenido lugar un recalentamiento

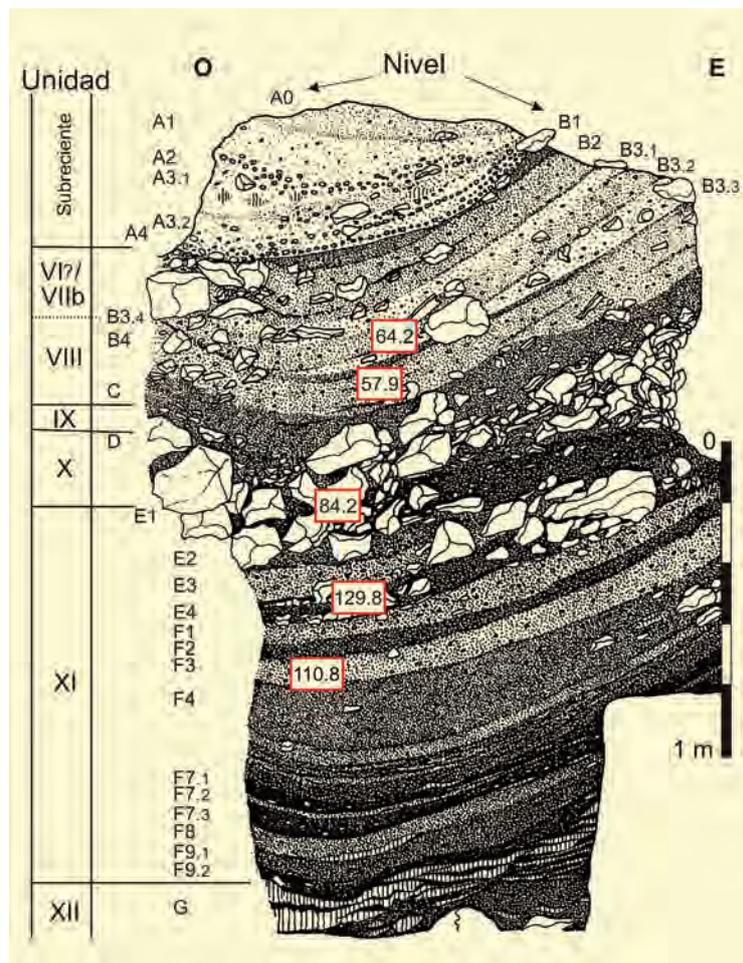


Figura 7. Posición de las muestras datadas por ^{230}Th - ^{234}U (Tabla 6) en CIII sección 2 (unidades XI-VIII) (Vega Toscano 1988)

del clima asociado a un aumento en las disponibilidades de agua. Así, a la rápida expansión de *Pinus* y AP, se unen frecuencias importantes de *Quercus perennifolios*, *Olea europaea* y otros taxones mesotermófilos (*Quercus caducifolios*, *Alnus*, *Betula*, *Juglans*, *Phillyrea*, *Ericaceae* y *Juniperus*).

El paisaje en la zona 4 vuelve a estar dominado por *Artemisia* y gramíneas, indicando un retorno a las condiciones esteparias de la zona 2, sin embargo, ahora parecen presentarse algunos pinos dispersos. La práctica desaparición de elementos mesotermófilos (*Olea*, *Phillyrea*, *Juglans* y *Alnus*) indica un periodo de aridez y condiciones frías. El espectro polínico de la zona 5 muestra una aproximación al típico bosque aciculifolio con un empobrecimiento en arbustos y un aumento de la superficie ocupada por el pastizal, con un desfase temporal entre los valores máximos de *Pinus* y *Quercus* y un incremento generalizado de *Pinus* y *Olea* con un decrecimiento

de *Artemisia*.

En la zona 6, el paisaje viene inicialmente definido por un pastizal con pinos dispersos, con una gran variación interna y opuesta entre ellos. Dentro de AP, *Pinus* disminuye en porcentaje y se hace notar la presencia de *Quercus*, *Alnus*, *Juglans*, *Salix*, *Phillyrea*, *Olea*, *Buxus* y *Juniperus* en la parte inicial; si bien después desaparecen todos ellos excepto *Juniperus* y *Buxus*, finalmente reaparecen *Quercus perennifolios* y *Betula*. Las gramíneas son ahora el componente herbáceo predominante, mientras que *Artemisia* llega incluso a desaparecer, si bien sigue siendo frecuente en los primeros episodios.

En la zona 7, el paisaje podría mostrar un mosaico caracterizado por tipos de vegetación que irían desde un bosque heliófilo de *Pinus* (65-75%), hasta zonas claramente esteparias ocupadas por gramíneas con algunas matas de *Artemisia* en las zonas limítrofes o más expuestas, donde, además, crecerían *Centaurea*,

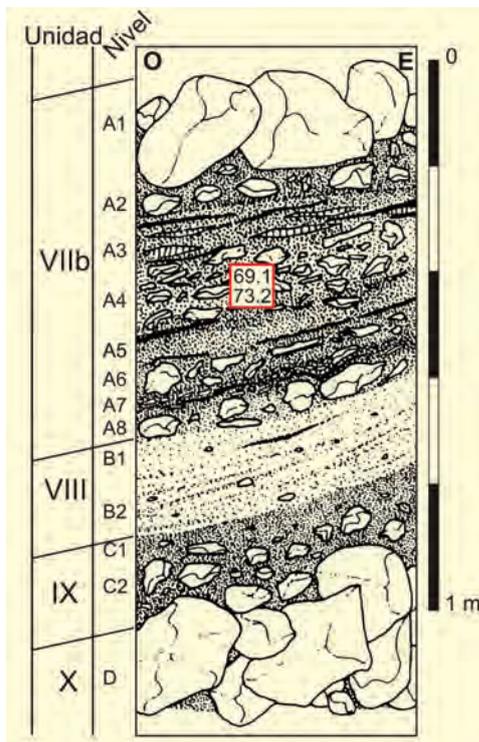


Figura 8. Posición de las muestras para ^{230}Th - ^{234}U (Tabla 6) en CIII sección 3 (unidad VIIb) (Vega Toscano 1988)

Ephedra cf. *distachya*, quenopodiáceas, plantagináceas, crucíferas y urticáceas, entre otras, y donde las asteráceas laticíferas lograrían mayor peso relativo. Desaparecen tipos arbóreos como *Quercus*, *Olea*, *Phillyrea* y Ericaceae. A partir de la zona 8, diríamos que estamos de nuevo ante un paisaje boscoso de matriz interstadial, con una cubierta arbórea de *Pinus* importante, especialmente en los momentos finales (85-93%), acompañado de una mayor diversidad de AP. *Quercus* y *Juniperus* son constantes, *Betula*, *Juglans*, *Olea*, *Phillyrea* y Ericaceae aparecen ocasionalmente; *Corylus* y *Lonicera* lo hacen por vez primera. El ascenso de AP afecta a las gramíneas, que descienden significativamente junto con *Artemisia*. Sin embargo, durante la mayor parte del período que cubre la zona 9, el paisaje debió ofrecer el aspecto de una estepa graminoide salpicada por *Pinus* y, como sucedía en la zona 6, ambos tipos polínicos exhiben oscilaciones de signo contrario. *Pinus* es el único representante arbóreo debido a la desaparición eventual de termófilos. Desde el punto de vista climático, parecen instalarse definitivamente unas condiciones que podrían catalogarse como pleniglaciales, características de una pulsación fría; al mismo tiempo, la asociación de las gramíneas con *Ephedra* y *Plantago* podría indicar otro deseca-

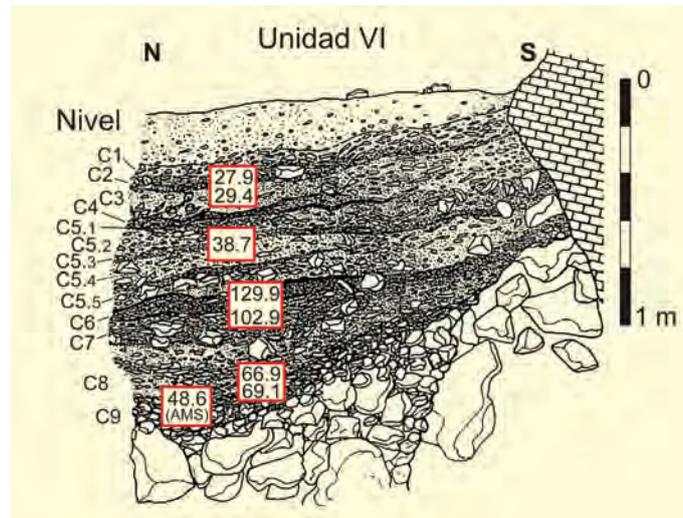


Figura 9. Posición de las muestras para ^{230}Th - ^{234}U (Tabla 6) en CIII AE sección 1 (unidad VI) (Vega Toscano 1988)

miento climático muy acentuado, si bien, a diferencia de la zona 6, los pólenes de asteráceas son relativamente escasos. Una pequeña progresión a partir de refugios cercanos posiblemente permitió la reaparición de *Quercus*, *Betula*, *Corylus*, *Phillyrea* y *Juniperus* al final de la zona.

En la zona 10, en torno a 45200 años BP, continuamos con praderas dominadas por las gramíneas con algunos grupos de pinos aislados cuyo descenso se corresponde a incrementos de Poaceae. Durante la zona polínica 11, se instala un bosque cerrado de *Pinus*, que alcanza un 93% de máximo, con elementos mesotermófilos (*Olea*, *Quercus*, *Phillyrea* y *Corylus*). La expansión del pastizal con árboles dispersos (mesotermófilos y *Pinus*) es el paisaje que caracteriza la zona polínica 12; se produce un nuevo descenso de *Pinus* frente a un aumento de las gramíneas y *Artemisia*, con ciertas oscilaciones internas entre ellos. El paisaje sigue siendo muy abierto en la zona 13, pero con una vegetación dominada por *Artemisia* que sustituye rápidamente a las gramíneas.

Coincidiendo con los últimos restos óseos de hombre de Neandertal encontrados en Carihuela en las zonas polínicas 14-15 (32870-25460 años cal BP) los espacios abiertos son progresivamente repoblados por *Pinus*, junto al retorno de elementos como los quejigos, los sauces, el boj y otros caméfitos. Una estepa de gramíneas con boj, acompañada de pinos y *Juniperus* dispersos muestran el paisaje de la zona 16. Esta zona

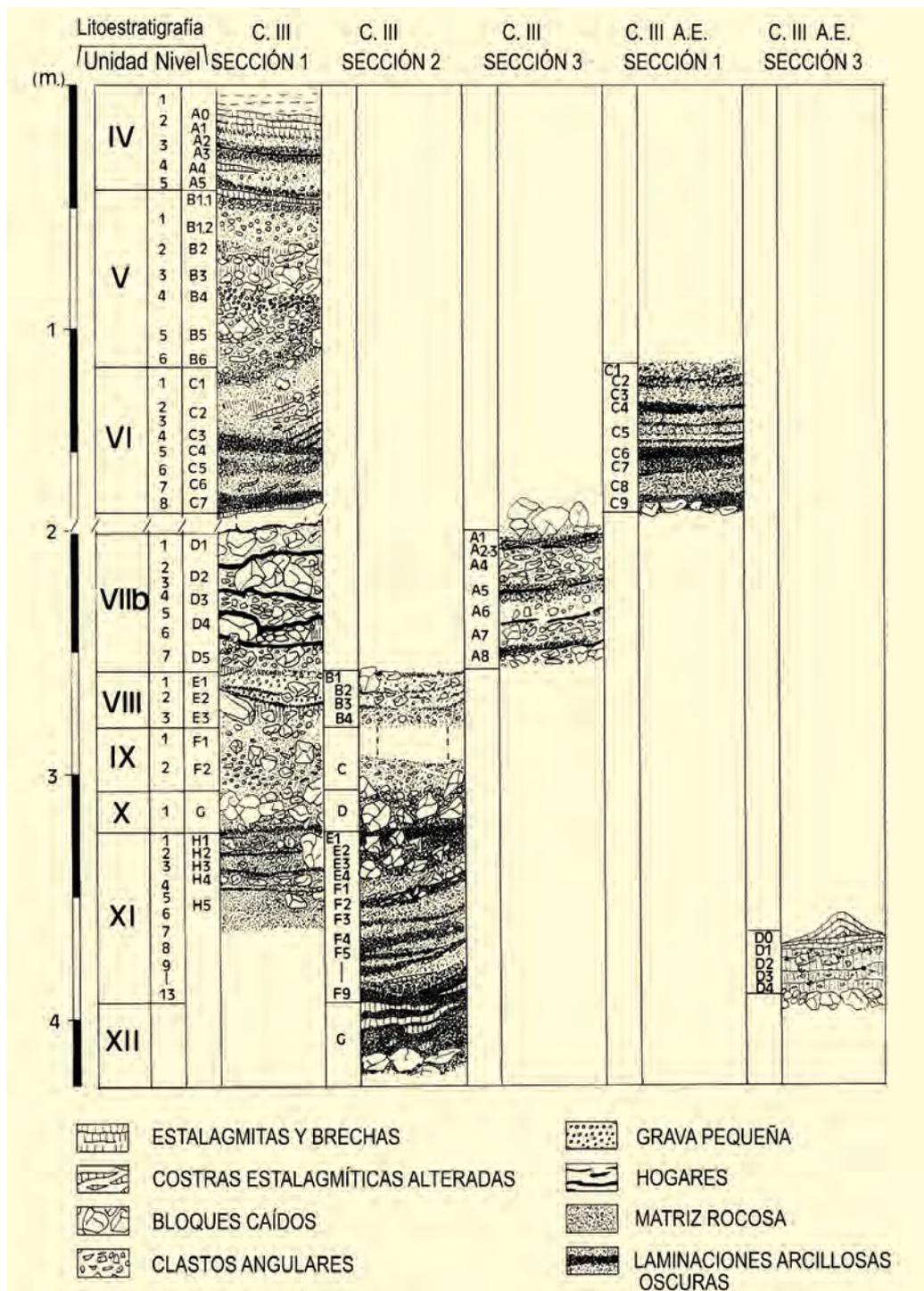


Figura 10. Correlación entre las secciones estratigráficas paleolíticas y los niveles arqueológicos de la cueva de la Carihuela (modificado de Vega-Toscano et al. 1988 en Carrión et al. 2019)

puede indicar la continuación de las condiciones pleni-glaciales que habían comenzado en la Unidad V. Está claramente dominada por el polen de gramíneas con abundancia de *Artemisia* y escasez de pino.

La zona 17 corresponde a la etapa de inicio de colonización arbórea, la cual culminará en las zonas 18-

19. Es sobre todo digno de consideración el aumento de polen de *Quercus*, *Fraxinus*, *Juniperus* y *Genista* junto a la presencia de *Betula*, *Alnus*, *Acer*, *Pistacia* y *Cistus*, y las de *Artemisia*, *Ephedra distachya* y *Amaranthaceae*; lo que sugiere el comienzo del Tardiglacial en Carihuela, el cual ha sido datado en Padul alrededor de 15200 años BP (Pons & Reille 1988). Para la biozona 18, la edad

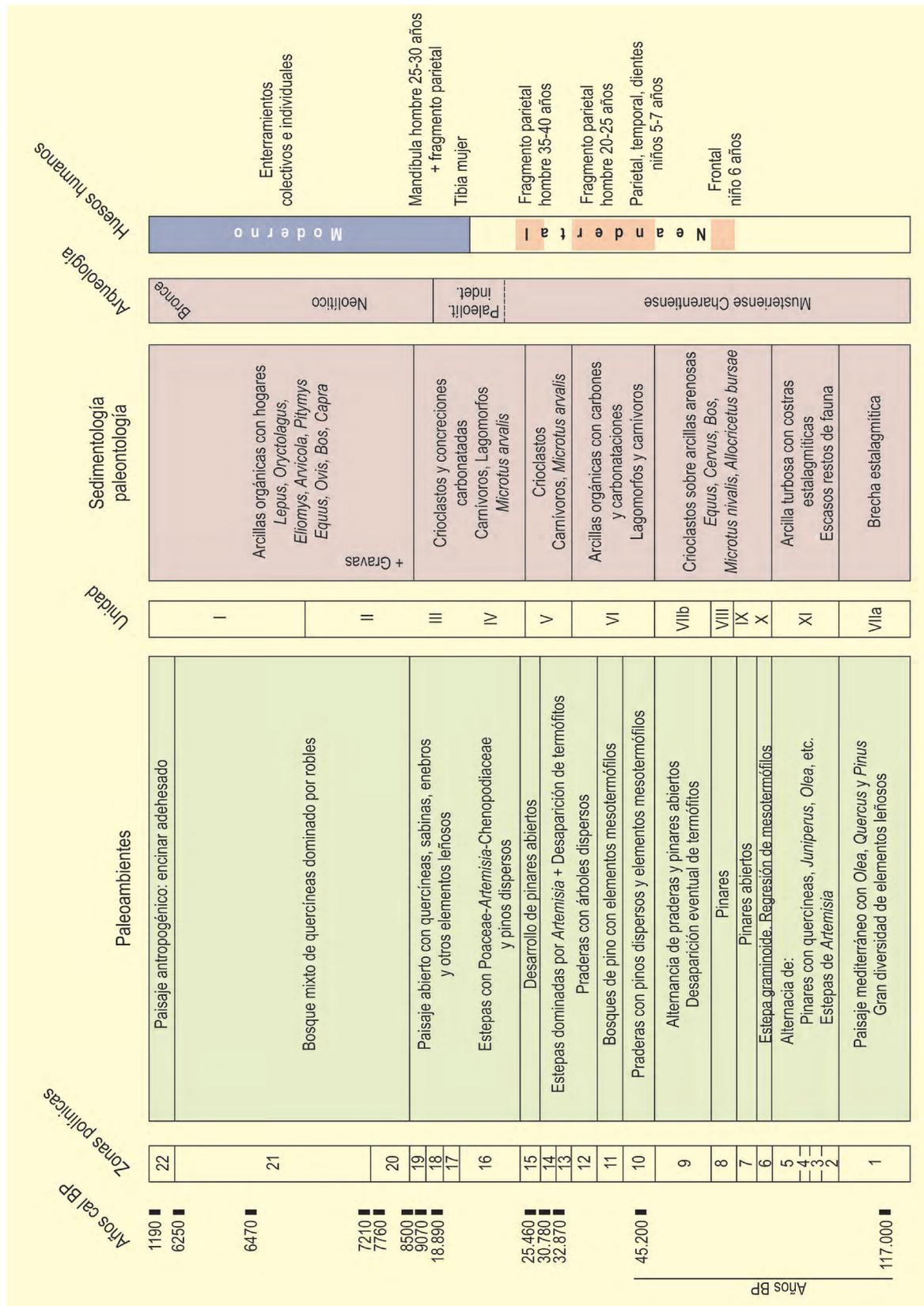


Figura 11. Relación topográfica y posición aproximada del muestreo palinológico de los cortes del fondo sur de la Cámara CIV de Carihuela. Modificado de S. Fernández (2007)

18890 años cal BP confirma una cronología entre Pleniglacial superior y Tardiglacial. Se trata de un paisaje predominantemente abierto, aunque salpicado por una buena diversidad de árboles y arbustos (*Pinus*, *Quercus* caducifolios y perennifolios, *Juniperus*, *Erica*, etc.). En el sustrato herbáceo, las gramíneas disminuyen drásticamente y, en menor medida, *Artemisia*, con una vegetación freatófita probablemente asociada al río Piñar y barrancos adyacentes.

Los sedimentos más arcillosos y menos concrecionados marcan el comienzo del Holoceno en la zona polínica 19, datada en torno a 9070 años cal BP. Supone una importante regresión de los sabinares y/o enebrales que se habían extendido durante el Tardiglacial. Cabe inferir en principio la existencia de un bosque mixto local dominado por especies de *Quercus* mayormente caducifolios, presencia sostenida de avellanos, abedules, fresnos, castaños, nogales, sauces, brezos y elementos termófilos (*Pistacia*, *Phillyrea*, *Rhamnus*, *Olea*, *Cistus* y *Viburnum*). La abundancia de heliófitos como *Asphodelus*, labiadas, compuestas y gramíneas indica en gran medida la presencia de un bosque abierto, o bien bosques monoespecíficos en diferentes biotopos.

Entre 8500 y 7760 años cal BP, la zona polínica 20 muestra una paleovegetación similar a la anterior, sin embargo, la situación es claramente más forestal, formada por un bosque mixto de *Quercus* con dominancia de *Q. caducifolio*, mientras que *Pinus* casi desaparece de la zona junto a *Juniperus*. Desaparecen caducifolios como *Fraxinus* y *Salix* mientras que, de forma puntual, se presentan *Castanea*, *Juglans*, *Ulmus*, *Corylus*, *Betula* y *Alnus* y elementos termófilos (Ericaceae, *Rhamnus*, *Pistacia* y *Phillyrea*, *Olea* y *Cistus*). La zona 21 es similar a las dos anteriores, destacándose únicamente una mayor abundancia general de gramíneas y, localmente, un incremento en los helechos, probablemente en las proximidades de la caverna.

La zona 22 viene caracterizada por un paisaje antropogénico en torno a 5470-1250 años BP, el cual sigue dominado por el polen de *Quercus*. Sin embargo,

la cobertura arbórea disminuye, alcanzando valores similares a los de la zona tardiglacial. Se manifiesta una regresión importante de mesófilos, muy especialmente de robles, sin olvidar la desaparición del avellano, el abedul, el mirto y el boj; mientras, se constata la presencia puntual de *Alnus*, *Fraxinus*, *Castanea* y *Ulmus*. *Juglans* aumenta sus porcentajes y coetáneamente se incrementa algo la presencia de *Pinus* y *Juniperus*. El descenso de *Quercus* perennifolios es menos acusado, manteniéndose los valores del resto de componentes termófilos. Los altos porcentajes de las gramíneas se estabilizan y se aprecia una mayor presencia de otros elementos herbáceos y arbustivos (*Artemisia* y labiadas) así como la aparición al final del Neolítico de indicadores de agriculturización como *Plantago*, *Polygonum aviculare*, *Cerealia* y *Vitis*.

En un trabajo reciente (Carrión *et al.* 2019) se presentan nuevos datos palinológicos basados en el análisis de coprolitos de hiena (Fig. 11) y sobre todo se hace un análisis geocronológico de la secuencia utilizando nuevos resultados de dataciones radiocarbónicas, de Torio-Uranio y resonancia de espín electrónico.

Los coprolitos (presumiblemente de *Crocuta*: Car-1, Car-2 y Car-6) han sido fechados respectivamente en 23,4, 30,3 y 31 ka (Tabla 5, Fig. 11). *Artemisia* y otros elementos herbáceos, dominan los espectros polínicos de Car-6, con menor incidencia en Car-2 y aún menor en Car-1. Por el contrario, *Pinus* y Poaceae aumentan conforme *Artemisia* decrece. Los indicadores de bosque mediterráneo (*Quercus*, *Corylus*, *Myrtus*, *Salix*, *Phillyrea*) están ausentes en Car-6 y Car-2 pero presentes en bajas frecuencias en Car-1. Los espectros polínicos de Car-6 y Car-2 son idénticos a los de las zonas polínicas 13 y 14 (unidad V), mientras que los de Car-1 son correlativos del intervalo 15-17 (unidad IV).

Cabe señalar que las tendencias de cambio vegetal en Carihuela y Padul encuentran muchos paralelismos. Para esta práctica, conviene tener en cuenta la mayor continentalidad de la región donde se enclava Carihuela, lo cual hace que muy probablemente los incre-

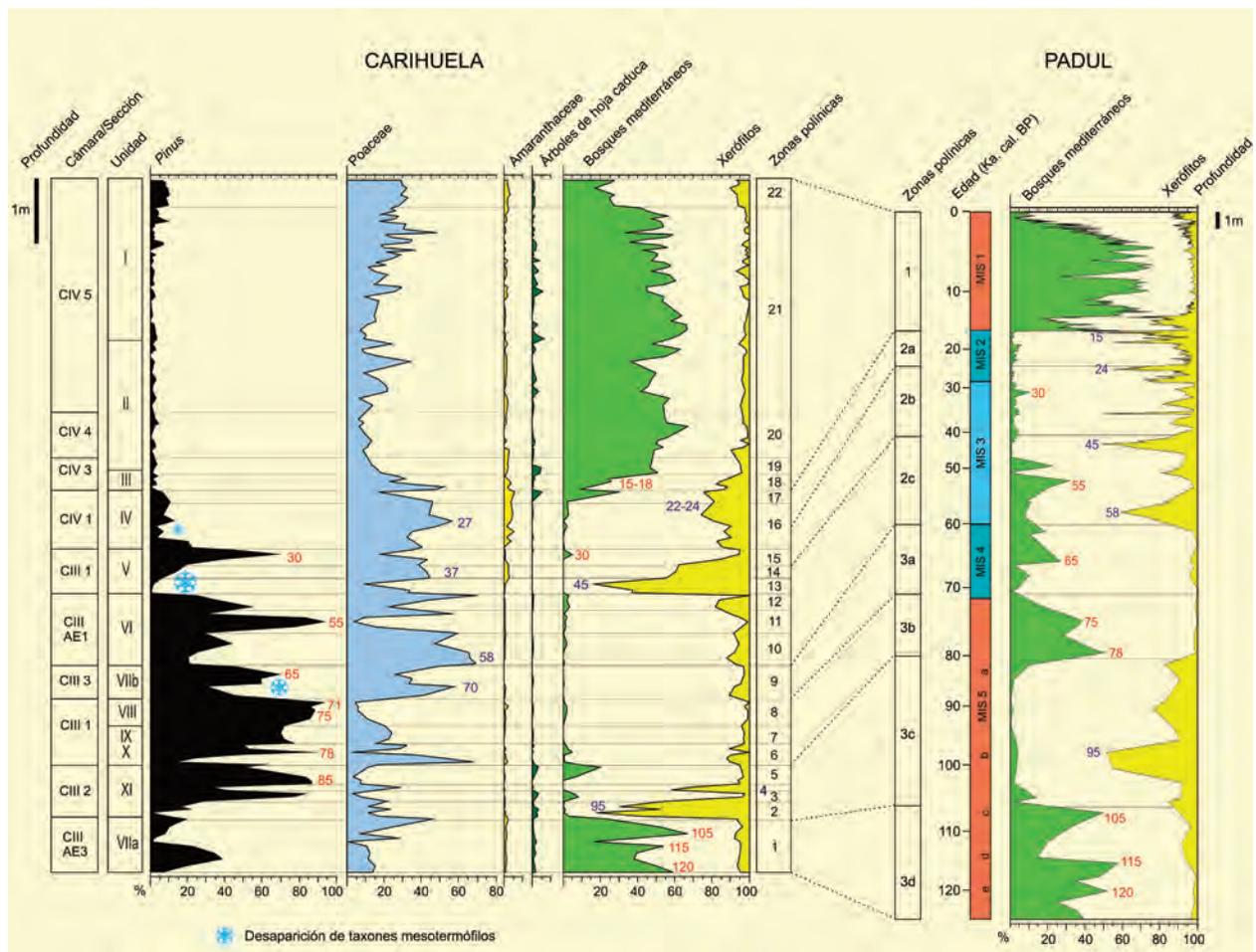


Figura 13. Ensayo de correlación entre las secuencias polínicas de Carihuela y Padul (Camuera *et al.* 2018). Los números en rojo y azul indican respectivamente máximos forestales y estépica. Redibujado de Carrión *et al.* (2019)

mentos de *Pinus* tengan correspondencia con incrementos de *Quercus* en Padul, o diferencias sustanciales en la magnitud de estos últimos (Carrión *et al.* 2019). Sin embargo, los incrementos de xerófitos deberían ser coetáneos. Teniendo en cuenta esto, se propuso la siguiente correlación:

- (i) MIS-5: Padul 3d=Carihuela 1 (unidad VIIa), Padul 3c=Carihuela 2-5 (unidad XI), Padul 3b=Carihuela 6-8 (unidades X-VIII);
- (ii) MIS-4: Padul 3a=Carihuela 9 (unidad VIIIb);
- (iii) MIS-3: Padul 2c=Carihuela 10-14, Padul 2b V=Carihuela 15-16 inferior (unidades VI-V);
- (iv) MIS-2: Padul 2b-2a=Carihuela 16 superior-17 (unidad IV);
- (v) MIS-1: Padul 1=Carihuela 18-22 (unidades III-I).

En la Figura 12 se presentan posibles correlaciones entre los principales picos de algunos taxa. Habría pau-

tas paralelas en los incrementos de xerófitos y/o Poaceae en torno a 95, 70, 58, 45 y 24 ka, y en desarrollos forestales en torno a 120, 115, 105, 65, 55 y 30 ka. La expansión del pino en las zonas 3, 5 y 6-8 de Carihuela (unidades XI a VIII) es comparable a la del pino y quercíneas en 90 y 71 ka de Padul.

Cabe señalar que Carihuela fue uno de los primeros sitios en los que se experimentó la datación por termoluminiscencia y que las dataciones iniciales de las unidades XI a la III daban un intervalo entre 82500 y 11200 años BP (Tablas 1-6). Once dataciones ESR hechas por Volterra (2000) sobre dientes de herbívoros y afectando al intervalo Unidad V-Unidad VIII sugieren al autor que la Unidad V podría estar en un rango entre 45 y 70 ka, pero el mismo no pudo datar la parte superior de V ni tampoco la unidad IV, lo cual resulta crítico para conocer las últimas fechas del Musteriense de Carihuela. Más críticamente las nue-

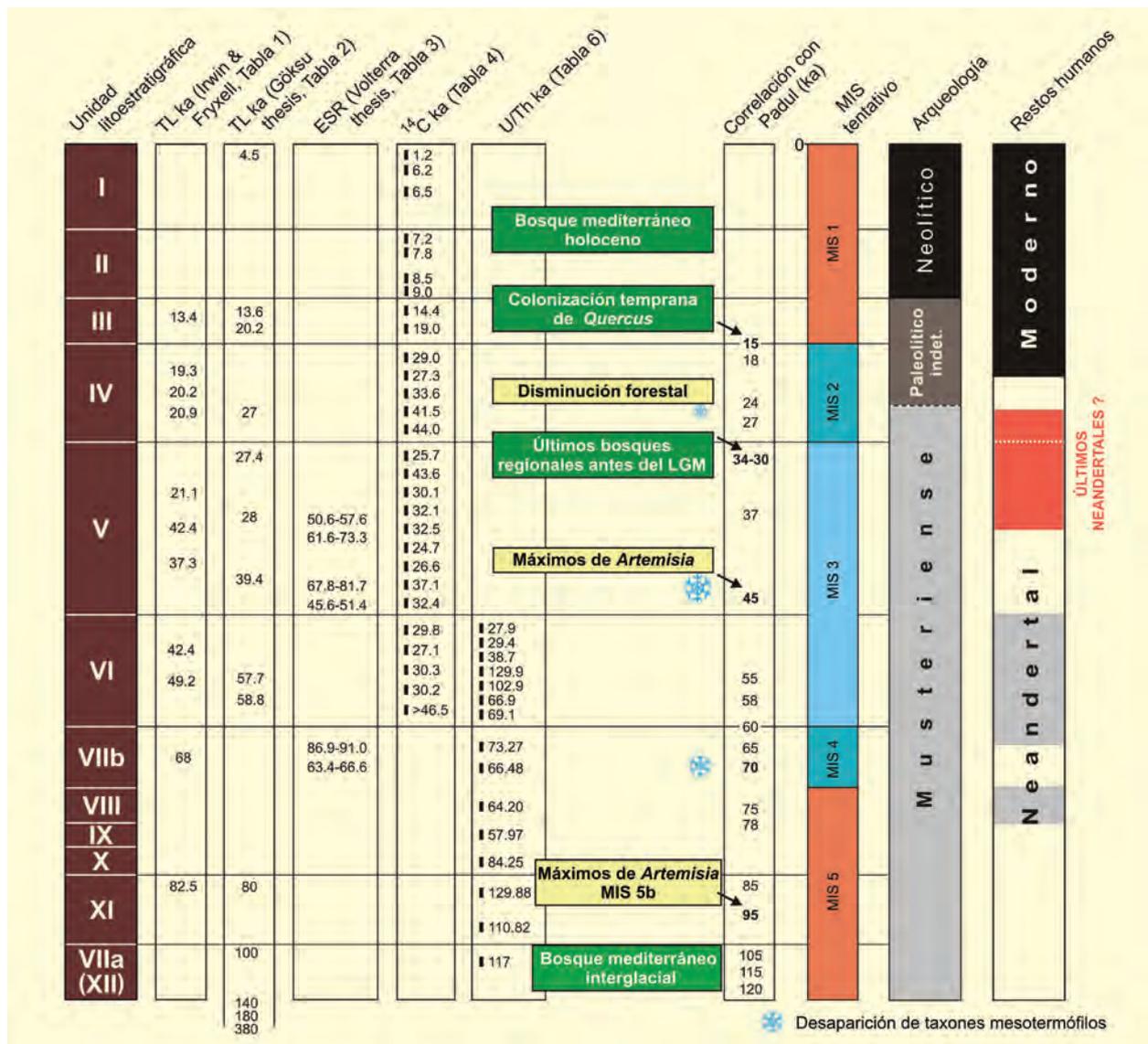


Figura 14. Hipótesis cronológica y bioestratigráfica para Carihuela en el marco de los hallazgos paleoantropológicos y arqueológicos. Redibujado de Carrión *et al.* (2019)

vas fechas de radiocarbono y Torio-Uranio incluyen un buen número de edades muy recientes para el Musteriense. Hablamos de fechas en torno a 30 ka para materiales en IV, V e incluso VI. Carrión *et al.* (2019) discuten ampliamente este asunto (Figs. 12 y 13) y sugieren que Carihuela podría estar documentando una de las últimas ocupaciones neandertales del interior peninsular, lo cual viene apoyado no solo por la distribución parsimoniosa de las dataciones sino por la correlación entre la paleoecología de Carihuela y Padul (Figs. 12 y 13). Si los problemas de la cronología no se han dilucidado ha sido probablemente porque como estos autores señalan, las autoridades, a pesar de los múltiples intentos de los

investigadores, no han autorizado una excavación sistemática desde hace décadas ni tampoco una pequeña toma de muestras de los niveles del Musteriense final bajo control estratigráfico.

Por tanto, las paradojas y problemas cronológicos no resueltos complican sin duda las consideraciones de la secuencia estratigráfica de Carihuela. Sin embargo, la distorsión de los resultados de los procedimientos de datación no debería ser necesariamente tan marcada como para afectar el corolario principal que es la persistencia tardía (es decir, MIS-3) del musterense en Carihuela, particularmente dada la coherencia paleoecológica y geocronológica de la secuencia (Figs. 12 y 13),

y dada la ausencia de una propuesta alternativa plausible con suficiente poder explicativo para dar cuenta de los cambios botánicos, faunísticos y sedimentológicos aquí descritos.

Futuras excavaciones en Carihuela, con nuevos datos que permitan definir con exactitud y precisión las circunstancias estratigráficas, cronológicas y arqueológicas, pueden arrojar luz sobre los comportamientos paleolíticos durante el MIS-3. La ubicación de Carihuela tierra adentro a gran altitud, en el cinturón altitudinal subbético, mesomediterráneo, cerca del supramediterráneo, es una ecozona bioclimática y transición biogeográfica ideal para estudiar las relaciones humanas,

animales y vegetales y por tanto, el comportamiento de los neandertales en circunstancias climáticas continentales muy diferentes a las que se encuentran junto a las plataformas costeras (Finlayson *et al.* 2006, Bailey *et al.* 2008) donde, según Cortéz-Sánchez *et al.* (2019), es particularmente probable que haya tenido lugar una competencia entre grupos que dio ventaja a la gente entrante anatómicamente moderna.

Más información

Carrión (1990, 1992a), Carrión *et al.* (1998, 1999, 2019), Fernández (2005), Fernández *et al.* (2007)



CENDRES

Teulada-Moraira, Alicante

Pleistoceno superior – Holoceno (~34980-4153 años cal BP)

La Cova de les Cendres (38° 41' 9" N, 0° 9' 7" E) se ubica en la Punta de Moraira (Teulada-Moraira, Alicante), abierta en los acantilados del final del Cretácico que se desarrollan entre el Cap de la Nau y la propia Punta de Moraira (Fig. 1), los cuales configuran el extremo oriental de la Cordillera Bética. La cavidad, de más de 1000 m², se abre al sureste, a unos 60 m s.n.m., justo sobre la línea de costa. Consta de un área exterior, bien iluminada, con una elevada bóveda, donde se encuentran abundantes bloques de gran tamaño desprendidos del techo, y una gran sala interior, de unos 600 m², donde se han desarrollado los trabajos arqueológicos (Figs. 2 y 3).

El yacimiento se encuentra actualmente en el piso bioclimático termomediterráneo y en un ombroclima seco, con una temperatura media anual de 18 °C y unas precipitaciones medias en torno a 500 mm. El paisaje de la Punta de Moraira está actualmente protegido por

la Consellería de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana al ser considerada una microrreserva de flora. En ella se desarrolla un paisaje típicamente mediterráneo: un matorral sobre suelos empobrecidos, dominado por arbustos heliófilos como *Rosmarinus officinalis* (romero), *Erica multiflora* (brezo), *Lavandula dentata* (lavanda), *Ephedra distachya* (belcho), *Cistus albidus* (estepa blanca), *Coronilla juncea* (coronilla), *Anthyllis cytisoides* (boja blanca), *Rhamnus alaternus* (aladierno), *Thymus vulgaris* (tomillo) y *Ulex parviflorus* (aulaga). *Pinus halepensis* (pino carrasco) y *Juniperus oxycedrus* (enebro) motean el paisaje. Encontramos otras especies características de la maquia como *Olea europaea* var. *sylvestris* (acebuche), *Pistacia lentiscus* (lentisco), *Quercus coccifera* (coscoja), y *Chamaerops humilis* (palmito). Destacan además algunas especies en peligro de extinción, como *Silene hifacensis* (silene de Ifach), *Helianthemum caput-felis* (estepa de cap de gat) y *Convolvulus valentinus* (campanera valenciana).



Figura 1. Entorno de la Cova de les Cendres entre el cabo de La Nau y la punta de Moraira (Foto: C. Martínez-Varea)

Tabla 1. Marco cronológico de los niveles pleistocenos de la Cova de les Cendres. Modificado de Martínez-Varea *et al.* (2019)

Ref. lab.	Taxón (material carbón)	Nivel	Años BP	Años cal. BP (95%)	Adscripción cultural
Beta-142284	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	IX	12.470±100	15.180 – 14.100	Magdalenense superior final
		X			Estéril
Beta-189079	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XI	13.120±60	16.240 – 15.530	Magdalenense superior
Beta-287538	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XI	13.350±50		
Beta-118022	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XII	13.690±120	19.570 – 16.140	Magdalenense medio e inferior
Beta-287541	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XII	16.030±60		
Beta-287542	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XIII	16.790±60	23.230 – 20.050	Solutrense
Beta-118026	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XIII	18.920±180		
Beta-287545	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XIV	20.200±80	24.620 – 24.030	Solutrense
Beta-287544	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XIV	20.280±80		
Beta-142282	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XV	21.230±80	26.700 – 25.340	Gravetiense
Beta-437194	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XV	22.190±80		
Beta-437195	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XVIA	22.750±110	29.170 – 26.750	Gravetiense
Beta-437196	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XVIA	24.850±110		
Beta-437823	<i>Acer</i> sp.	XVIB	25.590±100	31.000 – 29.350	Gravetiense
Beta-437198	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XVIB	26.580±90		
VERA-6428ABOxSC	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XVIC	27.560±240	34.140 – 31.020	Auriñaciense evolucionado
VERA-6427ABOxSC	<i>Pinus nigra/sylvestris</i>	XVIC	29.490±260		
Beta-458346	<i>Juniperus</i>	XVID	31.080±170	35.340 – 34.620	Auriñaciense evolucionado
		XVII			Pendiente de adscripción cultural

En la amplia secuencia arqueológica de la Cova de les Cendres se han documentado ocupaciones fechadas en el Pleistoceno superior, correspondiendo al Auriñaciense, Gravetiense, Solutrense y Magdalenense, así como en el Holoceno, con ocupaciones en el Neolítico y la Edad del Bronce (Tablas 1 y 2). El análisis arqueobotánico de la secuencia incluye estudios antracológicos, carpológicos y palinológicos que permiten una reconstrucción paleoeconómica y paleoecológica muy precisa. Hay que destacar la buena conservación de los restos vegetales en los niveles paleolíticos (Fig. 4), la mayoría carbonizados, pero también sin carbonizar se ha identificado madera de enebro, de pino, además de acículas y otras hojas de angiospermas.

La secuencia pleistocena ha sido dividida en seis fases antracológicas (Fig. 5). La fase CC.1F se corresponde con el nivel Auriñaciense XVIC, formado a finales

del MIS 3, entre el GS7 y el GS5.2. Se caracteriza por un predominio de *Juniperus* y *Pinus nigra/sylvestris*, que presentan unos valores similares. Estos dos taxones van seguidos de unos pocos arbustos, como fabáceas, *Rosmarinus officinalis*, lamiáceas, cistáceas, así como por la presencia puntual de *Quercus* perennifolios y caducifolios. Estaríamos, por tanto, ante un paisaje abierto de pinos y enebros o sabinas. Se perfilan ya en este nivel las condiciones climáticas de tipo supramediterráneo que caracterizarán a toda la secuencia pleistocena.

Entrados en el MIS 2, los niveles gravetienses XVIB y XVIA se engloban en la fase CC.1E, que abarcaría desde el GI5.1 al inicio del GS3, durante la cual se produce un incremento de la presencia de *Pinus nigra/sylvestris* con respecto al período anterior, convirtiéndose en el taxón dominante, seguido de *Juniperus*, que se ve especialmente reducido. A este respecto,



Figura 2. Interior de la cavidad y zona de las excavaciones (Foto C. Real)



Figura 3. Corte estratigráfico del sector A de la excavación (Foto C. Real)

Tabla 2. Marco cronológico de los niveles holocenos de la Cova de les Cendres

Ref. lab.	Taxón	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Arqueología
Beta-142288	<i>Hordeum vulgare</i>	VII	6340±70	7228	Neolítico I.A
Beta-75218*	Carbón de varios géneros	H.17	6260±80	7182	Neolítico I.A
Beta-75217*	Carbón de varios géneros	H.15a	6150±80	7028	Neolítico I.B
GifA-101358	<i>Triticum aestivum/durum</i>	H.15a	5980±100	6862	Neolítico I.C
GifA-101356	<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	V.C	5930±90	6745	Neolítico I.C
Beta-75214*	Carbón de varios géneros	V.C	5790±70	6579	Neolítico I.C
GifA-101354	<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	V.A	5860±80	6684	Neolítico II.A
Beta-75213*	Carbón de varios géneros	V.A	5640±80	6462	Neolítico II.A
GifA-101352	<i>Triticum aestivum/durum</i>	IIIa-IIIb	4690±70	5445	Neolítico II.A-II.B
GifA-101350	<i>Triticum aestivum/durum</i>	IIIa-IIIb	4790±80	5489	Neolítico II.B
GifA-101348	<i>Rosmarinus officinalis</i>	II	4180±90	4693	Campaniforme
GifA-101346	<i>Rosmarinus officinalis</i>	I	3750±80	4153	Bronce

Las referencias con * método convencional, las demás AMS. Años cal BP al 95%

cabe destacar que se han documentado restos carpológicos de cinco especies diferentes de *Juniperus*: *J. communis*, *J. oxycedrus*, *J. thurifera*, *J. phoenicea* y *J. sabinina*, siendo los más abundantes estos dos últimos. Varios arbustos típicamente mediterráneos estarían presentes en el entorno de la cavidad, como *Rosmarinus officinalis*, *Erica multiflora*, *Pistacia*, *Rhamnus/Phillyrea* y *Ephedra*. De forma puntual aparecen labiadas y *Quercus* perennifolios y caducifolios. Así, nos encontraríamos ante el típico bosque de las cumbres del Sistema Ibérico, pinares submediterráneos con un sotobosque compuesto de varias especies de *Juniperus* y otros arbustos. El registro carpológico, por su parte, se caracteriza por una elevada diversidad taxonómica, con al menos 92 especies diferentes (Fig. 6). Dominan el conjunto los restos de Boraginaceae, destacando *Buglossoides arvensis*, y *Corema album*, cuyos frutos, ricos en vitamina C, fueron recolectados para el consumo humano (Fig. 7). La presencia de labiadas, como *Ajuga chamaepitys* y de fabáceas no leñosas, como *Vicia*, es también reseñable. La ecología de las especies identificadas en el análisis carpológico ha permitido determinar la existencia de otros biotopos en el entorno de la cavidad. Es el caso de los trenes de dunas situados en la costa, la cual se localizaría en estos momentos a unos 10-15 km de la cueva, habitadas por *Corema album*, conformando la orla arbustiva de los enebrales que se desarrollarían en la plataforma continental actual-

mente sumergida, o el de las lagunas habitadas por diversas ciperáceas.

El retroceso de *Pinus nigra/sylvestris* y el incremento de las fabáceas y *Juniperus* caracteriza la fase CC.1D, plenamente encuadrada en el GS₃, la cual incluye los niveles XIV-XV, de adscripción gravetiense, aunque con algunas mezclas puntuales con el nivel XIII (Solutrense). Estos cambios reflejan una mayor extensión de los espacios abiertos con enebros y arbustos heliófilos. El registro carpológico está dominado en este caso por *Corema album* y *Ajuga chamaepitys*, produciéndose una importante reducción de Boraginaceae. Las condiciones climáticas serían similares a las de la fase anterior, si bien debió producirse un incremento de la aridez, preludio del Pleniglacial.

Estas tendencias se consolidan en el nivel XIII, el cual se corresponde a la fase antracológica CC.1C, cuando *Pinus nigra/sylvestris*, *Juniperus* y Fabaceae alcanzan cierto equilibrio. Junto a estos taxones se ha documentado la presencia de *Quercus* perennifolios y de algunos taxones mediterráneos, como *Pistacia*, *Ephedra*, *Erica multiflora*, Cistaceae y *Rosmarinus officinalis*. La densidad de restos carpológicos se reduce en estos niveles, posiblemente consecuencia de una disminución de la productividad de la vegetación ligada a períodos anuales de heladas más prolongados. Des-

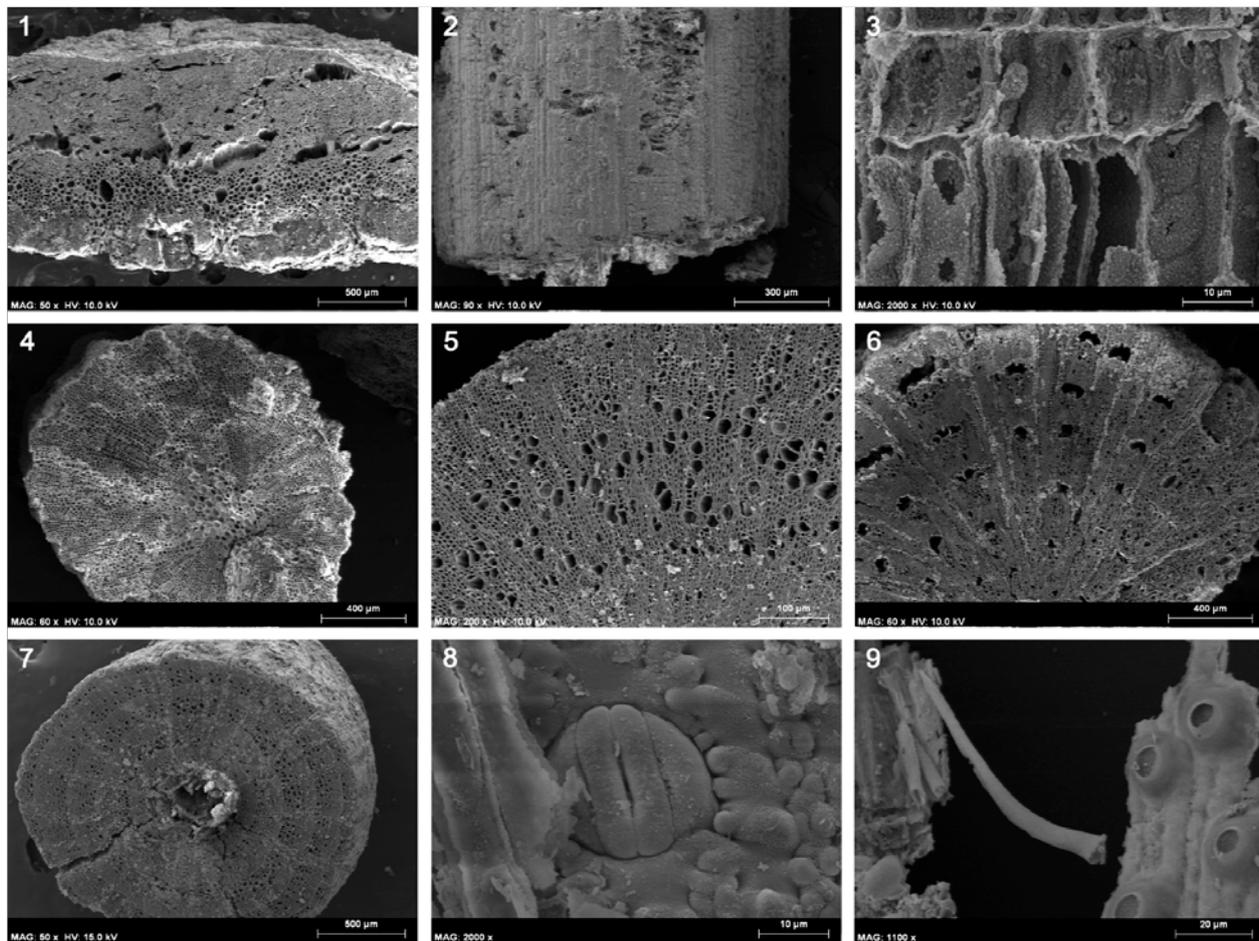


Figura 4. Restos botánicos de los niveles paleolíticos de la Cova de les Cendres. 1: Bráctea de piña, corte transversal X50 (nivel XI). 2: Acícula de *Pinus nigra/sylvestris*, X90 (nivel XI). 3: madera sin carbonizar de *Juniperus*, corte radial X2000 (nivel XI). 4: *Viscum*, corte transversal X60 (nivel XI). 5: *Artemisia*, corte transversal X200 (nivel XI). 6: Amaranthaceae, corte transversal X60 (nivel XI). 7: *Ephedra*, corte transversal X50 (nivel XVIIA). 8: Estoma en hoja de Poaceae X2000 (nivel XII). 9: Tricoma en hoja de angiosperma X1100 (nivel XII). Fotografías realizadas con microscopía electrónica de barrido. (Fotos: E. Badal)

taca especialmente la reducción de la presencia de *Corymbium album*, frente al aumento relativo de las boragináceas y las quenopodiáceas. Nos encontraríamos, por tanto, ante un paisaje abierto con formaciones de enebros o sabinas y pinares criófilos. Los cambios en el paisaje en esta fase con respecto a la anterior se deben al aumento de la aridez durante el LGM, si bien las temperaturas no debieron experimentar grandes cambios. La presencia de *Stipa tenacissima* a lo largo de la secuencia, aunque con especial relevancia durante las ocupaciones fechadas en el LGM, indica unas precipitaciones que rondarían los 400-500 mm en estos momentos.

Las dos últimas fases antracológicas abarcan las ocupaciones magdalenenses. El nivel XII, adscrito al Magdaleniense inicial y medio, se corresponde con la

fase antracológica CC.1B, que abarca el final del LGM y el inicio del Oldest Dryas. En estos momentos, el registro antracológico está dominado por *Juniperus*, con porcentajes que oscilan entre el 30 y el 60 %, entre los que podría haber restos de cuatro especies diferentes, a juzgar por los restos carpológicos documentados, que alcanzan aquí sus porcentajes más altos. Las fabáceas leñosas experimentan un descenso desde los momentos más antiguos a los más recientes del nivel, mientras que *Pinus nigra/sylvestris* se mantiene estable a lo largo de todo el nivel en torno al 20 %. Los *Quercus* perennifolios tienen una presencia escasa pero constante, mientras que de forma más puntual aparecen *Quercus* caducifolios, *Cistaceae*, *Erica multiflora*, *Ephedra* y *Prunus*. Nos encontraríamos con un paisaje similar al del Solutrense, abierto, con predominio de enebros/sabinas y fabáceas. Estas especies estarían acompañadas

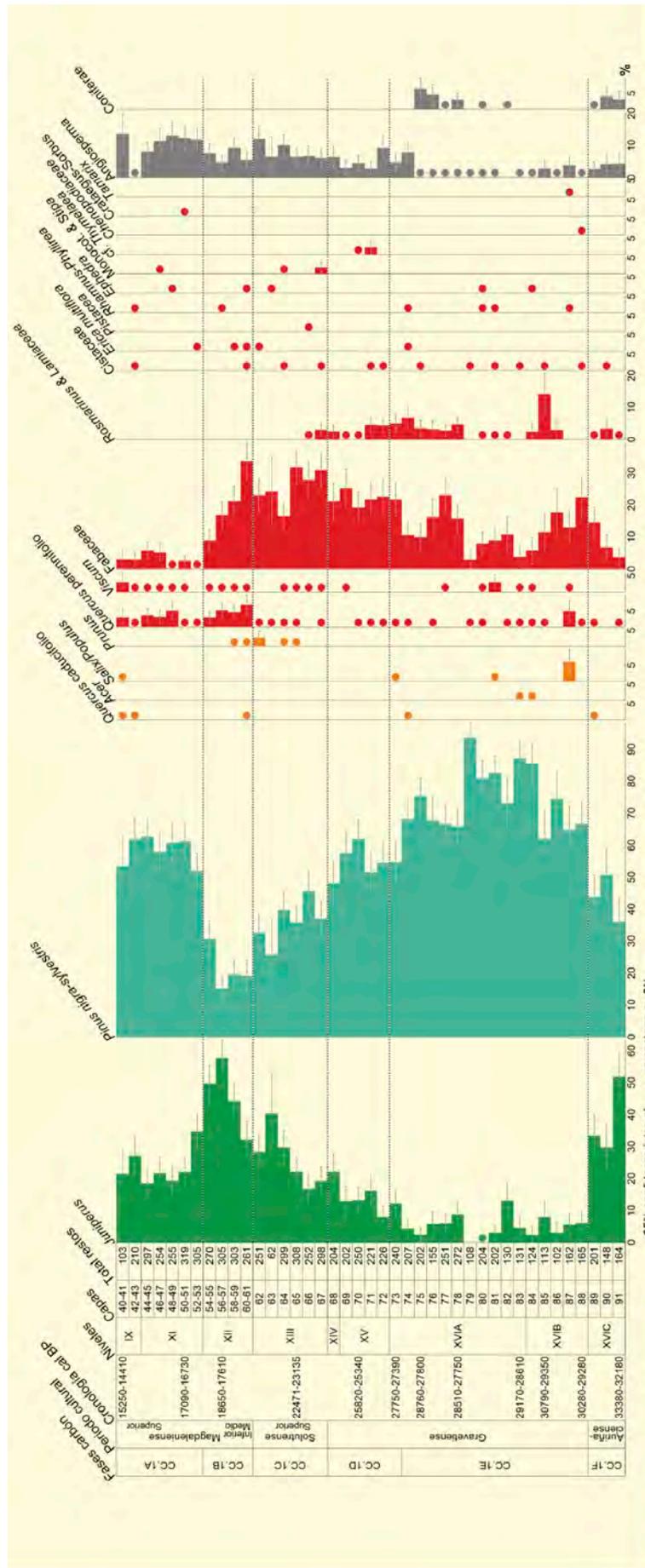


Figura 5. Diagrama antracológico de los niveles del Pleistoceno de la Cova de les Cendres (Badal, inédito)

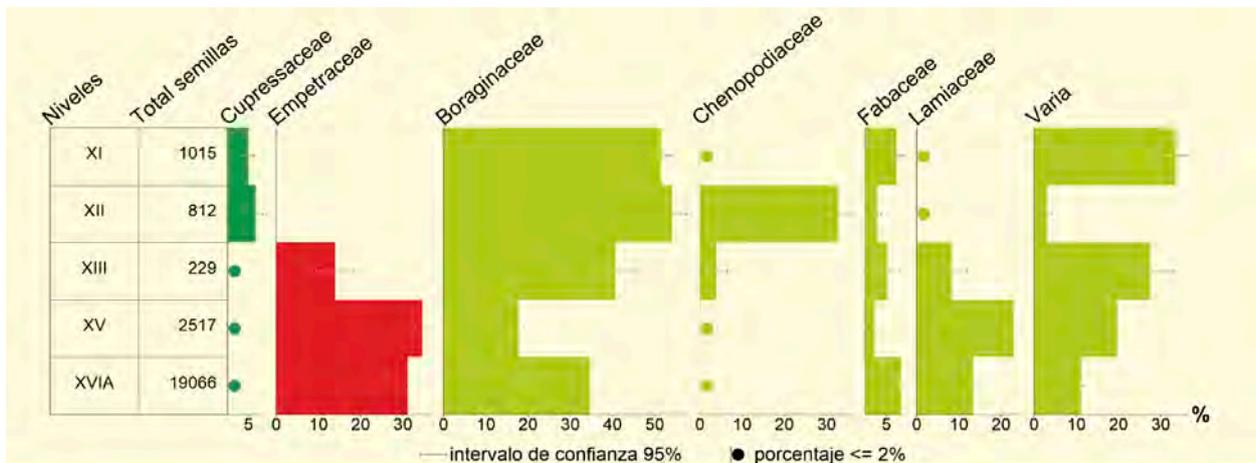


Figura 6. Diagrama carpológico de los niveles del Pleistoceno de la Cova de les Cendres. Redibujado de Martínez-Vareal (2019)

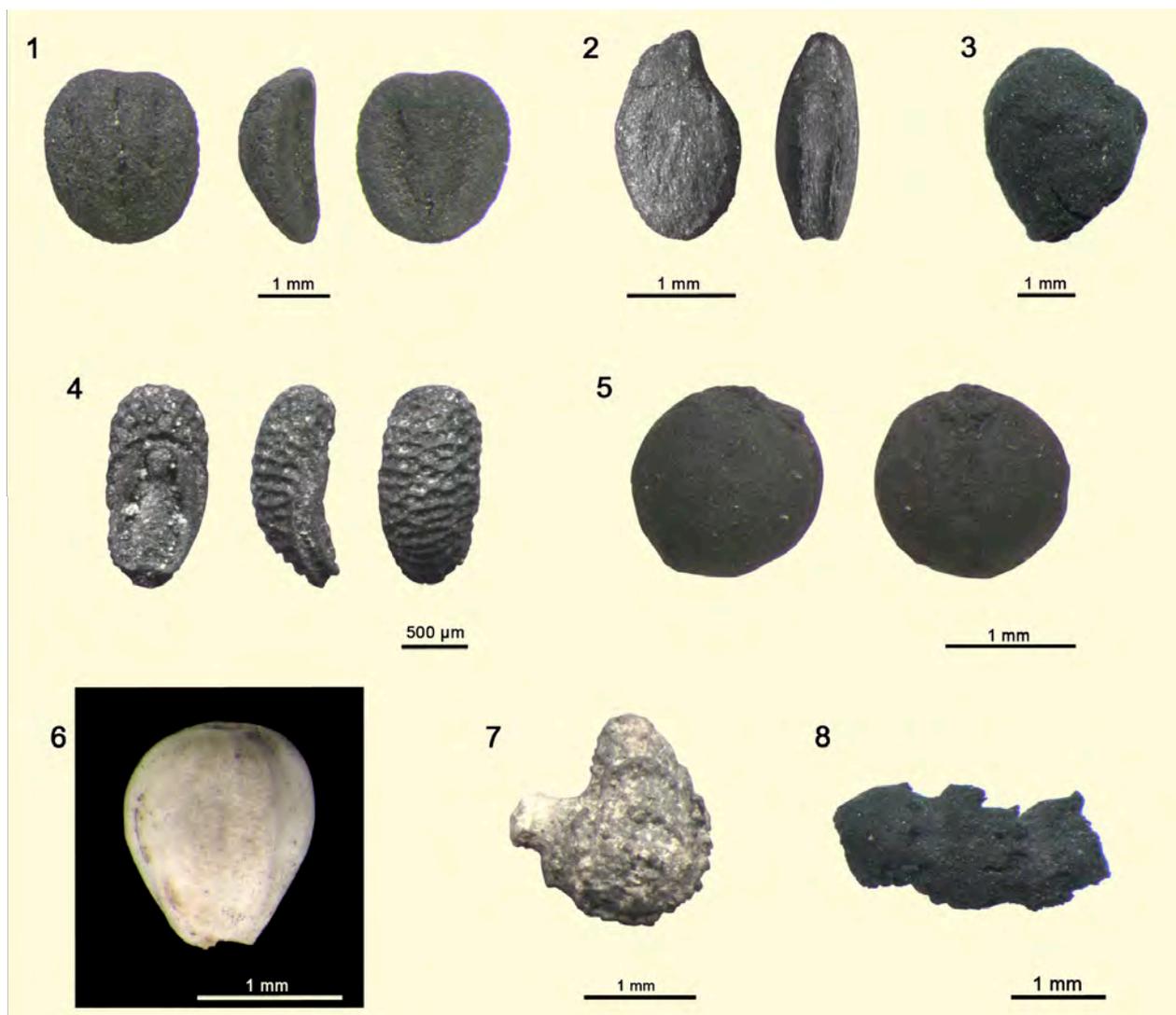


Figura 7. Restos vegetales no leñosos de los niveles paleolíticos de la Cova de les Cendres. 1: *Corema album*. 2: *Corispermum* sp. 3: *Juniperus sabina*. 4: *Ajuga chamaepitys* 5: *Vicia*. 6: *Eleocharis*. 7: *Alkanna tinctoria*. 8: Rizoma de *Stipa tenacissima* (Fotos: C.M. Martínez-Varea)

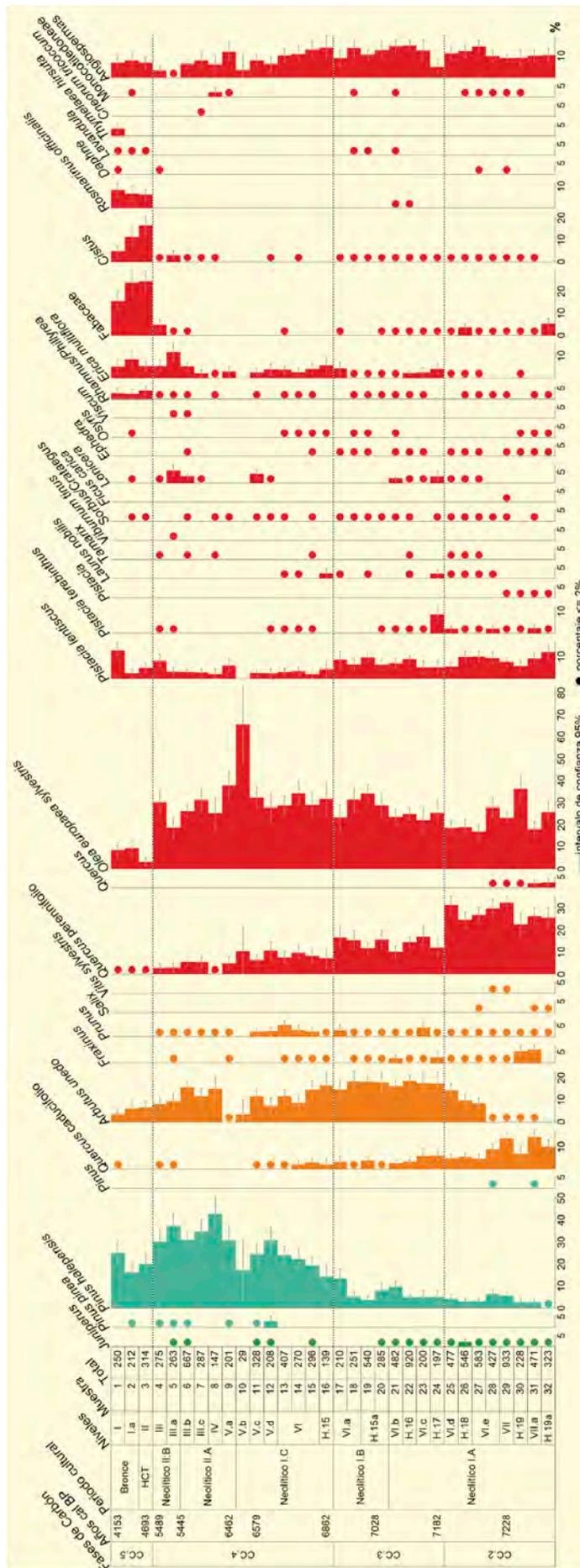


Figura 8. Diagrama antracológico de los niveles del Holoceno de la Cova de les Cendres (Badal 2009a).

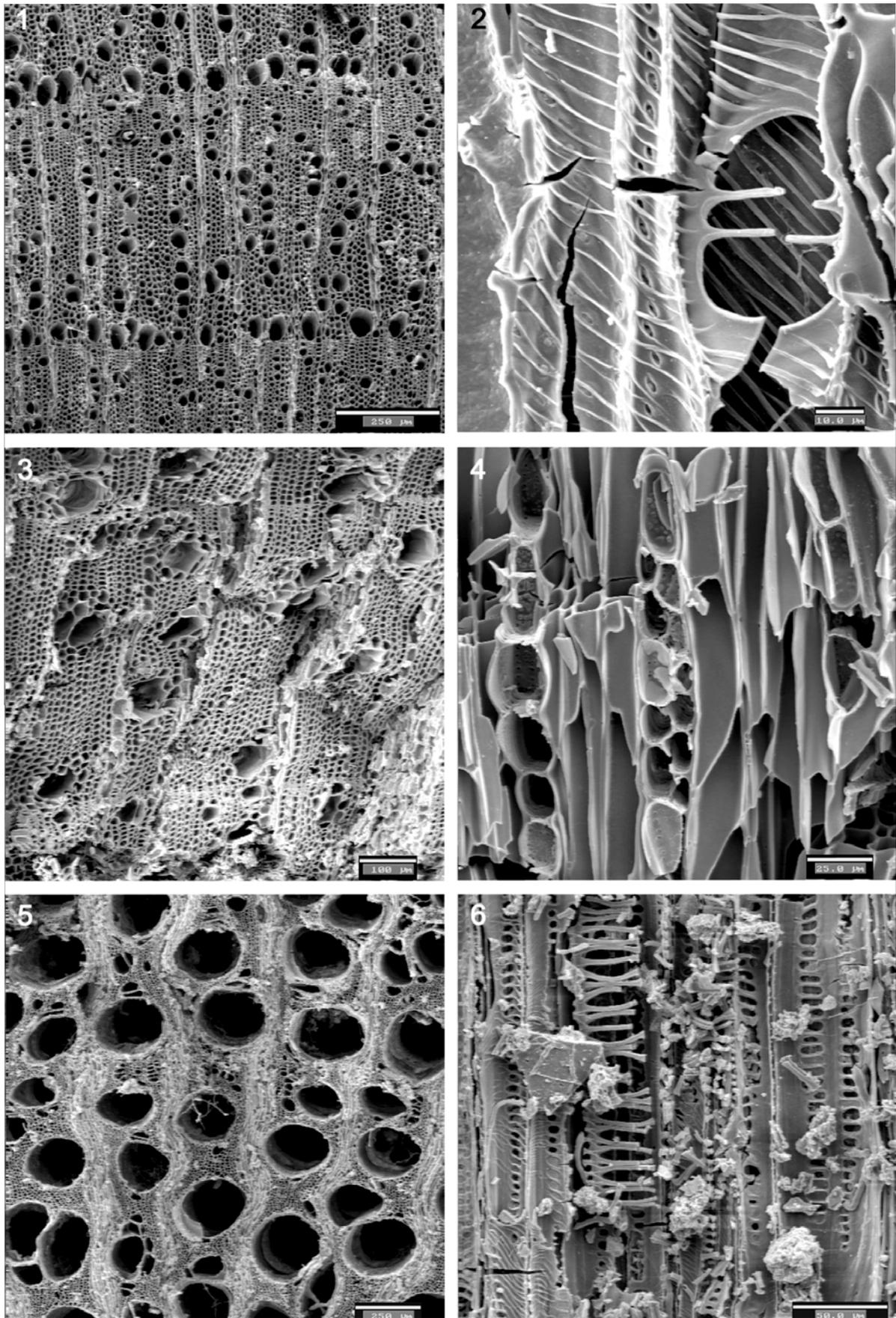


Figura 9. Restos antracológicos de los niveles del Holoceno de la Cova de les Cendres. 1: *Arbutus unedo*, corte transversal. 2: *Arbutus unedo*, corte radial. 3: *Ficus carica*, corte transversal. 4: *Ficus carica*, corte tangencial. 5: *Vitis vinifera*, corte transversal. 6: *Vitis vinifera*, corte radial. Fotografías de E. Badal realizadas en microscopio electrónico de barrido.

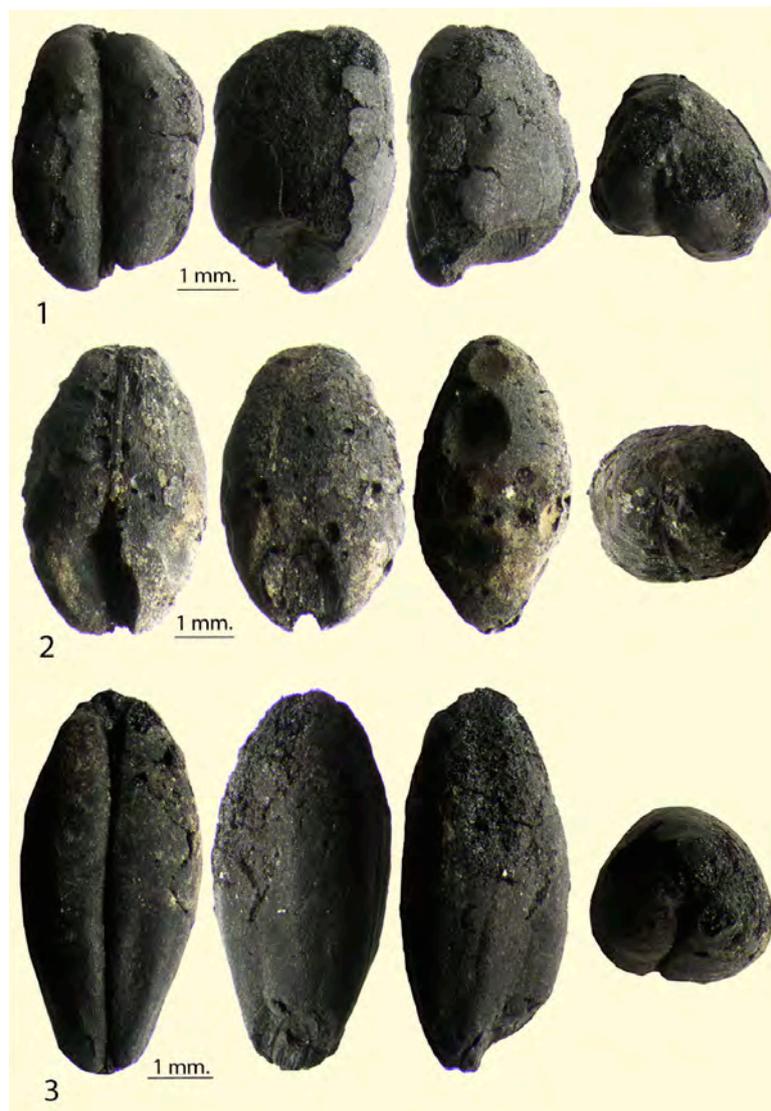


Figura 10. Cereales de la Cova de les Cendres. 1: *Triticum aestivum/durum*. 2: *Hordeum vulgare var. nudum*. 3: *Triticum dicoccum*. Fotos: G. Pérez Jordà

por *Buglossoides arvensis*, quenopodiáceas y diversas fabáceas herbáceas, todas ellas documentadas en el registro carpológico. Destaca especialmente la presencia de *Corispermum* (Fig. 7), cuyas semillas fueron probablemente recolectadas, procesadas y consumidas por los grupos magdalenienses, y la desaparición de *Co-rema album*, cuyas poblaciones y hábitat debieron verse profundamente afectados por los cambios de las condiciones climáticas del LGM y las modificaciones de la línea de costa posteriores.

La última fase de la secuencia pleistocena (CC.1A) refleja cambios importantes en el paisaje, al compás de los cambios climáticos del Oldest Dryas y del interstadial Bølling. Durante el Magdaleniense superior

y superior final (niveles XI y IX), *Pinus nigra/sylvestris* se convierte en el taxón dominante, mientras que *Ju-niperus* y Fabaceae experimentan una considerable reducción (Fig. 5). Los arbustos mediterráneos previamente documentados continúan apareciendo de forma puntual. Esta expansión del bosque de pino salgareño o albar debió ser posible gracias a un aumento de la humedad, encontrándonos ahora con una vegetación más densa que en las fases previas. Dicho incremento de la humedad también viene señalado por la frecuencia de *Viscum* y *Quercus*. El conjunto carpológico del nivel XI está dominado por las boragináceas *Alkanna tinctoria* y *Buglossoides arvensis*, y las pteridófitas y las fabáceas tienen una presencia destacable (Fig. 7).

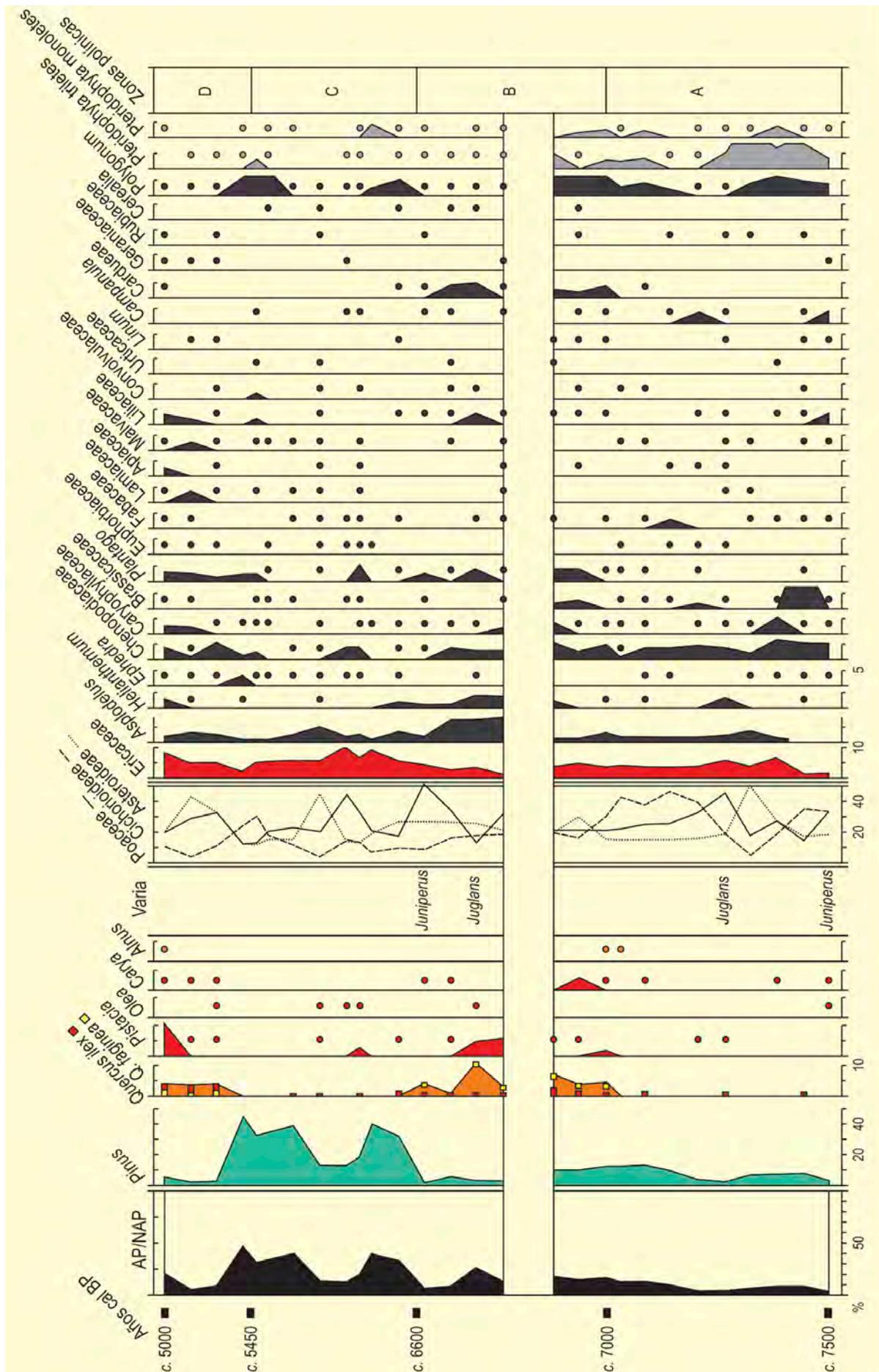


Figura 11. Diagrama polínico de los niveles del Holoceno de la Cova de les Cendres. Redibujado de Dupré (1995)

La secuencia holocena consta de cuatro fases antracológicas que se caracterizan por su alta diversidad taxonómica (Tabla 2, Fig. 8). La primera de ellas, CC.2. corresponde en gran parte al Neolítico IA. En estos momentos, el entorno de la Cova de les Cendres se caracteriza por un bosque típicamente mediterráneo, dominado por *Quercus* perennifolios y caducifolios, que ocuparía valles y vaguadas de suelos profundos. Estos estarían acompañados por un sotobosque compuesto por *Arbutus unedo*, *Pistacia terebinthus*, *Juniperus*, *Rhamnus/Phillyrea*, etc. Junto a ellos encontramos taxones heliófilos y termófilos como *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis*, *Ficus carica* o *Ephedra*, que ocuparían los cantiles de suelos pobres. En el registro antracológico también está representada la vegetación de ribera con *Fraxinus*, *Salix*, *Laurus nobilis*, *Tamarix* y *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (Fig. 9). Las condiciones ambientales serían de tipo termomediterráneo, con una temperatura media anual entre 17 °C y 18 °C. Las precipitaciones serían de tipo subhúmedo (600-1000 mm), con una estación seca en verano.

El registro carpológico del Neolítico antiguo muestra el desarrollo de una agricultura diversificada, que posiblemente sea el reflejo de un sistema de producción hortícola que pretende reducir los riesgos de malas cosechas (Tabla 3). Así, aunque durante el Neolítico IA el trigo desnudo (*Triticum aestivum/durum*) y la escanda menor (*Triticum dicocum*) (Fig. 10) son las dos especies más destacadas, otros cereales, como la cebada (*Hordeum vulgare*) y la escaña (*T. monococum*), están presentes, aunque con un papel minoritario. El cultivo de cereales va acompañado por el de leguminosas, entre las que destacan en el Neolítico IA los guisantes (*Pisum sativum*) y las lentejas (*Lens culinaris*), y en menor medida las habas (*Vicia faba*) y las guijas (*Lathyrus cicera/sativus*). La alimentación vegetal se vio posiblemente complementada con la recolección de frutos como las aceitunas o las bellotas.

El final del Neolítico IA y el Neolítico IB se engloban dentro de la fase antracológica CC.3. En estos momentos se observa un considerable descenso de los *Quercus* perennifolios y caducifolios, y una mayor presencia de

las especies heliófilas como el acebuche, el lentisco y el brezo. La presencia de *Rosmarinus officinalis* y *Lavandula* indican la existencia de zonas abiertas. *Salix* y *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* desaparecen del registro, probablemente porque los barrancos que surcaban el valle frente a la cueva fueron inundados por el mar. Las condiciones ambientales apenas varían con respecto a la fase anterior, por lo que los cambios en el diagrama podrían responder a cambios en los criterios de abastecimiento de leña o a un cambio en el entorno vegetal cuyas causas pueden ser naturales, humanas o combinadas. Las formaciones de *Olea europaea* var. *sylvestris* se ven potenciadas, ligadas a la actividad ganadera, colonizando zonas anteriormente ocupadas por *Quercus*, lo que favorece su explotación masiva como leña.

Estas dos primeras fases coinciden aproximadamente con la fase A del análisis polínico, la cual se caracteriza por los bajos porcentajes del polen arbóreo, pertenecientes mayoritariamente a *Pinus* (Fig. 11). Esto se interpreta como una fase seca o de estacionalidad muy marcada. Sin embargo, estos resultados contrastan con los del análisis antracológico, en el que *Quercus* tiene una presencia destacada.

Durante el Neolítico IB, la cebada desnuda (*Hordeum vulgare* var. *nudum*) se convierte en la especie cultivada más destacada, si bien *Triticum aestivum/durum* mantiene una presencia relevante. La cebada vestida (*Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*) y la escanda menor tienen un papel secundario. La presencia de leguminosas se limita a la lenteja y entre las especies silvestres destacan los restos de *Pistacia lentiscus*.

La fase antracológica CC.4 abarca las ocupaciones del Neolítico IC, IIA y IIB. En esta fase el registro está dominado por *Pinus halepensis* y *Olea europaea* var. *sylvestris*, en proporciones similares. Las quercíneas continúan su reducción progresiva iniciada en la fase anterior, así como la vegetación de ribera. La reducción de las especies más exigentes en humedad indica una reducción de la precipitación media anual, mientras que la progresión de los pinos refleja una pérdida paulatina de los suelos, el retroceso de la actividad agrícola, de manera que los pinos colonizan antiguos campos de cultivo, y/o la quema intencional del bosque para gene-

Tabla 3. Datos carpológicos en las distintas fases del Neolítico de la Cova de les Cendres (Buxó 1997)

Plantas cultivadas	IA	IB	IC	IIA	IIB	TOTAL
<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i>	23	21	12		3	59
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>	25	78	33		1	137
<i>Triticum aestivum-durum</i>	136	40	15	1	4	196
<i>Triticum aestivum-durum</i> t. <i>compactum</i>	2	4				6
<i>Triticum dicoccum</i>	139	9	5			153
<i>Triticum monococcum</i>	11		2			13
<i>Lathyrus cicera/sativus</i>	1					1
<i>Lens culinaris</i>	6	1				7
<i>Pisum sativum</i>	8					8
<i>Vicia ervilia</i>			1			1
<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i>	3					3
Plantas silvestres	IA	IB	IC	IIA	IIB	TOTAL
<i>Chamaerops humilis</i>	2					2
<i>Olea europaea</i> var. <i>oleaster</i>	2					2
<i>Pistacia lentiscus</i>		14	6		2	22
<i>Quercus</i>	2	1				3
<i>Rubus</i>			2			2
<i>Vicia/Pisum</i>	2					2
<i>Vicia</i>	2	1				3
Total	364	169	76	1	11	619

rar pastos. El impacto de la actividad humana en el entorno ya es un factor clave a tener en cuenta en los cambios en el paisaje.

En el caso del análisis polínico (Fig. 11), este período se divide en cuatro zonas diferentes (A, B, C y D). En la primera de ellas, que se situaría cronológicamente entre en 7000 y el 6000 años cal BP, destaca el desarrollo de las quercíneas, especialmente *Quercus* t. *faginea*, lo que puede interpretarse como el momento más húmedo de la secuencia. Ahora bien, este incremento contrasta con un descenso de sus restos antracológicos y el inicio de una fase de incremento del espectro antracológico de *Pinus halepensis*. Entre el 6600 y el 5450 años cal BP se desarrolla la zona C, la cual muestra la sustitución de *Quercus* por *Pinus*, presentando una evolución similar a la detectada en el registro antracológico. Finalmente, la zona D, que coincide aproximadamente con el Neolítico IIB, se caracteriza por un fuerte descenso de *Pinus*, evi-

denciando un paisaje más abierto, mientras se recupera el espectro de *Quercus*.

En el Neolítico IC, la cebada desnuda mantiene su predominio, con valores también destacados de los trigos desnudos, de la escanda menor y de la cebada vestida. La única leguminosa posiblemente cultivada es el yero (*Vicia ervilia*). Estas especies cultivadas vienen acompañadas por *Pistacia lentiscus*, *Rubus* y *Chamaerops humilis* (Fig. 10).

El final de la secuencia arqueológica de la Cova de les Cendres presenta ocupaciones del Horizonte Campaniforme de Transición y de la Edad del Bronce, las cuales se incluyen en la fase CC.5, pero son polínicamente estériles. En estos momentos se observa un fuerte desarrollo de las especies de matorral bajo: fabáceas, romero, brezo, jaras, etc., mientras que los taxones arbóreos alcanzan los porcentajes más reducidos

de la secuencia. Esta fase traduce, por tanto, un paisaje abierto, con pinares algo menos extensos que en fases precedentes y con los carrascales o coscojares fuera del área de captación de leña de los ocupantes de la Cova de les Cendres. La definitiva desaparición de especies de ribera indica un ombroclima seco, con una precipitación media anual que rondaría los 350-600 mm, y un régimen irregular de los barrancos. La fase CC5 es la culminación de siglos de deforestación en el área de la Punta de Moraira.

La completa secuencia arqueobotánica de la Cova de les Cendres permite reconstruir con gran precisión

el paisaje y las condiciones climáticas del entorno de la Punta de Moraira desde el Auriñaciense a la Edad del Bronce, así como la explotación de los recursos vegetales por parte de las sociedades cazadoras-recolectoras y agricultoras-ganaderas que frecuentaron la cavidad.

Más información

Dupré (1995), Buxó (1997), Badal (2009a,b), Badal & Martínez-Varea (2018), Martínez-Varea & Badal (2018), Martínez-Varea *et al.* (2019), Martínez-Varea (2020), Villaverde *et al.* (2019)



CHARCO DA CANDIEIRA

Guarda, Portugal

Tardiglacial – Holoceno (13890 años cal BP – Actualidad)

Charco da Candieira es una pequeña laguna circular de unos 100 m de diámetro, situada entre el altiplano de la Serra da Estrela y el Valle del Zêzere (centro-este de Portugal; 40° 20' 37" N, 07° 34' 40" O; 1400 m s.n.m.) en la cubeta de sobreexcavación glaciár de menor altitud de la sierra (Fig. 1). Hoy la laguna se encuentra prácticamente colmatada, alcanzando una profundidad máxima en invierno de medio metro y permaneciendo completamente seca en verano. La zona presenta un clima mediterráneo oceánico con un régimen de precipitaciones próximo a los 3000 mm anuales y temperaturas medias a lo largo del año comprendidas entre los 2,4 y los 17 °C. La superficie de la laguna está densamente cubierta de helófitos como *Ranunculus* subgen. *batrachium*, *Juncus heterophyllus* y *Antinoria agrostidea* subsp. *natans*. En el área húmeda marginal son abundantes especies como *Carex nigra*,

Juncus effusus y *Molinia coerulea*. En las inmediaciones de la laguna se desarrollan comunidades de pastizal abierto sobre suelos arenosos y pedregosos mientras que las laderas están cubiertas por brezales (*Erica arborea*, *E. australis*, *E. umbellata* y *Calluna*), retamas (*Genista* y *Cytisus*) y enebrales (*Juniperus communis*). Sólo en las laderas más inaccesibles y rocosas, orientadas al sur donde han permanecido protegidos del pastoreo y el fuego, se localizan unos pocos ejemplares dispersos de *Quercus pyrenaica*, *Ilex aquifolium* y *Taxus baccata*.

Los datos palinológicos (van der Knaap & van Leeuwen 1995, 1997) proceden de dos sondeos, situados a medio metro de distancia uno del otro, ambos llevados a cabo en agosto de 1985. En el trabajo de van der Knaap & van Leeuwen (1995) aparecieron los datos concernientes al registro holocénico (Fig. 4) y en el sub-



Figura 1. Pico de Las Torres en Serra da Estrela (Foto: Juan Antonio Jiménez Fernández)

Tabla 1. Dataciones por radiocarbono para la secuencia postglacial Charco da Candieira (van der Knaap & van Leeuwen 1995)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
GrN-19388	10-15	115 ± 30	150
GrN-19465	25-30	950 ± 55	870
GrN-18343	35-40	1410 ± 35	1340
GrN-15785	54-61	1415 ± 50	1340
GrN-16758	85-95	1650 ± 30	1570
GrN-19390	105-110	2170 ± 50	2200
GrN-16759	120-130	2525 ± 20	2640
GrN-19466	142.5-147.5	2640 ± 50	2780
GrN-16760	175-185	3325 ± 20	3550
GrN-19463	245-250	3985 ± 60	4450
GrN-16761	285-295	4305 ± 40	4890
GrN-16762	345-355	4605 ± 40	5370
GrN-19393	380-390	5100 ± 45	5840
GrN-15786	425-435	5730 ± 100	6540
GrN-19392	455-465	6185 ± 35	7090
GrN-19391	530-540	6630 ± 45	7520
GrN-19389	561-570	7005 ± 45	7850
GrN-16763	620-630	7790 ± 50	8560
GrN-15787	675-685	6990 ± 320	7860
GrN-19464	685-695	8445 ± 65	9450
GrN-16764	725-734.5	8660 ± 50	9630
GrN-16770	790-795	9390 ± 50	10620
GrN-16765	840-850	9450 ± 60	10750
GrN-16766	940-950	10190 ± 60	11880

Tabla 2. Dataciones por radiocarbono de la secuencia Charco da Candieira para el episodio tardiglacial (van der Knaap & van Leeuwen 1997). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 3.0.3c (Stuiver & Reimer 1993)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
UtC-4049	1013-1017	10040 ± 120	11385	Semillas + madera	AMS
GrN-16767	1040-1050	11100 ± 70	13015	Sedimento	Convencional
UtC-4050	1103-1107	11370 ± 70	13280	<i>Cytisus purgans</i> + ramitas de cf <i>Betula alba</i>	AMS
UtC-4051	1138-1142	12060 ± 100	14070	Ramitas de cf. <i>Betula alba</i>	AMS
GrN-16768	1154-1163	11730 ± 110	13675	Sedimento	Convencional
GrN-16769	1190-1201.5	11910 ± 160	13890	Sedimento	Convencional

siguiente de van der Knaap & van Leeuwen (1997) se publicaron los incluidos en una secuencia temporal que abarcó desde el Tardiglacial hasta el Holoceno inicial (Fig. 3). Esta secuencia muestra cambios palinológicos que denotan un parecido notable con las curvas $\delta^{18}\text{O}$ de testigos de hielo de Groenlandia, especialmente en el caso de *Quercus*, uno de los géneros dominantes en

la estratigrafía polínica. Esta correlación ha sido validada por las dataciones radiocarbónicas disponibles. En la figura 2 se muestra la integración de la curva polínica de *Quercus* en la curva $\delta^{18}\text{O}$ del testigo de hielo GISP2 junto con las fechas calibradas de radiocarbono. Al comienzo del interestadio Allerød la curva de *Quercus* se recupera, tras sobrevenir el período frío conocido

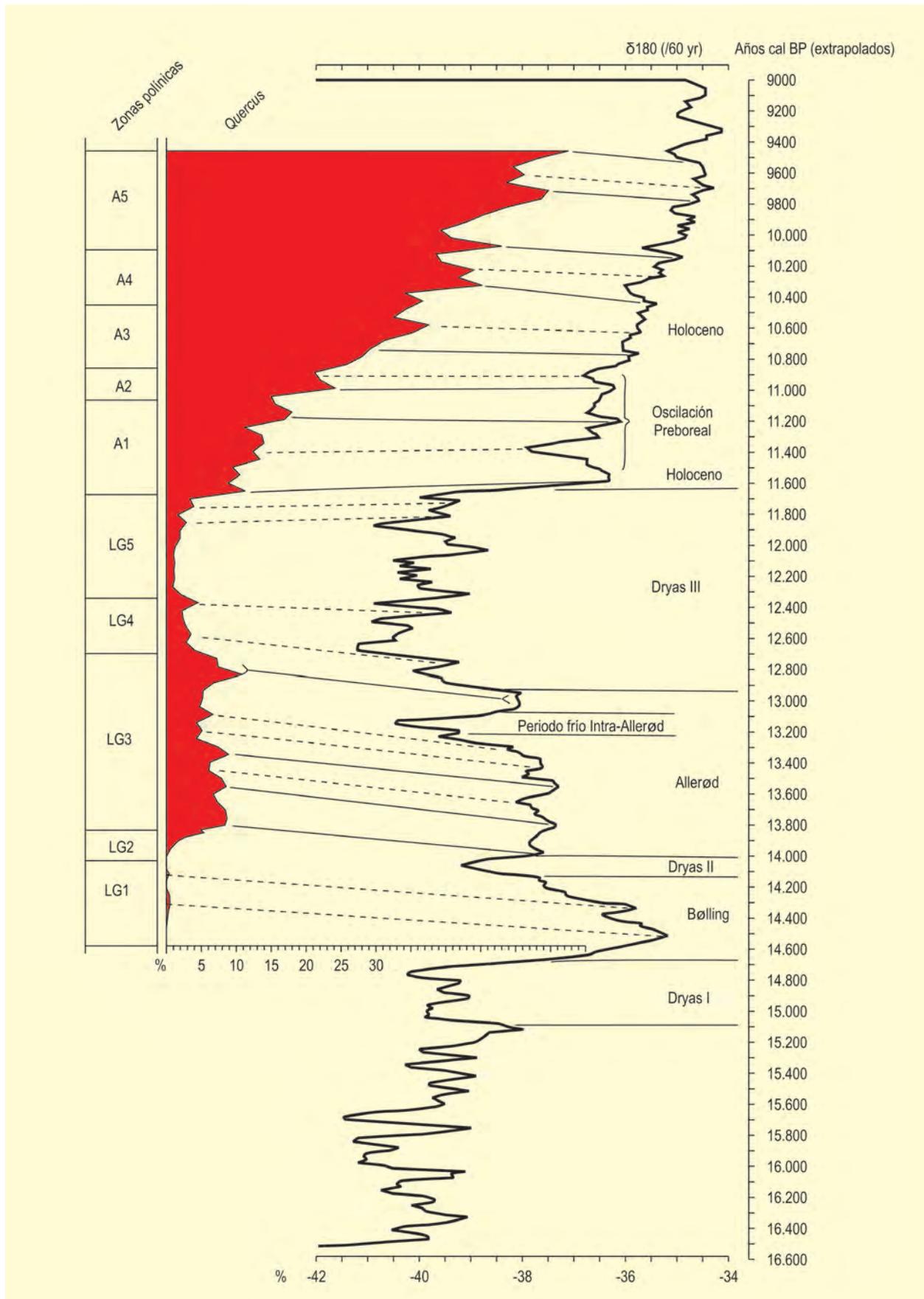


Figura 2. Correlación de la curva polínica de *Quercus* en Charco Da Candieira con la curva de $\delta^{18}O$ del testigo de hielo de Groenlandia GISP2 (Stuiver *et al.* 1995). Redibujado de van der Knaap & van Leeuwen 1997. Las cronozonas Bølling, Allerød, Dryas III y Holoceno han sido delimitadas de acuerdo con Stuiver *et al.* 1995 mientras que para la oscilación Preboreal se ha seguido Ammann & Lotter 1989

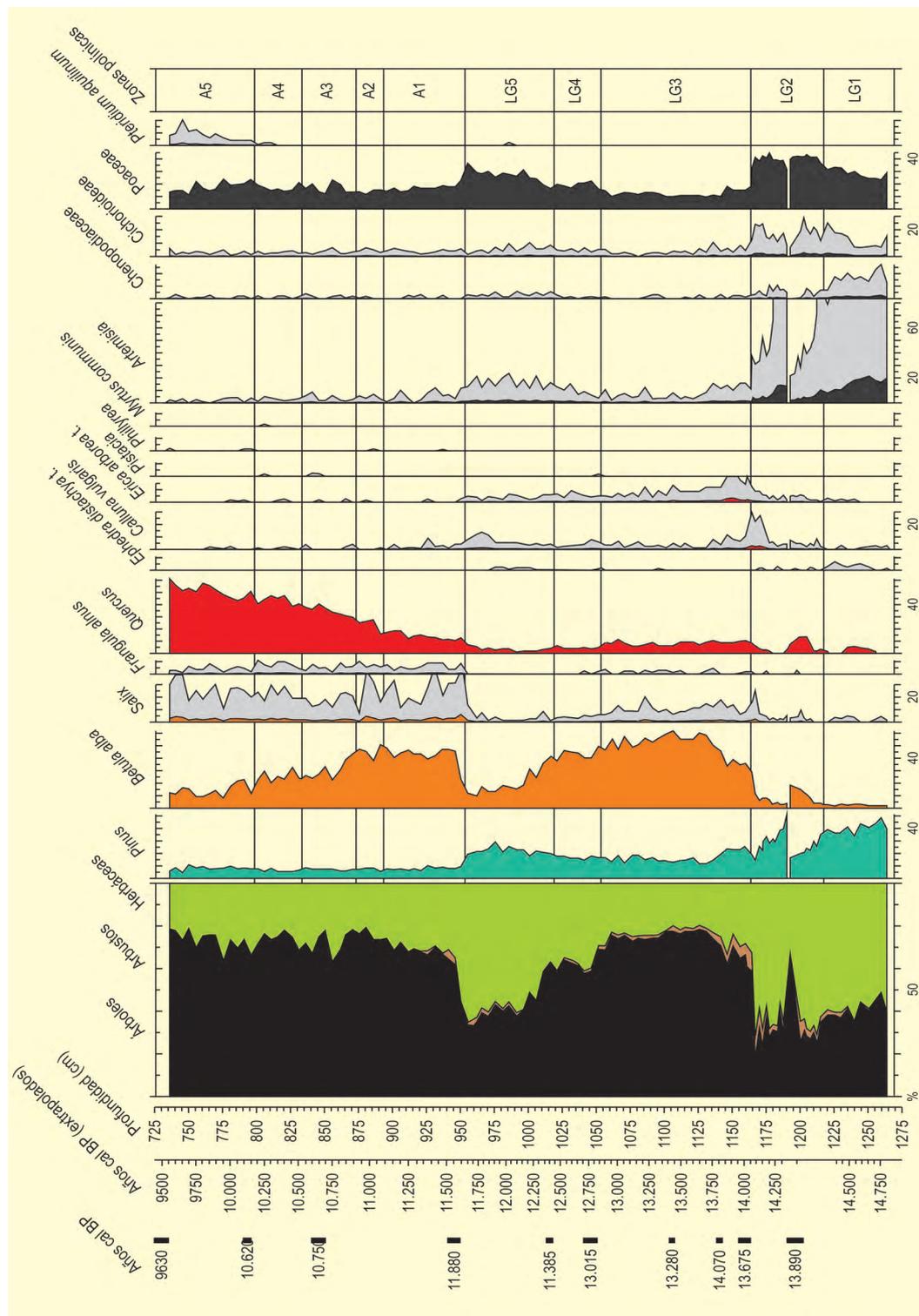


Figura 3. Diagrama polínico sintético de Charco da Candieira para la secuencia temporal Tardiglacial-Holoceno inicial. Redibujado de van der Knaap & van Leeuwen (1997)

como Dryas II. Con la llegada del Dryas reciente, tiene lugar una disminución de los valores de *Quercus*, sincrónicamente con un descenso en la lámina de agua de las lagunas de la Serra da Estrela.

Durante el Holoceno (Fig. 4) las condiciones climáticas vuelven a cambiar y es entonces cuando los

valores de *Quercus* aumentan de forma notable, alcanzando sus valores máximos en torno a 9630 años cal BP. Este aumento se ha interpretado tanto como por una expansión arbórea mediada por ascenso altitudinal como por un incremento en la producción de polen (van der Knaap & van Leeuwen 1997). A partir de esta fecha y hasta la subzona polínica D6 (c.

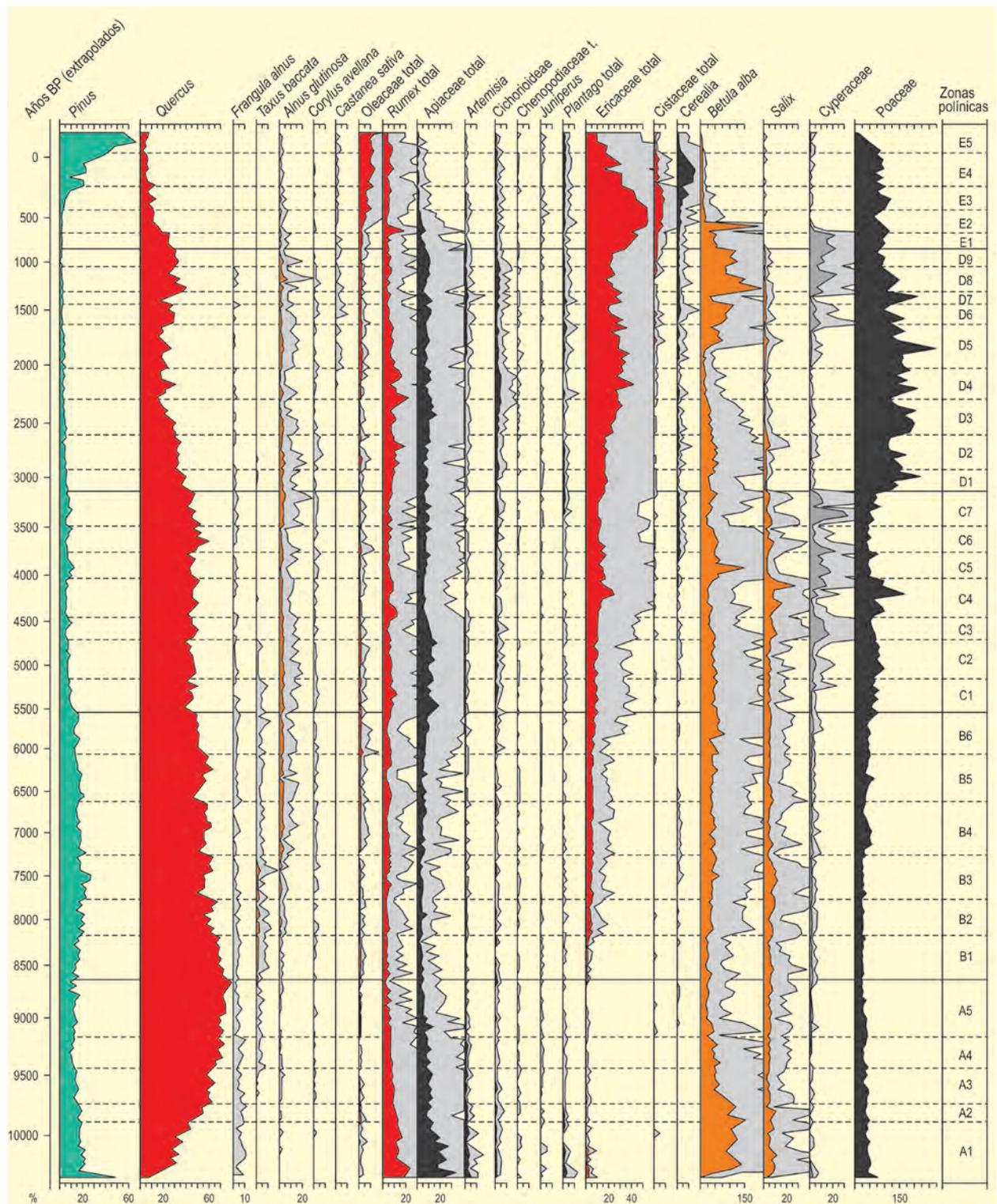


Figura 4. Diagrama polínico de taxones seleccionados de la secuencia holocena de Charco da Candieira (Serra da Estrela, Portugal). Redibujado de van der Knaap & van Leeuwen (1995)

1700 años BP) (Fig. 4), tiene lugar una progresiva disminución de *Quercus* y se observan frecuentes fluctuaciones en sus porcentajes de amplitud moderada, sin embargo, no es hasta hace unos 950 años cuando se produce un drástico descenso en sus valores, coin-

ciendo con aumentos en las curvas de *Cerealia* y de oleáceas.

En Charco da Candieira, al igual que en otros de los depósitos lacustres estudiados en la Serra da Estrela,

como Lagoa Comprida, Lagoa Clarezza, Lagoa das Salgadeiras, Charca dos Cões, Chafariz do Rei, Covao do Boieiro o Lagoa do Peixão, se observa como el pino, principal protagonista durante el Tardiglacial, reduce su área de extensión repentinamente durante el Holoceno, quedando eclipsado por las quercíneas. Sólo los altos porcentajes de *Pinus*, observados durante las últimas centurias en Charco da Candieira, escapan a esta tendencia general, pero no obedecen a mecanismos naturales sino que son resultado de recientes repoblaciones forestales (van der Knaap & van Leeuwen 1995).

La subida abrupta de los porcentajes polínicos de *Quercus* (probablemente *Quercus pyrenaica*) al comienzo del Holoceno, viene acompañada de un pronunciado aumento en los valores de *Betula alba*, *Salix*, *Frangula alnus* y *Sorbus aucuparia* (Fig. 3). En fecha posterior, en torno a 9520 años BP, se observa la segunda aparición de *Pteridium aquilinum*, cuya presencia ya fue detectada en torno a 12000 años cal BP, durante el Dryas reciente, pero con porcentajes mucho más reducidos (Figs. 3 y 4).

A lo largo de toda la secuencia, los valores de gramíneas son relativamente altos y superan con creces a los de las compuestas y se hacen especialmente elevados a partir de la zona polínica D1 (c. 3220 años BP), coincidiendo con un aumento de ericáceas (Fig. 4). Éstas

últimas, sin embargo, no alcanzarán sus máximos hasta el último milenio, cuando la Serra da Estrela alcanza un alto grado de deforestación quedando cubierta, fundamentalmente, por un matorral de cistáceas y brezales. Es durante este último milenio cuando desaparece *Frangula alnus*, mientras que la presencia de *Corylus avellana* y *Salix* se hace discontinua. *Betula alba* reduce significativamente su presencia en los alrededores.

La influencia antrópica a través de la agricultura se hace notar ya desde el Holoceno medio, donde puede apreciarse una curva continua de Cerealia, aunque su primera aparición tiene lugar sobre 9000 años BP. Otro de los indicadores de agricultura que podemos encontrar en esta secuencia, además del olivo, es el castaño, a partir de 2370 años BP (Fig. 4).

Todas las secuencias mencionadas anteriormente y pertenecientes a la Serra da Estrela coinciden en rasgos generales con la secuencia descrita, mostrando únicamente pequeñas diferencias debidas a la altitud y a ciertas particularidades locales, siendo Charco da Candieira la de mayor resolución y mejor control cronológico.

Más información

Van der Knaap & van Leeuwen (1995, 1997)



CHUFÍN

Cornisa Cantábrica, Rionansa, Cantabria
Pleistoceno superior (~ 21000 años cal BP)

La cueva de Chufín, o del Moro Chufín, se localiza en el barranco cántabro del río Lama-són, cerca de su confluencia con el río Nansa (43° 17' 33" N, 04° 27' 36" O; ~130 m s.n.m.). Dicho barranco está formado por paredes escarpadas en roca caliza que confieren a la cueva un emplazamiento bastante resguardado. La cueva se sitúa a 150 metros sobre el nivel del mar y a unos 16 km de la línea de costa, en el término municipal de Rionansa.

Actualmente el entorno está muy modificado por la construcción del embalse de la Palombera, que represa al río Nansa y ha generado un lago artificial en el interior de la cueva (Fig. 1). El clima actual de la zona es oceánico templado y el paisaje vegetal está densamente arbolado, caracterizado por un bosque atlántico caducifolio, principalmente de haya y roble. También están presentes el encinar cántabro y el tejo, que es la conífera más emblemática de Cantabria.

La cueva tiene una larga historia de ocupaciones humanas que han ido dejando, a su paso por la misma, restos de pinturas rupestres que hacen que en la actualidad reciba visitas turísticas a lo largo de todo el año. En 2008, junto con otros 16 yacimientos arqueológicos, fue declarada por la UNESCO Patrimonio Mundial, como parte del Arte Rupestre Paleolítico de la Cornisa Cantábrica.

El registro polínico de la cueva de Chufín (Fig. 2) muestra en general un paisaje bastante arbolado. La cronología de esta secuencia polínica está basada únicamente en una datación de radiocarbono publicada por primera vez por Boyer-Klein (1984), y que sitúa el registro en torno a 21000 años cal BP. El índice arbóreo, que supera el 50 % del total, está dominado por especies como *Corylus*, *Betula* y *Pinus*, lo que sugiere un clima bastante húmedo. Estas condiciones se ven confirmadas localmente por el porcentaje de *Alnus* que ronda el 20% y un índice de esporas filicales del 950%



Figura 1. Camino de acceso a Cueva Chufín (Foto: A. Gómez Valera)

(fuera del total). El bosque mixto de *Quercus* se sitúa en torno al 5%. La parte superior del diagrama polínico muestra un incremento considerable de Cichorioideae, en detrimento de los taxones arbóreos, que sufren una inflexión en sus porcentajes, en particular *Quercus*, que llega a desaparecer.

El paisaje vegetal descrito en el entorno de la cueva coincide con una ocupación de la misma que dejó restos tanto de industria lítica como de arte parietal, según los cuales se puede adjudicar la ocupación humana de la cueva a la cultura del Solutrense superior.

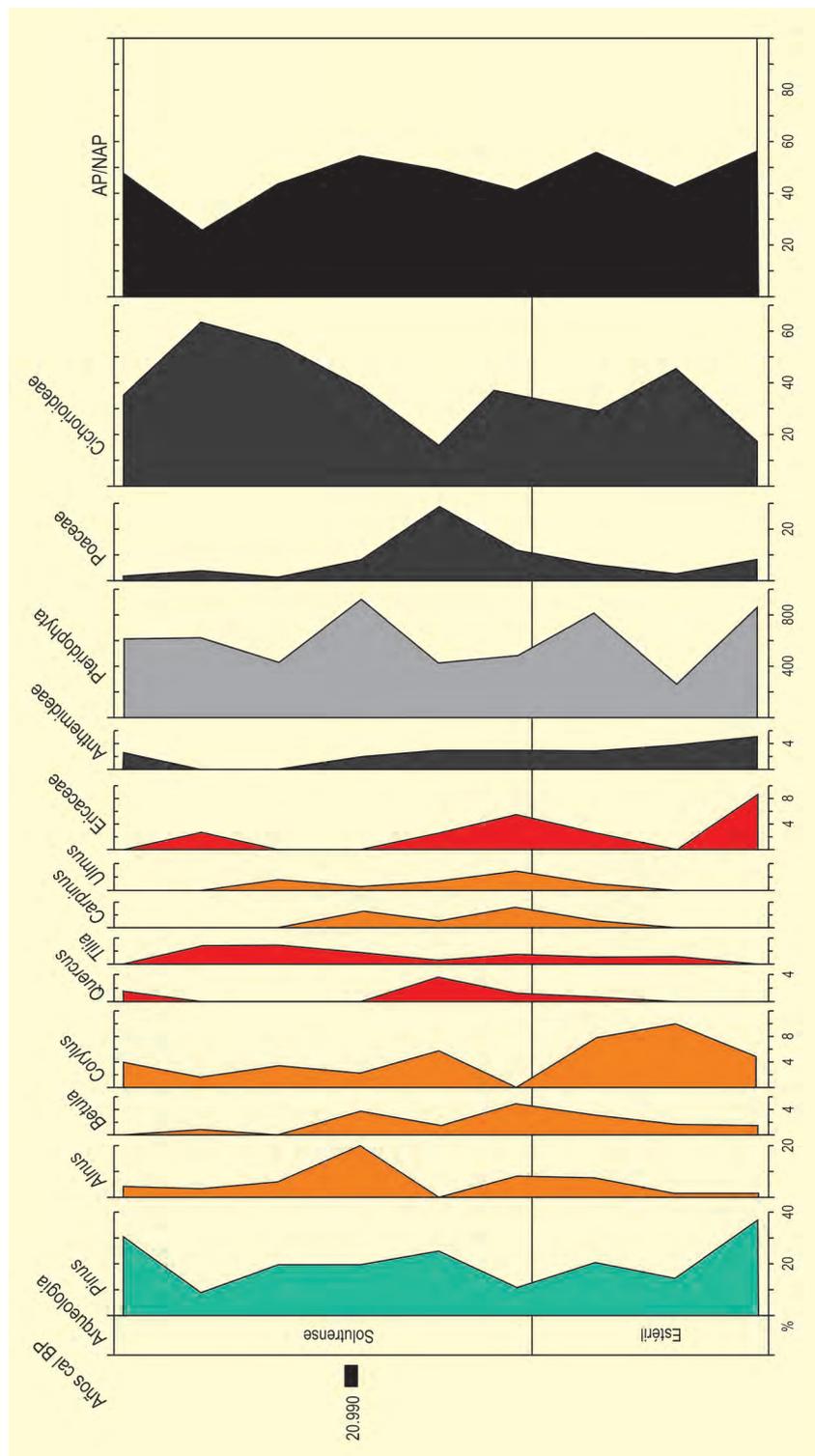


Figura 2. Diagrama polínico de Chufín. Redibujado de Boyer-Klein (1980)

De este modo, según Boyer-Klein (1984), la ocupación de la cueva corresponde con un calentamiento climático importante que se refleja en la vegetación y que, según la datación comentada anteriormente (21000 años cal BP), coincidiría con el entonces denominado interestadio de Lascaux. El carácter marcadamente templado y húmedo de la vegetación registrada

en la cueva de Chufín coincidía con el de la vegetación registrada en el estudio polínico realizado en la cueva de Lascaux, en el interior de Francia (17190 años BP) y que en su momento dio nombre a este interestadio.

Más información
Boyer-Klein (1984)



CINGLERA DEL CAPELLÓ

Anoia, Capellades, Barcelona
Pleistoceno superior – Holoceno (110000-10000 años BP)

La Cinglera del Capelló ($41^{\circ} 31' 57''$ N, $1^{\circ} 41' 18''$ E, 300 m s.n.m.) es un acantilado de aproximadamente 1 km de longitud localizado en el margen derecho del río Anoia, sobre el que se sitúa el pueblo de Capellades, a 50 km al oeste de Barcelona. Este acantilado se caracteriza por la presencia de numerosos abrigos que contienen depósitos prehistóricos (Fig. 1). Las cavidades que han aportado registros paleobotánicos son Abric Romaní (Figs. 2 y 3), Balma dels Pinyons, Abric Agut (Fig. 5) y Balma de la Costa de Can Manel. El Abric Romaní, Balma dels Pinyons y Abric Agut fueron excavados parcialmente por Amador Romaní a principios del siglo

XX y se han continuado las intervenciones hasta la actualidad. Can Manel es fruto de prospecciones actuales y se ha excavado recientemente.

En la actualidad el área que rodea a la Cinglera muestra un paisaje urbanizado. El abandono de las terrazas de cultivo y los incendios forestales facilitan la extensión de pinares de *Pinus halepensis*, con matorrales de romero y brezos. En las zonas orientadas hacia el oeste y noroeste la influencia de temperaturas más bajas permiten el desarrollo de *Buxus sempervirens* y *Pinus nigra*.



Figura 1. Vista de la Cinglera del Capelló (Foto: E. Allué)



Figura 2. Vista general de la superficie de excavación del Abric Romaní en la que se observan los hogares (Foto: E. Allué)



Figura 3. Abric Romaní entre 1905-1910 (Bastrolí *et al.* 1995) y el mismo yacimiento en la campaña de excavación de 2008 (Foto: F. Burjachs)

Tabla 1. Dataciones de ^{14}C AMS del Abric Romaní. Calibración según Stuiver *et al.* (2003)

Ref. Lab	Nivel	Años BP	Años cal .BP	Material
AA-7395	A	37.290 ±990	43.610-41.250	carbón
AA-8037A	A	35.400 ±810	42.690-38.810	carbón
AA-8037B	A	37.900 ±1000	44.180-41.500	carbón
NZA-1817	A	28.440 ±650	35.330-31.010	carbón
NZA-1818	A	23.160 ±490	29.030-26.870	carbón
NZA-2312	B	43.500 ±1200	49.630-44.150	carbón
AA-7396	B	29.230 ±530	35.760-32.680	carbón
NZA-2313	D	40.680 ±940	46.000-42.720	carbón
NZA-2314	E	43.200 ±1100	49.190-44.070	carbón
NZA-2315	H	44.500 ±1200	50.570-44.770	carbón
NZA-3138	H	44.140 ±5930	59.120-37.840	carbón
NZA-2316	J	47.100 ±2100	55.910-45.350	carbón

Tabla 2. Dataciones de U/Th de muestras de travertino del Abric Romaní. ^a Edad media de varias dataciones. ^b Dataciones inéditas

Ref. Lab.	Prof. (cm)	U ppm	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	Cal. BP (ka)	Arqueología
87-88	30	0,98	26	40,8 ±1,3 ^a	por encima nivel A
87-36f	-10	1,24	7	39,4 ±1,5	
87-35f	-20	1,30	11	42,9 ±1,6	
87-44	-30	0,76	8,5	39,1 ±1,5	
90-AR4	-50			41,8 ±0,8 ^a	
90-AR3	-70			42,7 ±1,3 ^a	por debajo nivel A
87-37f	-60	1,99	25	43,8 ±1,5	por debajo nivel B
87-52	-110	0,73	9	43,4 ±1,5	
87-32f	-120	0,88	21	48,1 ±3	
87-107	-120	0,60	19	43,1 ±1,5	
86-33f	-100	0,71	24	44,0 ±1,3	
86-35f	-100	0,65	35	42,4 ±7,5	por debajo nivel C
87-41f	-150	0,69	52	44,2 ±1,5	
87-133	-150	0,33	>1000	44,6 ±1,5	
87-126	-180	1,01	11	44,9 ±2,5	por encima nivel E ^b
03-64	-200	1,00	18	38,1 ±0,9	
02-18	-200	0,88	53	36,4 ±1,4	por encima nivel H ^b
02-22	-290	0,74	15	49,0 ±1,5	
03-65	-290	0,58	16	46,5 ±1,1	por encima nivel I
87-55	-340	0,75	20	45,1 ±3,1	por encima nivel I ^b
02-21	-340	0,86	26	48,3 ±1,5	por debajo nivel I
87-54	-360	0,92	70	45,3 ±1,5	
87-129	-360	0,79	105	47,7 ±1,6	
87-66	-360			48,6 ±2,3	
87-64	-360			46,9 ±2,6	
87-56	-360			46,3 ±2,4	
87-60	-380			49,2 ±3,3	

Tabla 2. Continuación

Ref. Lab.	Prof. (cm)	U ppm	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	Cal. BP (ka)	Arqueología	
87-123	-370	0,96	86	48,0 ±1,6	por debajo nivel I	
87-59	-380			47,4 ±2,5		
87-57	-390			49,3 ±2,7		
87-61	-480	0,55	>1000	49,3 ±1,6	por encima nivel J	
87-58	-490			49,2 ±2,9		
02-19	-500	0,80	34	46,6 ±1,7	por encima nivel J ^b	
87-3	520	1,82	>1000	50,0 ±1,6	por debajo nivel J	
87-16	-520	1,80	>1000	50,8 ±0,8		
02-24	-600	0,45	13	50,0 ±2,2	por encima nivel K ^b	
07-19	-600	0,68	>1000	51,6 ±0,3	por encima nivel L	
86-58f	-650	2,00	>1000	52,0 ±1,26		
87-10f	-650	1,84	>1000	53,0 ±0,8		
87-128	-650	1,00	>1000	51,9 ±1,6		
87-4f	-685	0,65	>1000	52,2 ±1,6		
02-20	-700	0,77	146	50,6 ±2,0	por encima nivel L ^b	
02-23	-800	0,98	79	51,8 ±1,4	por encima nivel M ^b	
03-67	-800	0,64	164	61,7 ±2,2	por encima nivel N	
87-17f	-820	1,34	27,5	54,9 ±1,7		
87-5f	-820	1,22	27	54,1 ±1,6		
02-17	-850	0,82	50	55,8 ±2,3	por encima nivel N ^b	
07-9	-950	0,71	330	54,6 ±0,4	por encima nivel O ^b	
07-10	-980	0,76	149	54,24 ±0,42	por encima nivel P ^b	
86-65f	-1010	1,56	13	55,0 ±2,6	pozo sondeo	
87-131	-1010	0,80	30	53,4 ±1,6		
87-129	-1155	0,92	29,5	54,5 ±1,7		
87-11f	-1155	1,46	26	55,5 ±1,7		
86-57f	-1155	1,60	32	60,6 ±1,7		
86-51f	-1180	1,93	40	57,2 ±0,8		
87-12f	-1180	1,79	29	59,6 ±1,7		
87-130	-1180	0,97	27,5	59,0 ±1,7		
86-67f	-1240	1,73	23	63,2 ±0,9		
87-132	-1240	0,91	43	59,0 ±1,7		
86-63f	-1240	1,75	14	60,1 ±1,8		
87-62	-1240	0,93	15	58,0 ± 2,6		
87-63	-1240	0,89	16	59,6 ±2,6		
93-12	-1425	0,85	8	60,0 ±2,0		pozo sondeo ^b
93-13	-1480	0,65	20	57,0 ±2,0		
93-14	-1580	1,10	121	61,0 ±2,0		
93-15	-1640	0,98	18	70,0 ±2,0		

Tabla 3. Edad isotópica U/Th del sondeo 2010 del Abric Romaní. Las edades se corrigieron para el ^{230}Th inicial asumiendo que el ^{232}Th medido refleja detriticos con $(^{232}\text{Th}/^{238}\text{U})_{\text{act}} = 1,21 \pm 0,5$, $(^{230}\text{Th} / ^{238}\text{U})_{\text{act}} = 1,0 \pm 0,1$ y $(^{234}\text{U}/^{238}\text{U})_{\text{act}} = 1,0 \pm 0,1$ (Biltekin *et al.* 2019)

Muestra	Prof. (m)	Años BP (Edad U/Th sin corregir)	Años BP (Edad U/Th corregida)
Abric-Na	-1,20	54908 ±0,067	54798 ±0,086
Abric-Nb	-1,20	55079 ±0,065	55033 ±0,069
Abric-1a	4,39	57850 ±0,210	57530 ±0,270
Abric-1b	4,39	58019 ±0,077	57470 ±0,290
Abric-1c	4,39	57808 ±0,094	57380 ±0,240
Abric-2	5,56	68470 ±0,120	68330 ±0,150
Abric-3	7,79	69556 ±0,097	69450 ±0,120
Abric-4a	8,59	73780 ±0,140	73680 ±0,150
Abric-4b	8,59	73190 ±0,100	73040 ±0,130
Abric-4c	8,59	73560 ±0,120	73390 ±0,150
Abric-5a	12,42	69330 ±0,140	69260 ±0,150
Abric-5b	12,42	69144 ±0,094	69070 ±0,100
Abric-5c	12,42	72176 ±0,098	72080 ±0,110
Abric-6	13,42	73240 ±0,120	73120 ±0,140
Abric-7	17,65	103420 ±0,190	102300 ±1,200
Abric-8	18,29	104870 ±0,200	102000 ±3,100
Abric-11	26,06	108440 ±0,270	107740 ±0,870
Abric-12a	28,40	109940 ±0,270	109840 ±0,280
Abric-12b	28,40	112150 ±0,440	112050 ±0,450
Abric-12c	28,40	109070 ±0,170	108920 ±0,230

El Abric Romaní alberga niveles arqueológicos del Paleolítico medio en una extensión de 300 m². De manera que entre al menos hace 70000 y 40000 años se suceden niveles de ocupación, en donde el Neandertal dejó sus restos culinarios, herramientas de piedra y hogares. Entre estos niveles arqueológicos, se suceden estratos de travertino que protegieron los materiales arqueológicos y que contienen negativos de leña y objetos de madera.

Los primeros resultados palinológicos para este yacimiento se deben a dos trabajos de investigación realizados por Meter (1978) y Deguillaume (1987), con muestras extraídas de secciones excavadas con anterioridad a los trabajos del equipo actual, que lo excava desde 1989. A partir de este momento se ejecuta un muestreo a lo largo de toda la estratigrafía que publica Burjachs & Julià (1994). Posteriormente, en mayo de 2010 se practicó un sondeo mecánico desde la superficie del nivel arqueológico 'P', que alcanzó los 29,20 m

de profundidad por debajo de este nivel arqueológico que se excavaba en 2010.

En estas secuencias polínicas (Figs. 4 y 6) se puede observar la evolución de la vegetación durante unos 70000 años en el seno de la última glaciación y parte del último interglacial (~110-40 ka). La base del diagrama (Fig. 4) muestra las fluctuaciones climáticas y de vegetación del último interglacial entre MIS 5d y MIS 5a. El componente mediterráneo de esta época térmicamente positiva está representado por los taxones *Quercus*, *Olea*, *Pistacia*, *Coriaria* y *Viburnum*, aunque con porcentajes importantes de *Pinus*. Durante el MIS 5a se observa un retroceso de *Viburnum* a favor de *Corylus* y *Carpinus*. Más tarde, con el inicio de la fase estadal MIS 4 retroceden los taxones termo/mesófilos a favor de los estépico, principalmente *Artemisia* y *Ephedra* del tipo *distachya*, así como Asteraceae y Poaceae. Cabe remarcar que a pesar de atravesarse períodos fríos (MIS 4, zonas 1 y

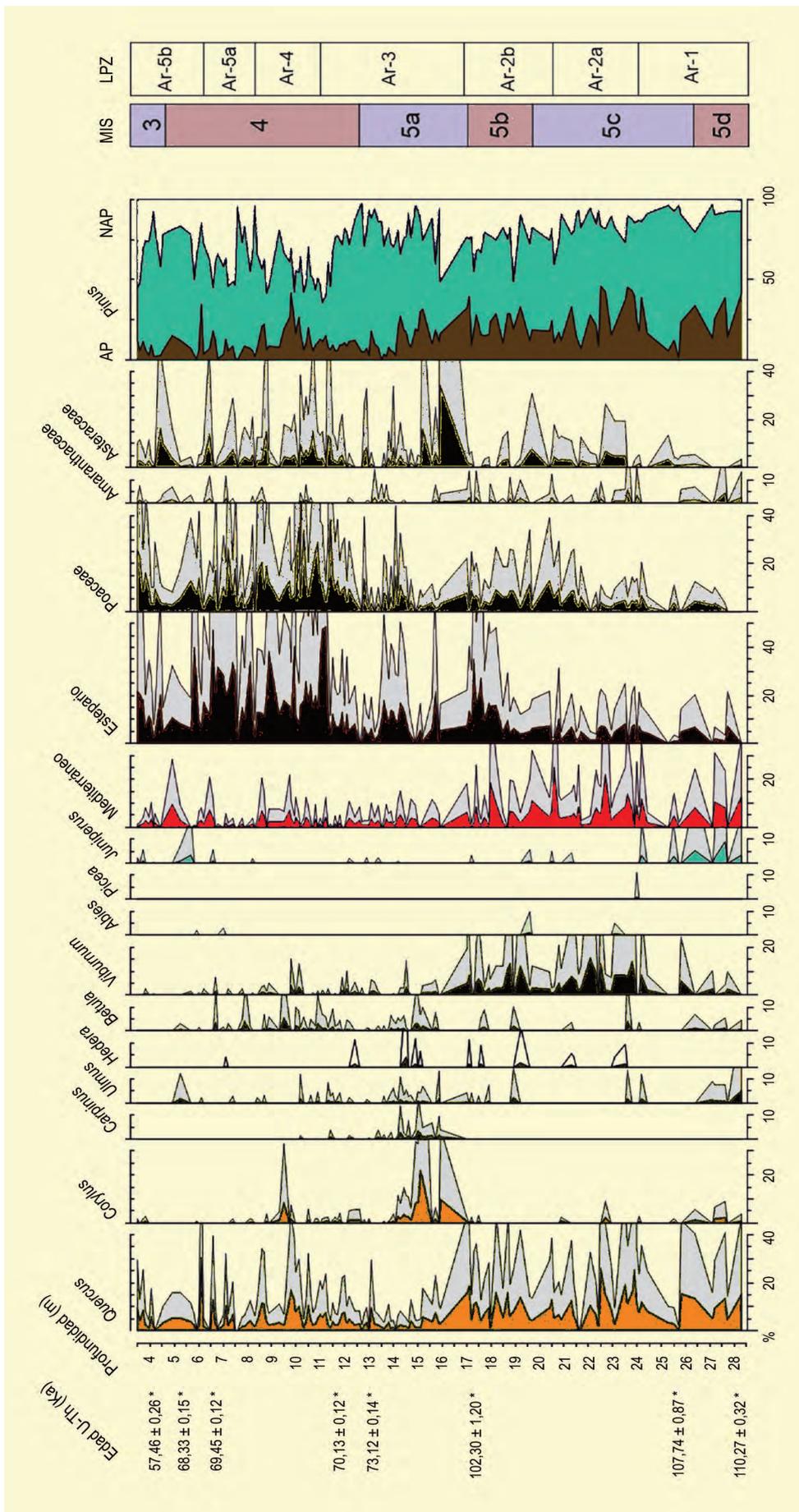


Figura 4. Diagrama polínico del Abric Romani, según secuencia del sondeo 2010 (Biltekin et al. 2019)



Figura 5. Vista del Abric Agut y detalle de campaña de excavación (Foto: F. Burjachs)

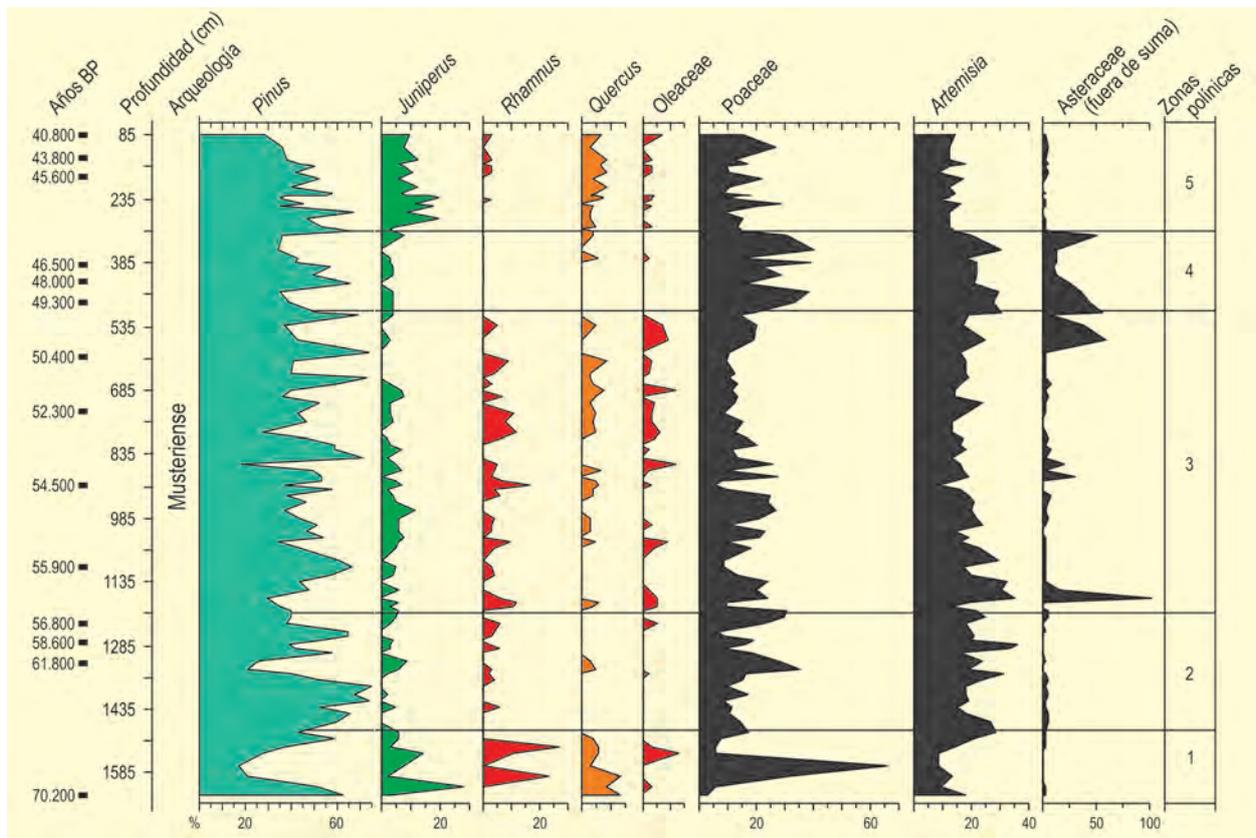


Figura 6. Diagrama polínico de Abric Romani. Redibujado de Burjachs & Julià (1994)

2; Fig. 5) o interestadiales (MIS 3, zonas 3, 4 y 5), la vegetación sugiere que el clima para esta región del noroeste peninsular no fue tan riguroso como en las zonas no mediterráneas, más septentrionales, de Europa. En general la vegetación está dominada por bosques de *Pinus cf. sylvestris*, que habrían descendido de las montañas y que se yuxtaponen a especies mediterráneas (*Quercus*, *Rhamnus*, *Pinus cf. halepensis*, Oleaceae), las cuales habrían encontrado refugio en estas montañas prelitorales.

Más en detalle, la zona polínica 1 (Fig. 5) corresponde a finales del MIS 5 / inicios del MIS 4, que se caracteriza por especies mesófilas y mediterráneas, con porcentajes de gramíneas superiores a los de *Artemisia*. La zona 2 (MIS 4) supondría un avance del frío, con re-

ducción a la mínima expresión, pero sin que lleguen a desaparecer los taxones mesotermófilos y los pinares. En la zona 3 o inicios del MIS 3, tienen lugar cambios rápidos y abruptos de la vegetación, con expansiones y retracciones de las formaciones leñosas de angiospermas en una pauta de cambio de unos 1500 años (eventos Dansgaard-Oeschger). La zona 4 sigue caracterizándose por los pinares, aunque el paisaje se abre con prados y estepas de gramíneas y asteráceas, incluyendo *Artemisia*. Finalmente, la zona 5 presenta connotaciones semitempladas y húmedas, con un modelo transicional de frío a templado parecido al de inicios del Holoceno (Burjachs & Julià 1996). Cabe destacar en estos análisis la determinación de la oleácea *Syringa* (lilo), que de momento es la única cita para el Cuaternario peninsular, hecho que hay que tomar con cautela.

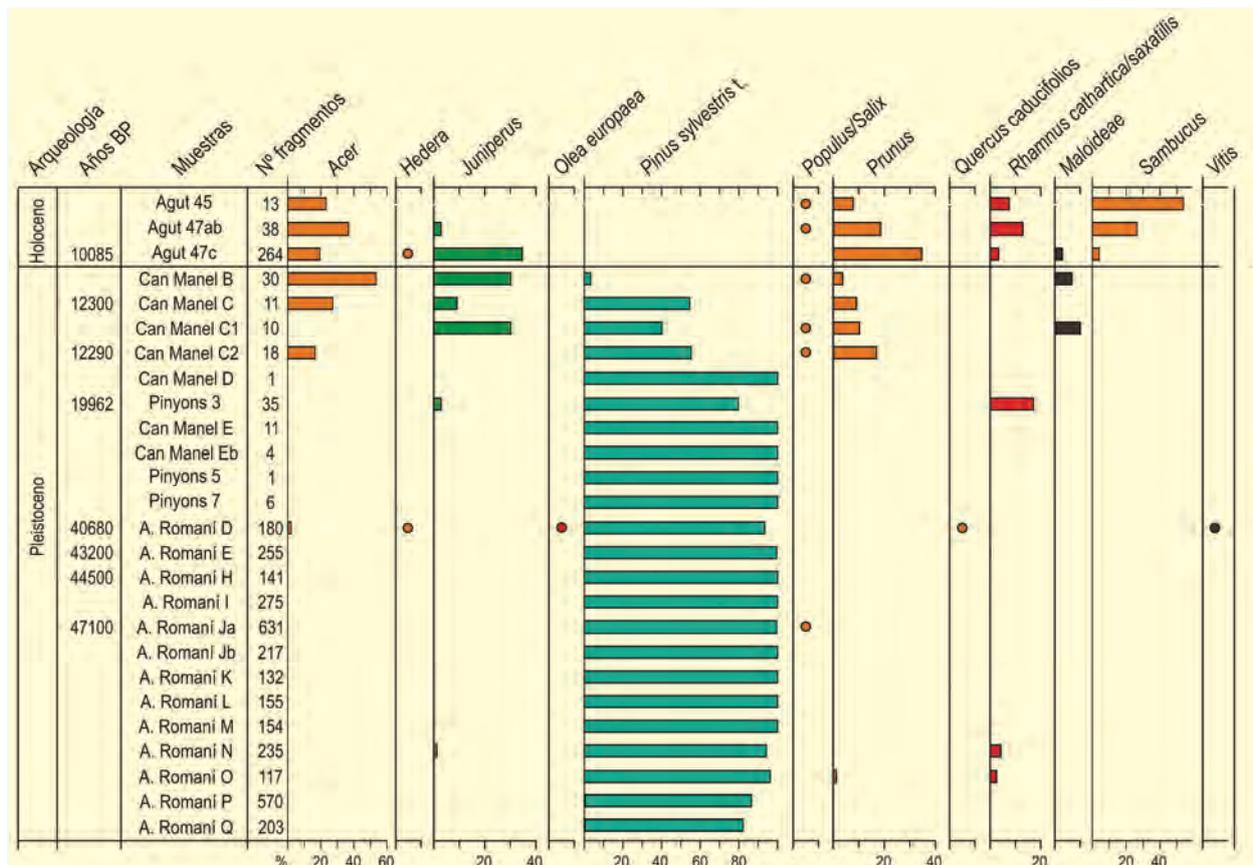


Figura 7. Diagrama antracológico de varios yacimientos de la Cinglera del Capelló (Abric Agut, A. Romani, Can Manel y Pinyons). Redibujado de Vaquero et al. (2013)

Tabla 4. Dataciones de Balma dels Pinyons por ^{14}C (la calibración 2σ se ha efectuado usando IntCal09, según Reimer *et al.* 2009), de OSL y TL (la dosis acumulada y la anual han sido determinadas según las técnicas estándar), así como por las series de Uranio (U/Th) a través de la espectrometría alfa (Vaquero *et al.* 2013)

Ref. Lab.	UE	Años cal. BP	Método	Material
00-259	1	8800 ± 600	U/Th	travertino
00-258	1	9000 ± 2000	U/Th	travertino
MAD- 4600R.SDA	3	19962 ± 1402	OSL	arena
MAD- 4599BIN	4	23702 ± 1591	TL	arena quemada
00-257	5	32800 ± 1000	U/Th	travertino
OxA-11249	6	42465 ± 500	^{14}C	carbón vegetal
02-15	7	48100 ± 1300	U/Th	travertino
02-16	7	52700 ± 1900	U/Th	travertino

En el antracoanálisis de Abric Romaní, todos los niveles estudiados muestran como taxón dominante *Pinus t. sylvestris* (Fig. 7). A pesar del condicionante antrópico que puede haber determinado una selección de la leña y en consecuencia la mono-especificidad del conjunto, parece evidente, teniendo en cuenta los datos polínicos, que existe de forma continua un pinar de pino albar con un sotobosque muy aclarado sin presentar una gran diversidad taxonómica. Los únicos cambios se ven reflejados en el nivel O, que presenta junto al pino otros taxones como *Prunus* y *Juniperus* y el nivel D, en el que se identifican algunos fragmentos de carbón de especies mesófilas como *Acer*, *Quercus* caducifolios y otras angiospermas indeterminables, que podría reflejar un cambio debido a las condiciones climáticas más favorables.

La Balma dels Pinyons cubre un periodo comprendido entre 52700 y 8800 años cal BP (Tabla 4). Los datos polínicos muestran una clara diferencia entre el Pleistoceno superior (MIS 3-MIS 2) y el Holoceno (MIS 1). El paisaje del Pleistoceno estaba dominado por bosques de pinos, junto a pastizales de Poaceae, *Artemisia*, *Asteraceae* y *Amaranthaceae*, que representan condiciones frías (Fig. 8). Al mismo tiempo se observan refugios microclimáticos para taxones méxicos (*Quercus* caducifolios, *Fagus*, *Fraxinus*, *Corylus*, *Alnus*, *Salix*) y mediterráneos (*Quercus* perennifolios, *Olea*, *Cistus*). Cabe resaltar la presencia de *Abies* en la base del diagrama. Más en detalle, la UE 6 (zona polínica B1a1, Vaquero *et al.* 2013) muestra un paisaje frío de pinares semiabiertos (cf. *Pinus sylvestris*) que permiten la proliferación de

praderas estacionales de poáceas y asteráceas. Luego, durante la UE 5, las condiciones fueron más meso-termófilas, como lo demuestra la presencia de *Quercus* caducifolios. Después, en las UE 3 y 4 (zona polínica B1a2), la cobertura arbórea se reduce, incluso a nivel de coníferas, y hay una importante presencia de *Betula*. El inicio del Holoceno (UE 1) corresponde a la expansión de los taxones meso-termófilos (*Quercus*, *Juglans*, *Ilex*, *Corylus*), con una importante diversidad arbustiva (*Erica*, *Buxus*, *Coriaria*, *Cistus*, *Phillyrea*, *Vitis*) y una disminución de los pinares (zona polínica B2). Los datos antracológicos de este conjunto, no muy bien conservados, han proporcionado varios taxones como el tipo *Pinus sylvestris* y *Rhamnus cathartica/saxatilis* (Fig. 8).

La secuencia antracológica de Can Manel, con 8 niveles arqueológicos estudiados, nos ofrece pocos restos (Fig. 7). En todos los niveles continúa evidenciándose la presencia de *Pinus sylvestris*, sin embargo, encontramos en los niveles B, C, C1 y C2 la presencia de otros taxones como *Acer*, *Juniperus*, *Maloideae* y *Salix/Populus* que reflejan la existencia de momentos de clima más favorable provocando el desarrollo de formaciones vegetales pioneras.

Finalmente, el Abric Agut contempla la transición del Pleistoceno al Holoceno (Tablas 5 y 6). Así, en la parte inferior del diagrama polínico se observan cambios rápidos de vegetación que podrían ser correlativos de las tres fases últimas del complejo interstadial Bölling-Alleröd, cuando la vegetación arbórea representada esencialmente por coníferas (*Pinus* y *Juniperus*)

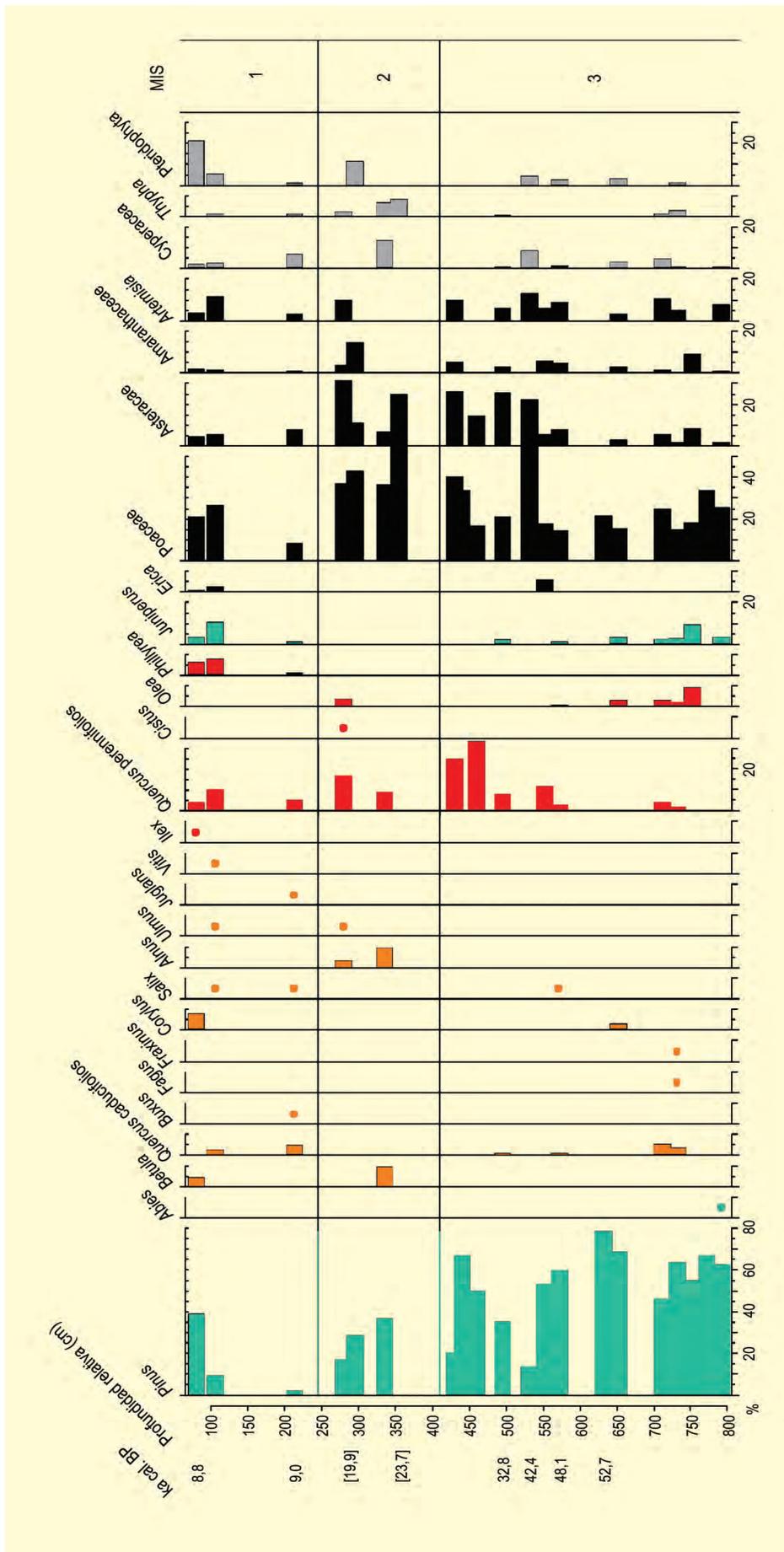


Figura 8. Diagrama polínic del Abric dels Pinyons (inédito)

Tabla 5. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia del Abric Agut (Vaquero et al. 2002, 2006). Las dataciones que figuran en el diagrama polínico son el promedio de edad de cada nivel arqueológico

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material	Arqueología
OxA-10049	4.7a	9185 ±60	10.550 -10.190	Carbón	Mesolítico macrolítico
OxA-10064	4.7a	9660 ±110	11.330 -10.650	Carbón	Mesolítico macrolítico
OxA-10050	4.7c	10.085 ±60	11.990 -11.310	Carbón	Mesolítico macrolítico
OxA-10051	4.7c	9895 ±60	11.530 -11.170	Carbón	Mesolítico macrolítico
OxA-10074	4.7c	10.060 ±65	11.940 -11.260	Carbón	Mesolítico macrolítico

Tabla 6. Dataciones de U/Th a partir de travertinos del Abric Agut (Vaquero et al. 2002, 2006)

USGS nº	Nivel	Prof. (cm.)	U ppm	²³⁴ U/ ²³⁸ U	²³⁰ Th / ²³² Th	Años BP	Años cal. BP
00-43	4.4	143	0,84±0,02	2,90±0,08	15	7731±370	8614
00-51	4.4	169	1,00±0,03	2,27±0,07	17	9376 ±453	10.673
00-50	4.6	159	0,98±0,2	2,42±0,06	16	9875 ±390	11.403
00-113	4.6	163	0,90±0,01	2,59±0,04	30	10.863 ±326	12.739
00-263	4.6	170	1,2±0,5	2,48±0,06	9	10.905 ±375	12.766
01-135	4.8	255	1,41±0,001	2,68±0,03	3	14.274±200	17.377
00-63	4.8	255	1,93±0,04	1,76±0,04	11	13.633 ±527	16.476

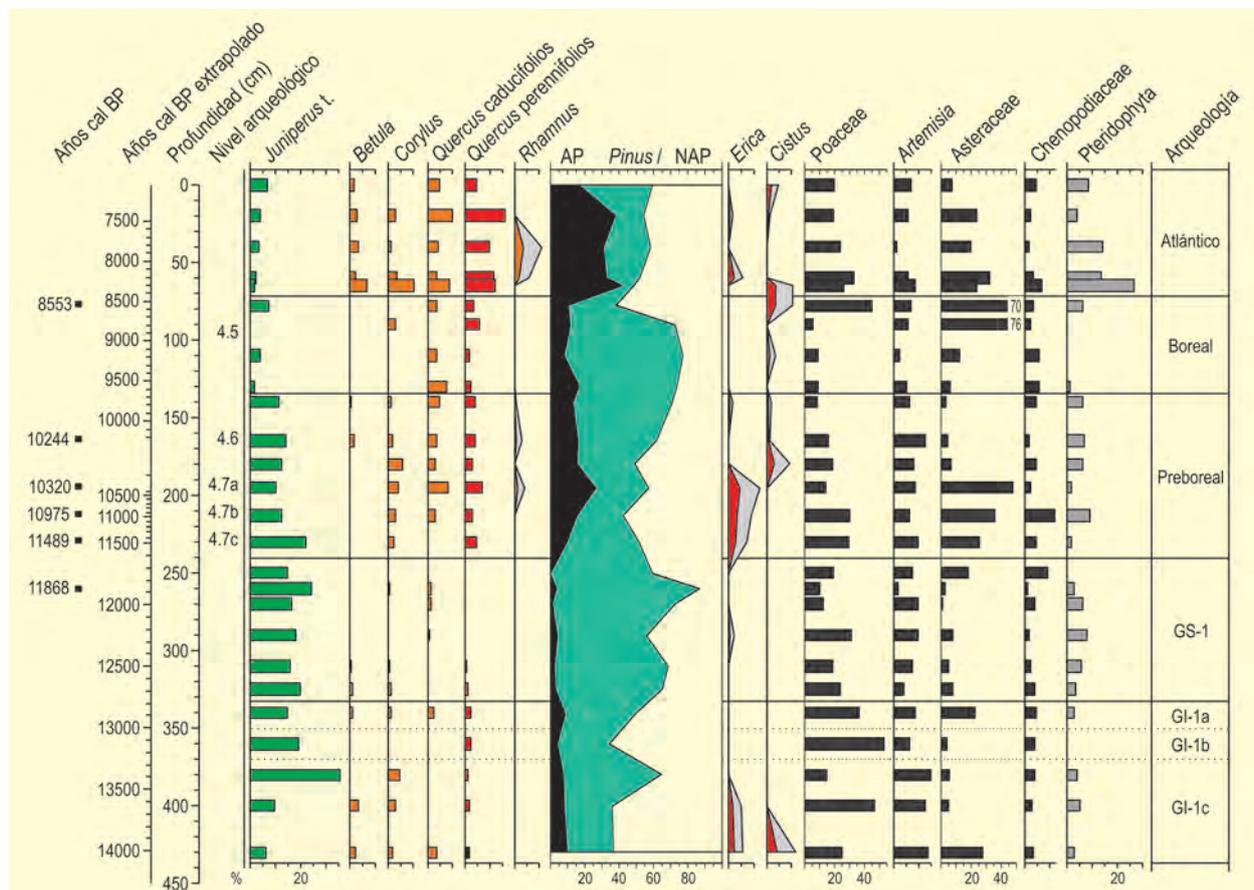


Figura 9. Diagrama polínico del Abric Agut. Redibujado de Burjachs (2009)

avanza y retrocede al compás de los impulsos climáticos (Fig. 9). La siguiente fase (GS-1 o Dryas reciente) se revela un tanto atípica, ya que la curva de polen arbóreo en lugar de descender sigue aumentando. En todo caso, descienden los valores de taxones mesotermófilos y se mantienen o aumentan *Pinus* y *Juniperus*. El final de esta fase coincide cronológicamente con el inicio del Holoceno y de ocupación por parte de nuestra especie de este abrigo, cuando los taxones mesotermófilos empiezan a aumentar (curva de AP con *Pinus* excluido).

El conjunto antracológico del Abric Agut (Fig. 7) guarda como significativa la total ausencia de pino y la presencia de *Juniperus*, *Acer*, *Rhamnus*, *Prunus*, Maloi-deae y *Hedera*, que reflejan un cambio importante de

las condiciones ambientales de mayor humedad y clima más templado. Asimismo, estas especies de carácter colonizador como *Juniperus*, *Acer* o *Prunus* podrían conformar el conjunto de especies precursoras de las formaciones forestales que se establecerán en los períodos sucesivos. De todos modos, esta ausencia de pino parece un aspecto bastante local condicionado por un aumento de los aportes hídricos en la propia *Cinglera del Capelló*, ya que en otras secuencias próximas del mismo período el pino continúa dominando.

Más información

Burjachs & Julià (1994, 1996), Allué (2002), Vallverdú *et al.* (2005), Burjachs (2009), Vaquero *et al.* (2002, 2006, 2013)



CM5 BELICHE

Faro, Portugal

Pleistoceno final – Holoceno (12850-3618 años cal BP)

El río Beliche está situado en la cuenca baja del Guadiana, en el interior de la provincia portuguesa del Algarve. El lugar del sondeo CM5 ($37^{\circ} 16' N$, $07^{\circ} 27' O$; 25 m s.n.m.), está ubicado en la llanura de inundación del Beliche, muy próximo a su confluencia con el Guadiana (a unos 600 m del cauce principal) y aproximadamente a 10 km de la costa atlántica del Golfo de Cádiz (Fig. 1).

La secuencia CM5 fue recuperada en un contexto de investigación sobre la historia postglacial del estuario del Guadiana (Boski *et al.* 2002, 2008) y consiste en una serie profunda de 48 metros de depósitos fluviales y es-

tuarios predominantemente limosos. Los alrededores del lugar de sondeo CM5 presentan un mosaico de cultivos, pastos y formaciones antropizadas. Hacia el Guadiana, la vegetación de las marismas incluye *Spartina maritima*, *Arthrocnemum* y *Limoniastrum*, con juncales y *Suaeda vera* extendiéndose hacia los márgenes, donde también proliferan *Rumex* y *Plantago*. Cerca del cauce fluvial hay bosquetes con *Fraxinus angustifolia* y *Tamarix africana*. Las colinas al sur están ocupadas por plantaciones de *Ceratonia siliqua* y cereales de invierno, mientras que al norte se observa un matorral de *Cistus ladanifer* y *C. monspeliensis*, con *Phillyrea angustifolia*, genisteas y *Lavandula stoechas*.



Figura 1. La llanura de inundación del Beliche, mirando hacia el sureste y el río Guadiana (Foto: William Fletcher)

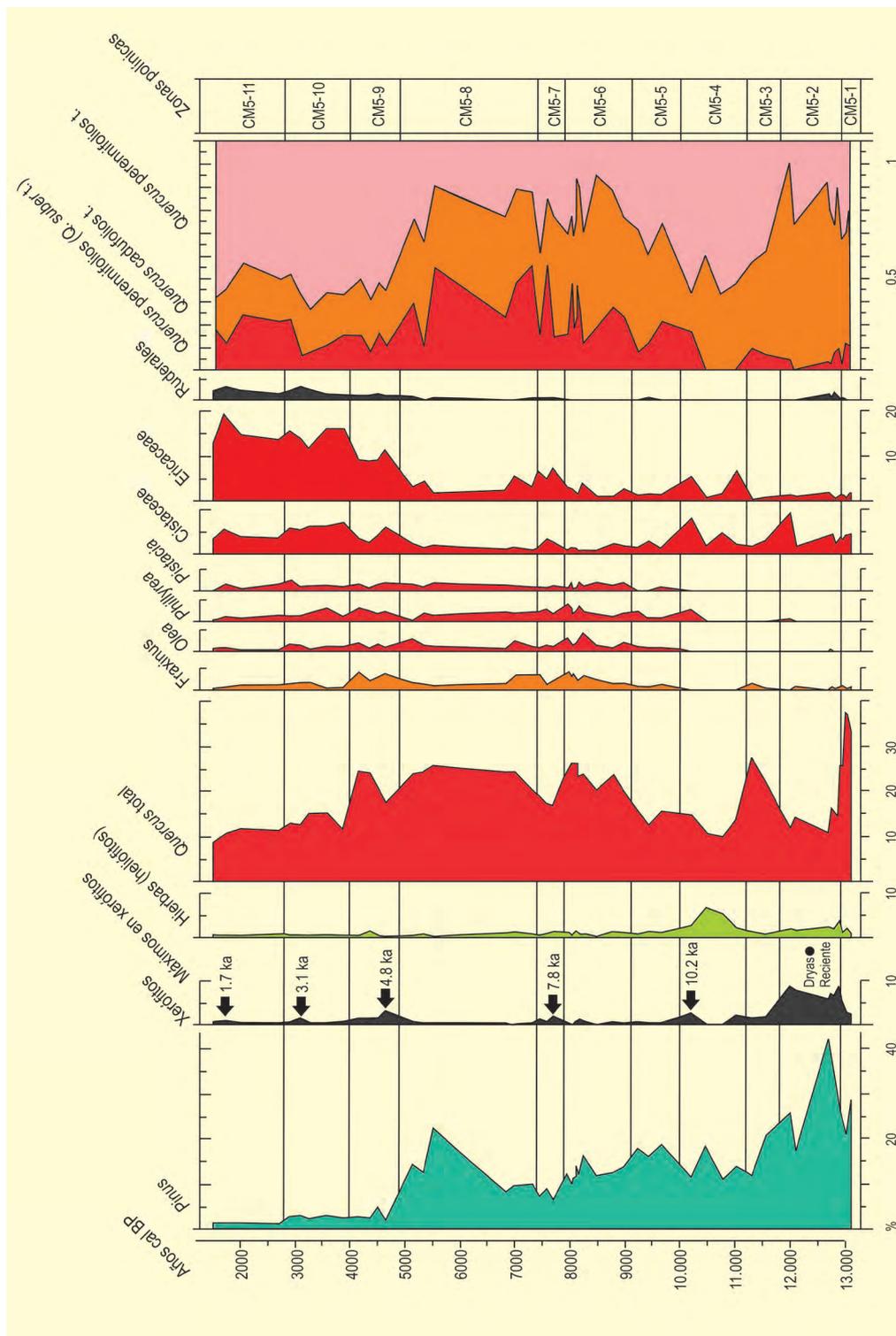


Figura 2. Diagrama polínico sintético de CM5 Beliche. Redibujado de Fletcher et al. (2007)

El estudio polínico de la secuencia CM5 (Fig. 2) (Fletcher 2005, Fletcher et al. 2007) muestra una serie de cambios importantes en la vegetación regional entre el 13000 años cal BP y el 1600 años cal BP. Las fases principales de la vegetación identificadas son cinco: (a) un bosque maduro de *Quercus* y *Pinus* durante el interes-

tado del Tardiglacial bajo un clima templado y húmedo pero con cierto carácter continental (zona CM5-1); (b) una disminución de *Quercus* durante el Dryas reciente, acompañado por una expansión de pinares y vegetación criofítica y xerofítica con *Juniperus*, *Artemisia*, *Epipactis* t. *distachya* y *Centaurea* t. *scabiosa* (zona CM5-2);

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia CM5 Beliche. Calibrado con CALIB 5.0, utilizando: M = Marine04 (Hughen *et al.* 2004), $\Delta R = 0$, T = IntCal04 (Reimer *et al.* 2004)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Material	$\delta_{13}C$ (‰, PDB)	Años BP	Años cal. BP	Promedio	Método
IGNS[NZA-21412]	333	concha	-2.9 ± 0.2	3375 ± 39	3618	3250	AMS
KIA 15211	579	concha	n/a	4295 ± 35	4857	4420	AMS
IGNS[NZA-21413]	890	concha	0.2 ± 0.2	6764 ± 45	7620	7300	AMS
KIA15212	1345	concha	n/a	7585 ± 35	8394	8040	AMS
KIA15210	1775	concha	n/a	7725 ± 45	8502	8200	AMS
IGNS[NZA-21414]	2095	madera	-25.3 ± 0.2	8256 ± 55	9239	9240	AMS
IGNS[NZA-21415]	4270	madera	-25.5 ± 0.2	10273 ± 66	12046	12050	AMS
Beta-137110	4767	madera	-25.7	10990 ± 40	12850	12920	AMS

(c) un mosaico vegetal de bosques, matorrales y zonas abiertas durante el Holoceno inicial bajo un clima cálido, seco y relativamente continental (zonas CM5-3, 4, 5); (d) el máximo desarrollo de *Quercus* y vegetación perennifolia termomediterránea con *Olea*, *Phillyrea* y *Pistacia* principalmente, bajo un clima cálido, húmedo y oceánico entre 9000 y 5000 años cal BP (zonas CM5-6, 7, 8); y, por último, (e) una expansión progresiva de matorrales con Cistaceae y Ericaceae, indicando una tendencia climática hacia la aridificación y el aumento de actividades antrópicas prehistóricas desde 5000 años

cal BP (zona CM5-9, 10 y 11). A partir de los cambios observados en la evolución de los taxones de carácter más xerófilo (*Juniperus*, *Artemisia* y *Ephedra t. distachya*), se han identificado varios episodios abruptos de incremento de aridez en torno a 10200, 7800, 4800, 3100 y 1700 años cal BP (Fletcher *et al.* 2007).

Más información

Boski *et al.* (2002, 2008), González-Vila *et al.* (2003), Fletcher *et al.* (2007)



COBRANTE

Valle de Aras, Voto, Cantabria
Pleistoceno superior (~33320 años BP)

La cueva de Cobrante se abre a 600 m s.n.m. ($43^{\circ} 19' 10''$ N, $03^{\circ} 31' 44''$ O; 80 m s.n.m.) en la ladera oriental de los afloramientos calcáreos de San Miguel de Aras, en la zona donde confluyen los ríos Clarín y Clarión, ambos tributarios del Asón. Este área se encuentra próxima a la Bahía de Santoña a tan sólo 12 km de la actual línea de costa. El encinar cantábrico constituye el rasgo florístico principal de toda la cuenca baja del Asón a lo largo de los macizos kársticos litorales, junto al matorral de espinosos caducifolios característicos de los substratos calcáreos donde se encuentra la cueva. Por otro lado, el bosque atlántico se sitúa sobre substratos silíceos.

La cueva de Cobrante comprende una secuencia de ocupación humana con 7 niveles estratigráficos. Los niveles inferiores 7, 6 y 5 han quedado adscritos al Auriñaciense y fechados entre 33000-30000 años BP respectivamente. Los niveles 4 y 3 pertenecen al Solutrense superior, con fechas en torno a 18500 años BP (Rasines, com. pers.). Finalmente, el nivel 2 desprovisto de datación radiocarbónica es, desde el punto de vista de la cultura material, aziliense.

Se han realizado estudios antracológicos por parte de Uzquiano (2005) y palinológicos por parte de Ruiz-Zapata & Gil-García (2005). De los tres niveles auriñacienses



Figura 1. Entorno de San Miguel de Arás donde se encuentra la cueva de Cobrante (Foto: F. Campoo)

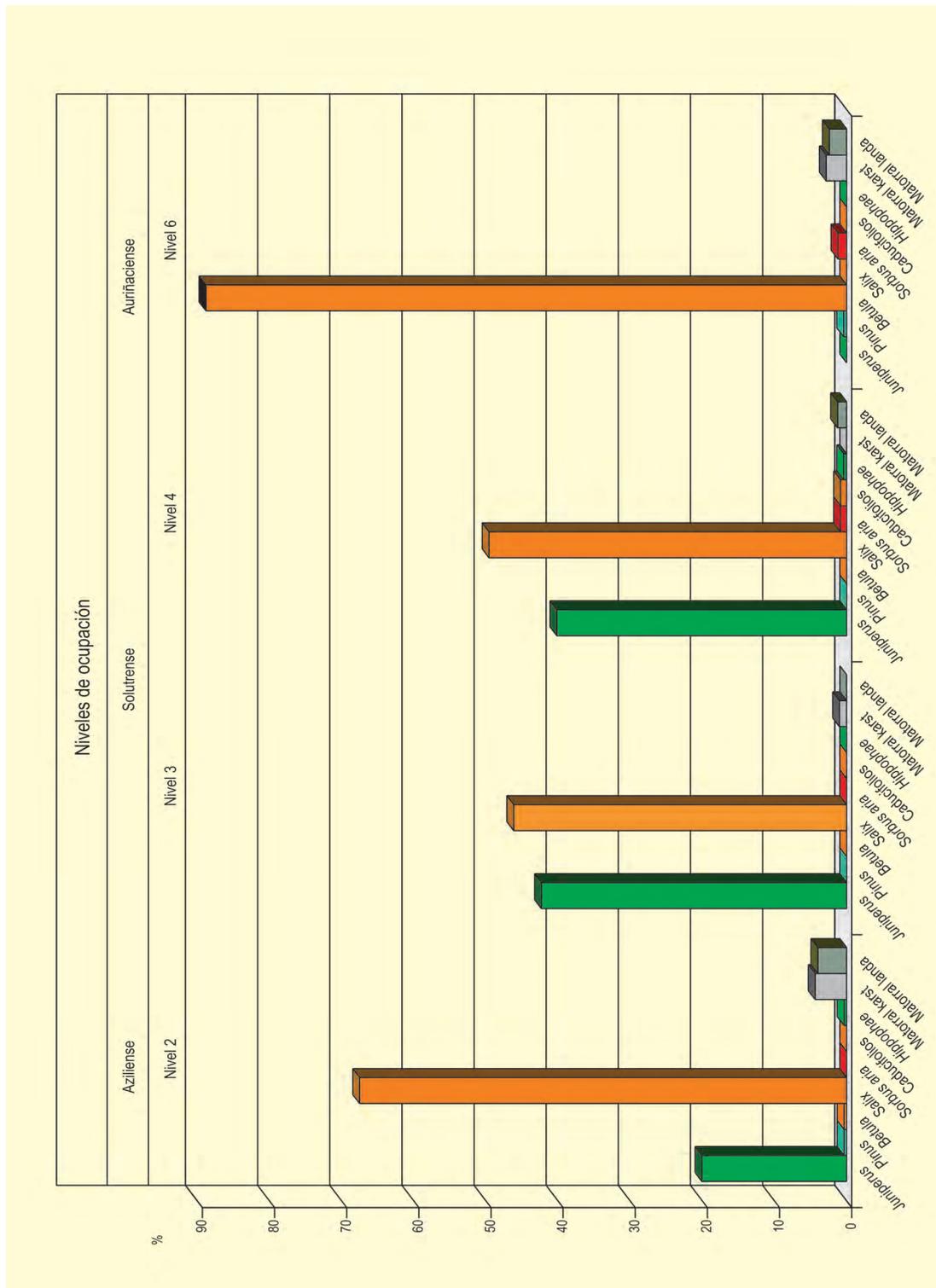


Figura 2. Resultados antracológicos de la cueva de Matroal. Redibujado de Uzquiano (2005)

es el nivel 6, datado en 33000 años BP, el que mayor información antracológica ha proporcionado (Fig. 2). *Betula* es el taxón dominante con valores superiores al 90% junto a un conjunto florístico con valores poco relevantes (<5%) caracterizado por *Pinus sylvestris*, *Sorbus*, *Fabaceae*, *Arbutus*, *Rhamnus*, *Pistacia* e *Hippophae* (Uzquiano 2005). *Salix* y *Juniperus* aparecen como taxones codomi-

nantes en los niveles solutrenses 4 y 3. El nivel 4 ha registrado, además, valores muy bajos de *Sorbus aria*, *Quercus caducifolios*, *Hippophae*, *Erica* y *Fabaceae*.

En el nivel 2, aziliense, aparece un espectro similar al obtenido en las ocupaciones solutrenses, con *Salix* y *Juniperus* como taxones codominantes. El matorral de

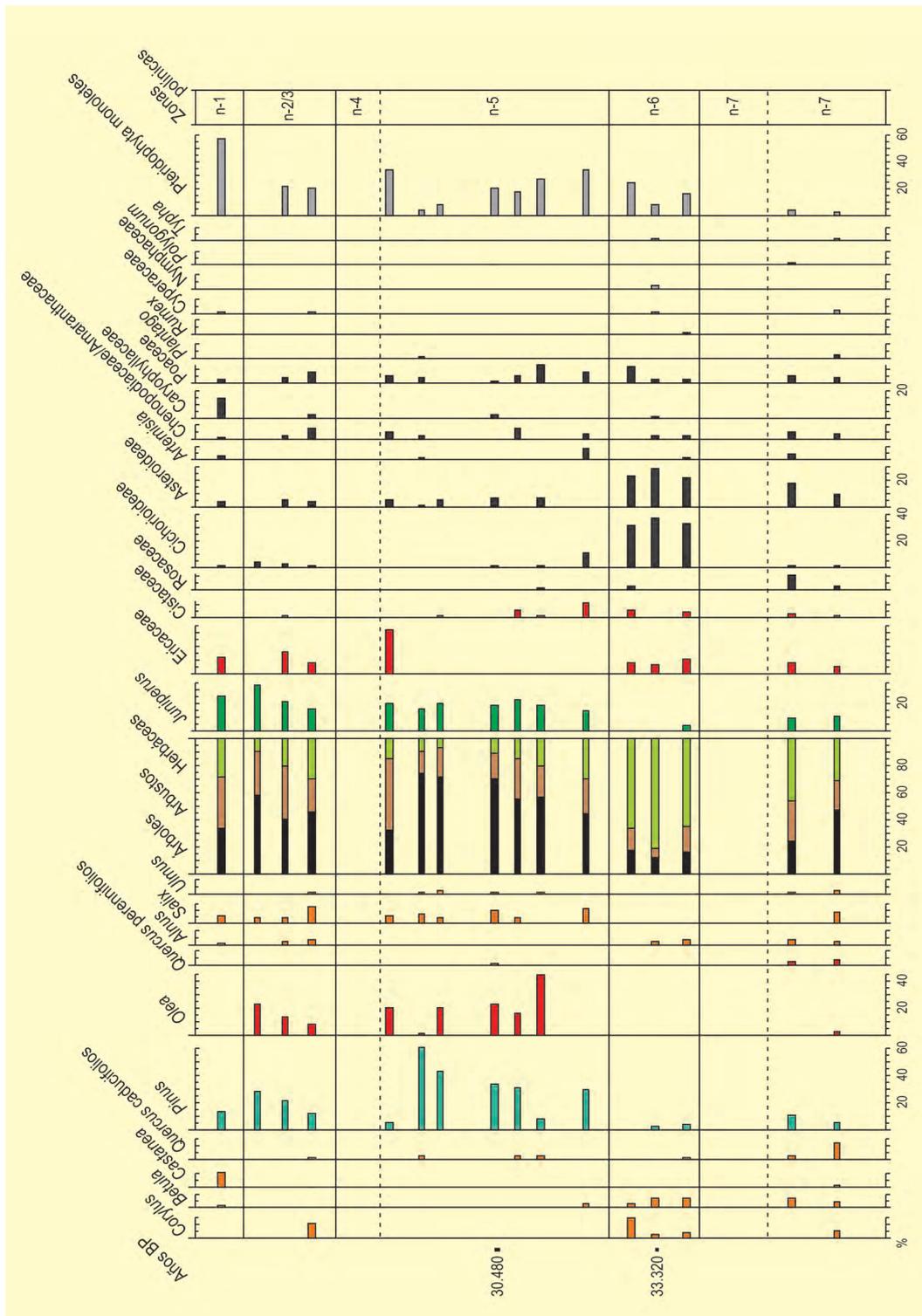


Figura 3. Diagrama polínico de la cueva de Cobrante. Redibujado de Ruiz-Zapata & Gil-García (2005)

medios kársticos (*Arbutus* y *Rhamnus*), y los taxones de landa (*Erica* y *Fabaceae*) presentan valores similares pero muy bajos, al igual que *Pinus*, *Betula* e *Hippophae*.

El estudio palinológico incluye 29 muestras procedentes de un perfil de 140 cm de potencia localizado en el corte este, cuadro H18, sobre el que se han definido

7 niveles estratigráficos que corresponden con zonas polínicas homólogas (Fig. 3).

En el nivel 7 basal (140-110 cm) se observan bajos valores de *Quercus* y *Pinus*, así como el retroceso de *Corylus*, *Castanea*, *Salix* y *Oleaceae*; a ello se une la presencia, en bajo porcentaje, de *Betula*.

El nivel 6 (110-90 cm) está datado en 33320 años BP y se caracteriza por bajos porcentajes de árboles, en torno al 20%. El paisaje está dominado por asteráceas, sugiriendo unas condiciones secas y probablemente frías.

El nivel 5 (90-40 cm) está datado en 30480 años BP. Se trata de la etapa en la que tiene lugar el mayor desarrollo de la cobertura arbórea, debido a la expansión de *Pinus*, *Oleaceae* y, en menor medida, *Quercus* caducifolios. No obstante, no se observan ni *Corylus*, ni *Alnus*, aunque sí *Salix* y *Ulmus*, al tiempo que tiene lugar la desaparición de *Betula*. Se observa una expansión de *Cupressaceae*.

El nivel 4 (40-30 cm) es palinológicamente estéril. El nivel 3 (30-22 cm) supone la recuperación del estrato arbóreo, pero sin alcanzar los valores del nivel 5, aunque desde el punto de vista de la composición es bas-

tante similar. No obstante, *Pinus* y *Oleaceae* presentan menor incidencia que en el nivel 5 y destaca la presencia de *Corylus* y *Salix*.

El nivel 2 (22-10 cm) se caracteriza por un escaso cortejo arbóreo, mientras que el estrato arbustivo está dominado por *Ericaceae* y, en menor medida, por *Cupressaceae*. Por último, el nivel 1 (10-0 cm) muestra de nuevo una reducción del estrato arbóreo, con valores en torno al 30% y constituido mayoritariamente por *Pinus* y castaño, aunque también se detecta la presencia de *Salix*, *Alnus* y *Betula*. El estrato arbustivo continúa estando dominado por brezales y cupresáceas y en el estrato herbáceo llama la atención la abundancia de helechos y cariofiláceas.

Más información

Ruiz-Zapata & Gil-García (2005), Uzquiano (2005)



COLL VERDAGUER Y RIERA DELS CANYARS

Macizo del Garraf-Ordal, Cervelló y Vall de la Sentiu (Gavà), Baix Llobregat, Barcelona
Pleistoceno superior (53,5-38,0 ka BP)

Cova del Coll Verdaguer se encuentra situada en las coordenadas $41^{\circ} 23' 35''$ N y $1^{\circ} 54' 39''$ E, a 448 m s.n.m. y Terrasses de la Riera dels Canyars en las coordenadas $41^{\circ} 17' 46''$ N y $01^{\circ} 58' 47''$ E, a 28 m s.n.m. Ambos yacimientos se localizan en el macizo del Garraf, una cordillera compuesta principalmente por calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico, que se eleva a una altura de menos de 600 m s.n.m. (Fig. 1). El macizo del Garraf se localiza en el piso termomediterráneo y según los datos de la estación de la estación de El Rascler (Garraf PN) a 573 m s.n.m., la temperatura media anual es de $13,7^{\circ}\text{C}$ con una temperatura máxima media anual de $18,0^{\circ}\text{C}$ y mínima anual de $10,6^{\circ}\text{C}$. La precipitación media anual es de 620,8 mm y la humedad relativa anual del 72 %. En la es-

tación de Vallirana (Garraf PN) a 252 m s.n.m., la temperatura media anual es de $15,9^{\circ}\text{C}$ con una máxima media anual de 22°C y mínima anual de $11,5^{\circ}\text{C}$. La precipitación media anual de 604,8 mm y una humedad relativa anual del 67 %. El macizo está intensamente karstificado, dominan las simas verticales, aunque las cuevas están también presentes, algunas de las cuales contienen rellenos del Pleistoceno, como el caso de la Cova del Coll Verdaguer (Daura *et al.* 2014). Una red hidrológica formada por varios arroyos se extiende entre las laderas del macizo y la cuenca del río Llobregat, así como las playas del litoral mediterráneo, dando lugar a pequeños depósitos cuaternarios de terrazas fluviales entre las que se encuentra el yacimiento de Terrasses de la Riera dels Canyars.



Figura 1. Imagen del yacimiento Terrasses Riera dels Canyars antes del inicio de la excavación (Foto: GRQ)

Tabla 1. Dataciones de los yacimientos de Terrasses Riera dels Canyars y Cova del Coll Verdaguer (Daura *et al.* 2014, 2017)

Yacimiento	Nivel	Ka BP
Terrasses Riera dels Canyars	I	40,2-39,3
Cova del Coll Verdaguer	Unit 1-2-3	38-53,5

La Cova del Coll Verdaguer, está situada en una mina abandonada de caliza esparítica y comprende dos espacios distintos originados por su formación geológica: Sala Sal de Llop y Sala dels Ursus. La Sala Sal de Llop se encuentra cerca de la entrada original, es donde se han desarrollado la mayor parte de trabajos arqueológicos, y comprende tres unidades estratigráficas (Unidades 1, 2 y 3) con distintos niveles, datados entre ~53,5 y 38 ka BP (Tabla 1). El yacimiento funcionó mayoritariamente como cubil de hienas, que, aunque no presenta restos óseos, contiene abundantes coprolitos de esta especie (Sanz *et al.* 2016, Sanz & Daura 2018). La actividad de los homínidos está representada por algunos restos líticos, que corresponden a elementos modificados y que sugieren una baja frecuencia de las ocupaciones neandertales. Terrasses de la Riera dels Canyars datado por

radiocarbono en 39,6 ka cal. BP, corresponde a un depósito fluvial y contiene restos de grandes mamíferos (en su mayoría acumulados en el marco del cubil de hienas en la zona) además de unos pocos artefactos líticos que corresponden al auriñaciense, así como restos de carbón.

Cova del Coll Verdaguer y Terrasses de la Riera dels Canyars están relacionados principalmente con la actividad de carnívoros (principalmente hienas), con una baja presencia de actividades antrópicas, dado que se han identificado pocos artefactos y las marcas antrópicas en los huesos de los conjuntos son escasas (Figs. 2, 3, 4 y 5). En las Terrasses de la Riera dels Canyars, el registro arqueológico está compuesto principalmente por restos no antrópicos (Daura *et al.* 2013). A pesar de la

**Figura 2.** Imagen del perfil del yacimiento Terrasses Riera dels Canyars (Foto: GRQ)**Figura 3.** Imagen de la excavación del nivel I del yacimiento Terrasses Riera dels Canyars (Foto: GRQ)



Figura 4. Imagen del exterior de la Cova del Coll Verdaguer (Foto: GRQ)



Figura 5. Imagen del interior de la Cova del Coll Verdaguer (Foto: GRQ)

presencia de huesos quemados y carbones no se han encontrado evidencias de estructuras de combustión en el yacimiento. Por lo tanto, el conjunto antracológico bien podría ser consecuencia de incendios forestales. Sin embargo, la baja diversidad taxonómica identificada y el tamaño de los fragmentos de carbón (2-4 mm) podrían sugerir que el carbón representa los restos de la leña consumida por los humanos y acumulado por transporte no antropogénico.

El conjunto de carbones de la Cova del Coll Verdaguer está muy bien conservado siendo los resultados homogéneos en todos los niveles que muestran altos valores del *Pinus t. sylvestris* en las Unidades 1 (78,3 %) y 2 (84 %) y valores más bajos de *Prunus* y *Quercus caducifolios* (Fig. 6). En la Unidad 3, se registraron menos carbones que también corresponden en su mayoría a *Pinus* tipo *sylvestris*, con un único fragmento corres-

pondiente a *Quercus caducifolio*. *Prunus* se identificó en las Unidades 1 y 2, presentando una presencia ligeramente mayor en la primera (10,7 % frente a 3,9). En Terrasses de la Riera dels Canyars el análisis antracológico muestra la presencia de siete taxones (Fig. 6), siendo *Pinus t. sylvestris* (74,6 %) el más representado. El conjunto también incluye *Acer* (arce) (3,3 %), *Quercus caducifolios* (roble) (4,6 %), *Maloideae* (tipo majuelo) (0,4 %), *Rhamnus cathartica/saxatilis* (espinos) (0,8 %), *Thymelaeaceae* (1,7 %) y cf. *Prunus*.

Es probable que los bosques de *Pinus t. sylvestris* cubrieran laderas del macizo del Garraf, con espacios abiertos en los llanos, como indican otros registros ambientales, tales como el polen, del yacimiento de les Terrasses de la Riera dels Canyars o la Cova del Coll Verdaguer (Daura et al. 2013, 2017). Un aspecto a destacar en relación con los resultados de ambos yacimien-

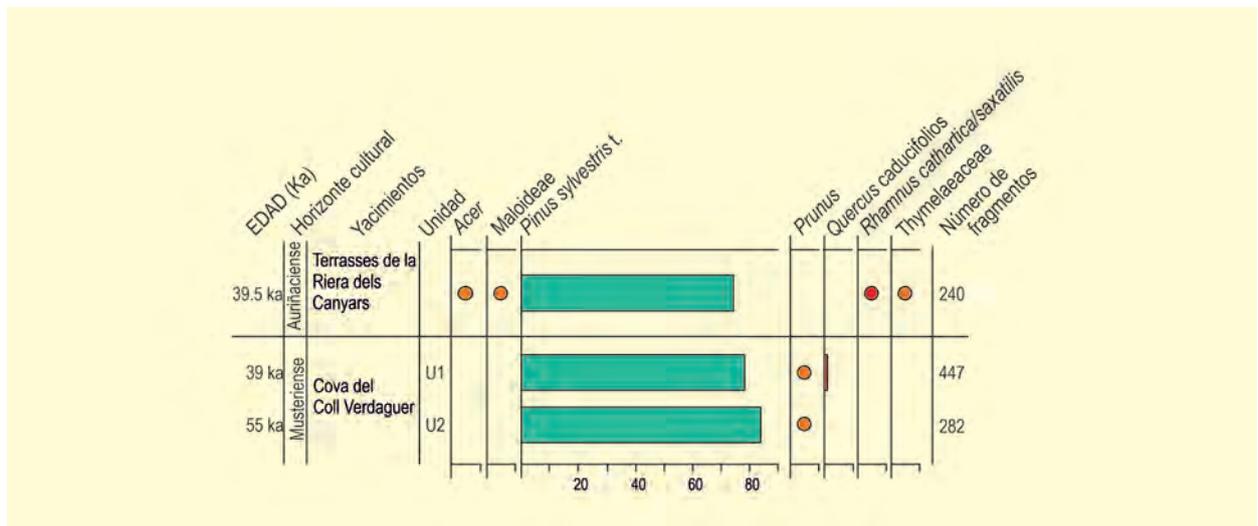


Figura 6. Diagrama antracológico de Terrasses Riera dels Canyars y Cova del Coll Verdaguer. Redibujado de Allué et al. (2017a)

tos es su ubicación en cuanto a su altitud y distancia de la costa. Los datos obtenidos en estos contextos confirman que los pinos de montaña fueron los taxones dominantes en la zona litoral durante este período. Esta categoría taxonómica corresponde a un grupo de tres pinos de montaña que crecen actualmente a diferentes altitudes: *Pinus uncinata* que crece por encima de los 1800 m s.n.m., *P. sylvestris* entre 1000-1800 y *P. nigra* entre 500 y 1000 m. Teniendo en cuenta la información ecológica y biogeográfica actual actuales, *Pinus nigra* podría haber crecido a menor altitud en zonas costeras mostrando una mayor extensión que en la actualidad. Sin embargo, la diferenciación de los pinos de montaña

en base a la anatomía de su madera no es posible para confirmar que se trata de un pino de montaña u otro. La presencia de *Quercus caducifolios*, *Prunus* y *Acer* en la Cova del Coll Verdaguer y Terrasses de la Riera dels Canyars es indicativa de que a pesar del dominio de las coníferas en estos períodos existían lugares adecuados para el desarrollo de estos taxones en los límites del bosque y/o en valles sombreados y cercanos a la riera dels Canyars.

Más información

Allué *et al.* (2017a)



COMELLA

Picos de Europa, Cangas de Onís, Asturias
Pleistoceno superior – Holoceno (44308 – <3418 años cal BP)

La depresión de Comella (también llamada Comeya) ($43^{\circ} 16' 58''$ N, $04^{\circ} 59' 22''$ O; 834 m s.n.m.) está situada en la vertiente norte del macizo occidental de los Picos de Europa, en la provincia de Asturias, en las proximidades de los conocidos lagos de Covadonga (Enol y Ercina). Se trata de una forma cerrada de origen tectónico asimilable a un poljé (Farias *et al.* 1990, 1996), y presenta una extensión de 1,2 km² con una morfología que es característica por la existencia de fuertes escarpes (Fig. 1). La cuenca se encuentra rellena por materiales de edad cuaternaria, resultado de la actuación de procesos torrenciales, de gravedad y kársticos. El centro de la cubeta concentra

materiales arcillosos, sobre los que se ha desarrollado una turbera de edad holocena.

La ubicación de esta zona en la Cordillera Cantábrica, permite el desarrollo de formaciones boscosas plano-caducifolias dominadas por quercíneas caducifolias con abedules, avellanos, fresnos, alisos y arces y, en las zonas más expuestas a la humedad, por hayedos. En los alrededores podemos encontrar amplias extensiones de matorral con diversas ericáceas y leguminosas, y amplias zonas con pastizales que dan cuenta de la deforestación antropogénica producida en estas montañas en relación con las prácticas ganaderas desde hace milenios.



Figura 1. Vista general de la depresión de Comella (Foto: Lourdes López-Merino)



Figura 2. Histograma polínico de la secuencia SC2a del depósito de Comella. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2002)

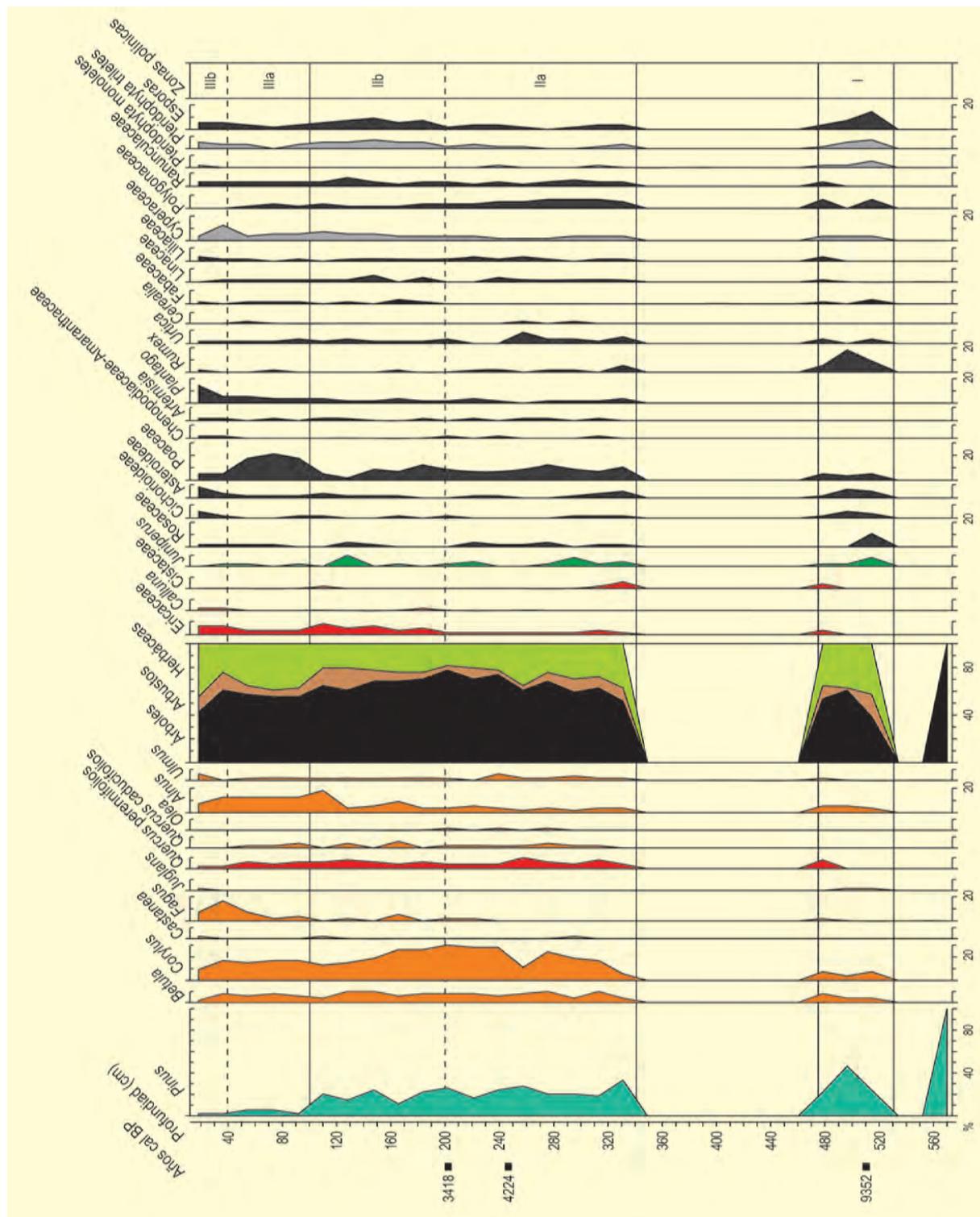


Figura 3. Diagrama polínico de la secuencia SC2b del depósito de Comella. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2002)

Ruiz-Zapata et al. (2001) han estudiado polínicamente el registro perteneciente a la depresión de Comella. En este trabajo se presentan los datos polínicos correspondientes al relleno que tuvo lugar en dicha depresión durante el Cuaternario, que alcanza una potencia de 56,7 m y del que los 5 m superiores están constituidos por turba. Los autores diferencian dos

grandes zonas desde un punto de vista litológico: la inferior (SC2a, Fig. 2) detrítica y pobre en polen que se estima que se formó hace unos 40000 años BP por correlación con el sondeo SC1 realizado en el mismo depósito; y la superior (SC2b, Fig. 3), correspondiente a los 5 m de turba superficiales y en la que se efectuaron tres dataciones que contextualizan el inicio de la de-

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas del registro de la depresión de Comella (Asturias). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva IntCal04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 σ). Ruiz-Zapata *et al.* (2002)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BP	Sondeo	Método
Beta-644849	270-250	3190 \pm 70	3577-3254	3418	SC2b	Convencional
Beta-64847	460-505	3820 \pm 70	4418-3991	4224	SC2b	Convencional
Beta-64848	500	8350 \pm 80	9518-9131	9352	SC2b	Convencional
Beta-93164	355	40480 \pm 820	45496-43034	44308	SC1	AMS

posición de turba desde hace más de 9000 años (Tabla 1).

La parte inferior del sondeo (SC2a), que tendría una antigüedad de hace más de 40000 años, resultó ser bastante pobre polínicamente y presenta fuertes discontinuidades que, probablemente, tengan que ver con la naturaleza litológica del depósito (Fig. 2). No obstante, pueden vislumbrarse algunas características de la vegetación del lugar durante el final del Pleistoceno.

En general se observa una importancia notable de las formaciones herbáceo-arbustivas sobre las arbóreas, que ponen de manifiesto un paisaje abierto. Entre los taxones herbáceo-arbustivos destacarían Apiaceae, *Artemisia*, Asteraceae, Chenopodiaceae, Poaceae, *Juniperus* y Ericaceae que reflejan un paisaje de tintes estépicos durante los 40000 años previos al Holoceno. Aún destacando estas características, es interesante hacer notar la presencia de *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Fagus*, *Pinus*, *Quercus* y *Salix*, que aportan información sobre refugios glaciales en esta parte de la Cordillera Cantábrica, importantes para explicar la rápida colonización arbórea documentada durante el Holoceno en los registros cantábricos.

Los cinco metros de turba de la parte superior del registro (SC2b) muestran la vegetación durante gran parte del Holoceno (Fig. 3). Esta secuencia es incompleta, ya que durante el sondeo no pudo recuperarse el tramo del testigo comprendido entre los 340 y los 485 cm.

Como características principales del análisis polínico, los autores enfatizan que el Óptimo Climático del

Holoceno estaría representado por un bosque no muy denso de *Pinus*, con presencia de *Alnus*, *Betula* y *Corylus*, y apariciones de *Fagus* y *Quercus* caducifolio. Hasta 3418 años cal BP se produjo un mayor desarrollo boscoso con el aumento de los porcentajes de *Betula*, *Corylus* y *Quercus*, y con la presencia de *Castanea*, *Juglans* y *Fagus*. A partir de esa fecha, se tiende a una deforestación que se inicia con una suave caída de los valores de *Pinus* y *Corylus* y, con posterioridad, se hace más acusada debido exclusivamente al descenso brusco de *Pinus*.

Como muestran también otras secuencias, la desaparición de *Pinus* en la zona cantábrica ha sido una constante en la vertiente septentrional durante el Holoceno final (Rubiales *et al.* 2008). El final de la secuencia se caracteriza por la presencia de un escaso pinar y la caída de elementos templados. Precisamente para este último tramo, los autores proponen la acción antrópica como causa principal de la deforestación progresiva. Es en esta fase antrópica en la que se produce el aumento porcentual de *Fagus* que, si bien aparece en el diagrama desde sus inicios, es en estos momentos cuando alcanza su mayor auge. La presencia temprana de *Fagus*, incluso en SC2a, es una evidencia más de la presencia de áreas refugio para este taxón en la Cordillera Cantábrica y de la más que probable vinculación del desarrollo de sus poblaciones con procesos antrópicos. Además, también es interesante el hecho de que *Quercus* perennifolia tenga presencia constante en Comella, indicando que los carrascales cantábricos formarían parte de la vegetación regional del área.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2002)



COMPLEJO DEL HUMO - ABRIGO 3

Cuevas de la Araña, Bahía de Málaga
Pleistoceno superior (>35000 – >19000 años cal BP)

El Abrigo 3 del Humo ($4^{\circ} 20' 42''$ O, $36^{\circ} 42' 52''$ N, 5 m s.n.m.) es un yacimiento arqueológico que se encuentra dentro del Complejo del Humo (Cuevas de la Araña), al este de la Bahía de Málaga (Fig. 1). La apertura, hacia el sur, se encuentra en el paleoa-

cantilado más bajo del territorio. Se trata de un relleno marino de aproximadamente 7 m de potencia y atribuido principalmente al Pleistoceno superior. La Cueva del Humo, que da nombre al Complejo, se abre al Abrigo 3 y está compuesta por una serie de galerías de

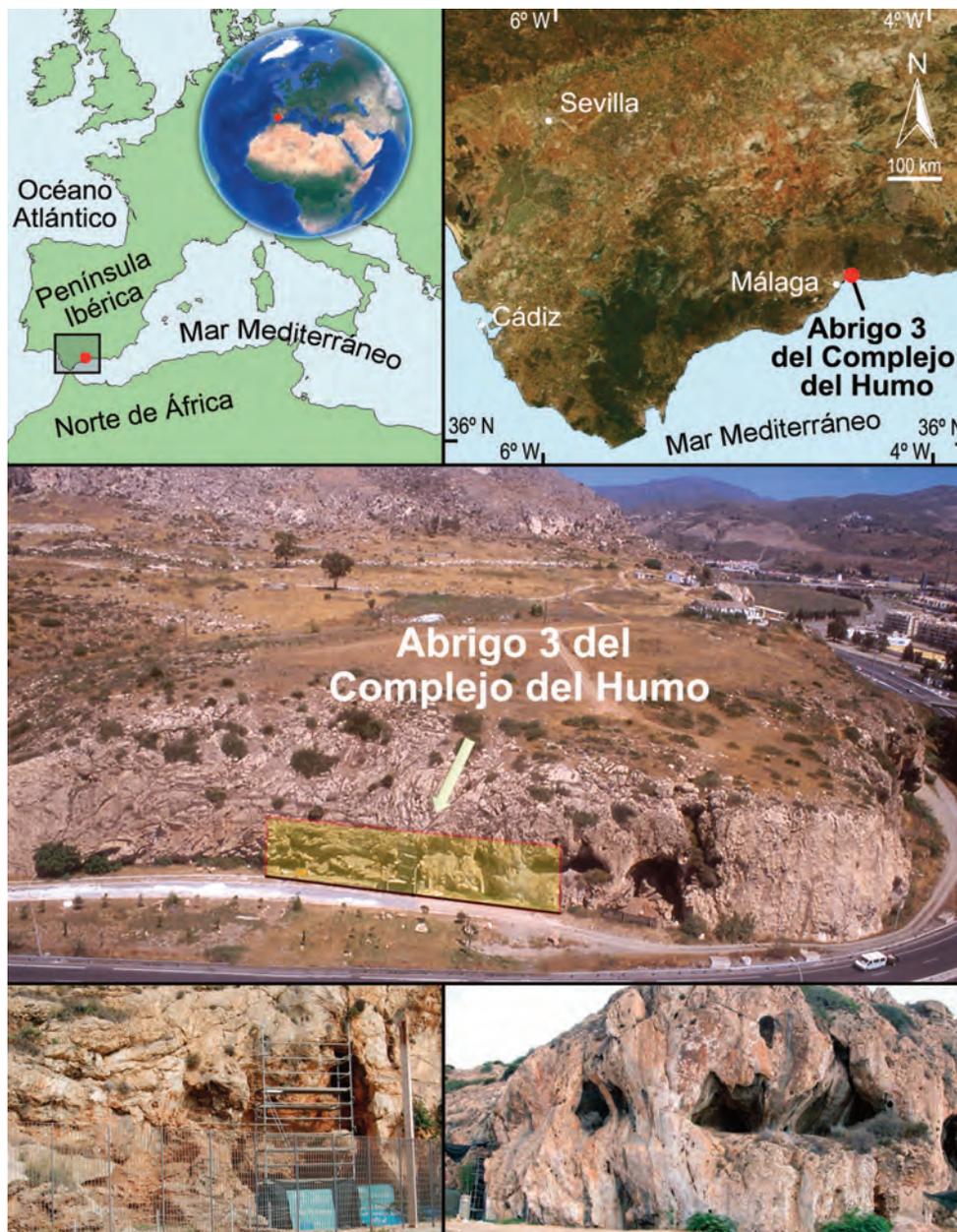


Figura 1. Abrigo 3 del Complejo del Humo. Redibujado de Ochando *et al.* (2020d)

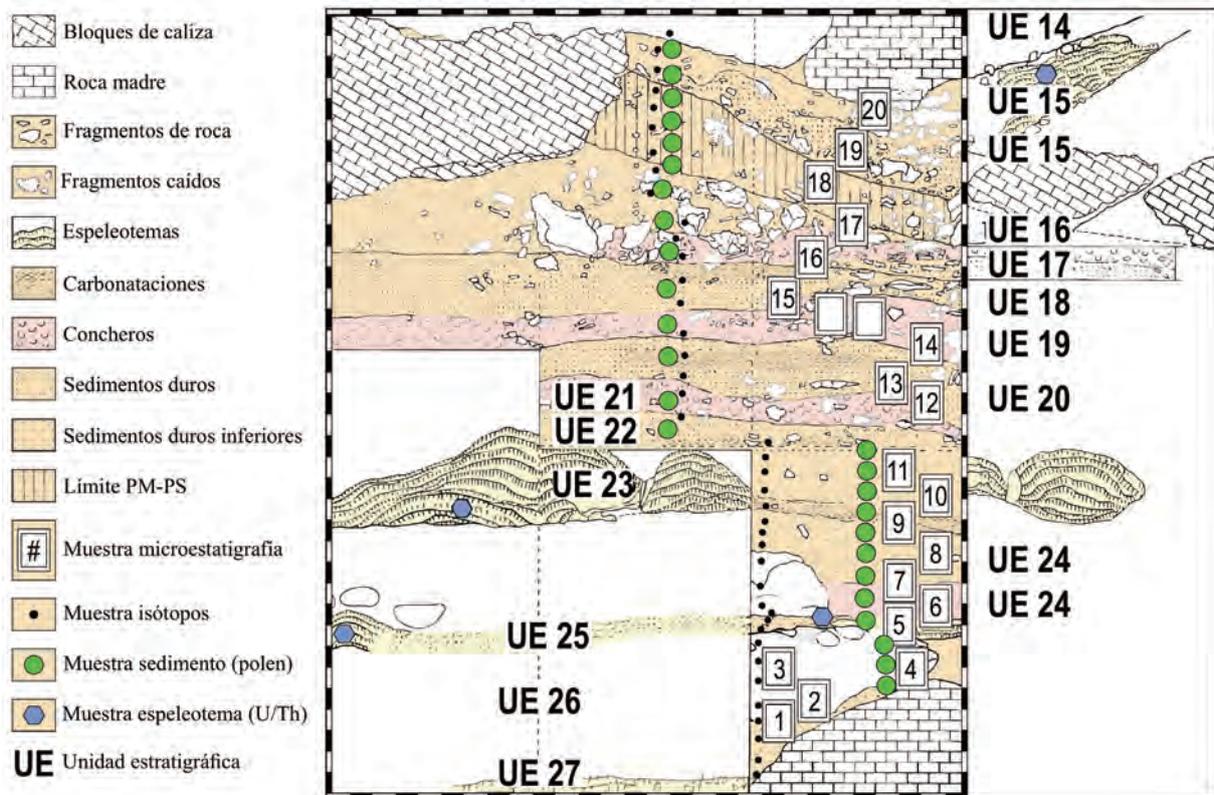


Figura 2. Niveles estratigráficos y perfil muestreado para análisis de polen en el Abrigo 3 del Complejo del Humo. Redibujado de Ramos-Fernández et al. (2012) y Ochando et al. (2020d)

dimensiones no demasiado grandes y difíciles de transportar. Su origen proviene de la disolución de las calizas jurásicas debido a los procesos de karstificación y al agua de lluvia, combinados con el desprendimiento de grandes bloques del techo. En 1981 y 1983, Julián Ramos llevó a cabo las primeras campañas de excavación en el Abrigo, confirmando la presencia del Paleolítico medio en los niveles inferiores (del 26 al 21) y del Paleolítico superior en los niveles superiores (del 16 hasta los más modernos). Los niveles 17 a 20 muestran dificultades de atribución arqueológica. En un trabajo reciente, se ha propuesto que el nivel 17 contendría restos musterienses.

El Complejo del Humo se encuentra en una zona de bioclima oceánico cálido y templado en los límites inferiores de la región mediterránea europea cerca de la Superprovincia Ibero-Magrebí-Atlántica del norte de África (Fig. 1). La estación meteorológica cercana, en Málaga, muestra una temperatura media anual de 18,4 °C y una precipitación anual de 507 mm. El área se ubica en el cinturón termomediterráneo inferior con ombro-

clima seco superior y, biogeográficamente, pertenece al sector de la Provincia Bética, Malacitano-Axarquense (Unidad Montes de Málaga). El territorio se caracteriza por una fuerte antropización (agricultura, explotación industrial y planificación urbana). La vegetación de la zona está dominada por matorrales con pinos dispersos (*Pinus halepensis*), alterados de forma irregular por el pastoreo excesivo, incendios y fenómenos meteorológicos extremos (olas de calor, sequías y tormentas de viento).

Se tomaron 26 muestras palinológicas de una columna sedimentaria completa con 26 niveles arqueológicos (Fig. 2). Las muestras superiores proceden de los niveles 15 (muestras 1 y 2) y 16 (muestras 3 a 7) del Paleolítico superior. No se tomaron muestras de los niveles 14 y 13, correspondientes al mismo periodo cultural, por estar encima del corte estratigráfico, aunque una datación por TL del nivel 13 fue >19 ka. El nivel 15 está fechado por TL en >24 ka. El resto de las muestras, hasta la base de la secuencia, están asignadas a niveles estratigráficos del Paleolítico medio: 8 y 9 (nivel 17), 10

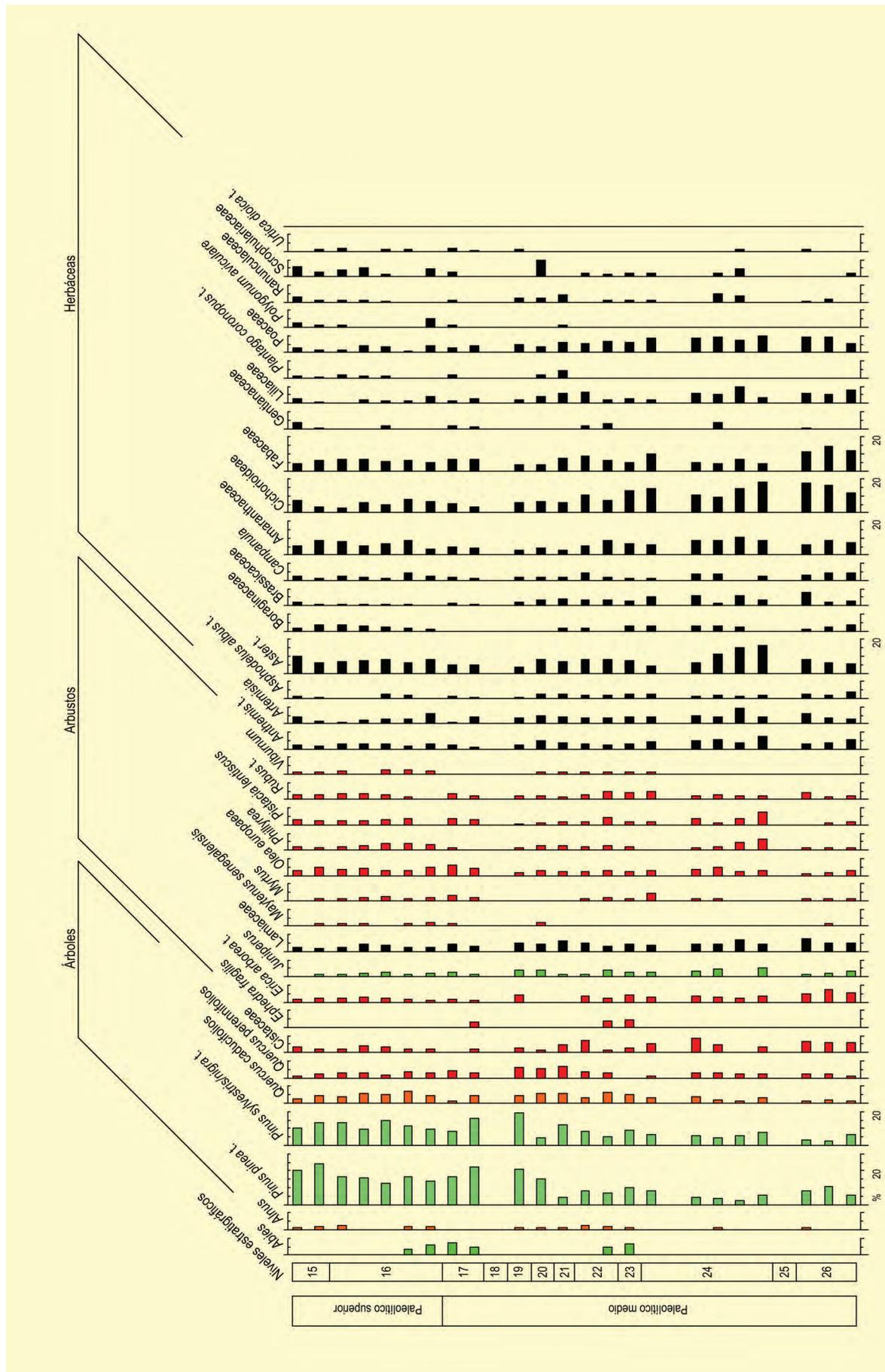


Figura 3. Diagrama polínico del Abrigo 3 del Complejo del Humo que incluye árboles, arbustos, hierbas y microfósiles no polínicos. Cichorioideae, Aster tipo, hidrohigrófilas y microfósiles no polínicos (NPPs) quedan fuera de la suma polínica total. Redibujado de Ochando et al. (2020a)

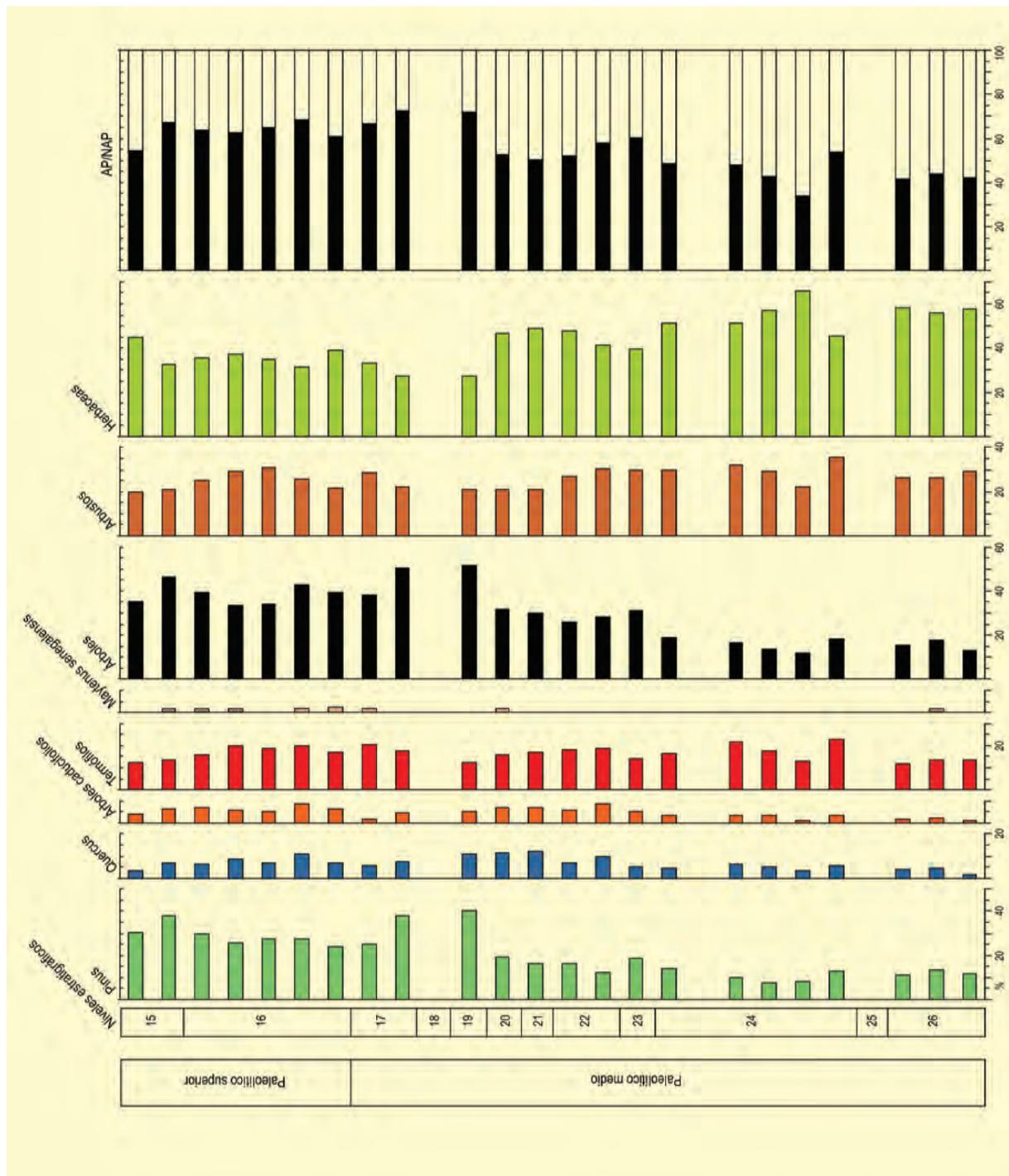


Figura 4. Diagrama sintético del Abrigo 3 del Complejo del Humo. *Pinus* incluye *Pinus pinea* tipo y *Pinus sylvestris/nigra* tipo. *Quercus* incluye *Quercus perennifolia* y *Quercus caducifolia* (incluyendo *Q. suber*). Árboles caducifolios incluye *Alnus* y *Quercus caducifolia*. Los termófitos incluyen *Quercus perennifolia*, *Cistaceae*, *Ephedra fragilis*, *Maytenus senegalensis*, *Myrtus*, *Olea*, *Phillyrea*, y *Pistacia*

(nivel 18), 11 (nivel 19), 12 (nivel 20), 13 (nivel 21), 14 y 15 (nivel 22), 16 (nivel 23, fechado por TL en 35 ka), 17 a 22 (nivel 24), 23 (nivel 25) y finalmente 24 a 26 (nivel 26).

Los niveles 26-24 del Paleolítico medio muestran un predominio de taxones herbáceos (ca. 45-65%) como Poaceae, *Artemisia*, Fabaceae, Liliaceae, Amaranthaceae, Cichorioideae, *Aster* y *Anthemis*. El componente

arbóreo representa el 15-20%, principalmente con pinos (*Pinus pinea* tipo y *Pinus sylvestris/nigra* tipo), y en menor medida, *Quercus caducifolia* y *perennifolia*. Las frecuencias de polen de plantas arbustivas son notables (ca. 30-40%). En general, los espectros florísticos sugieren una vegetación heliófila dominada por *Artemisia*, Poaceae y Amaranthaceae, con influencia xerotérmica como la sugerida por *Cistaceae*, *Erica*,

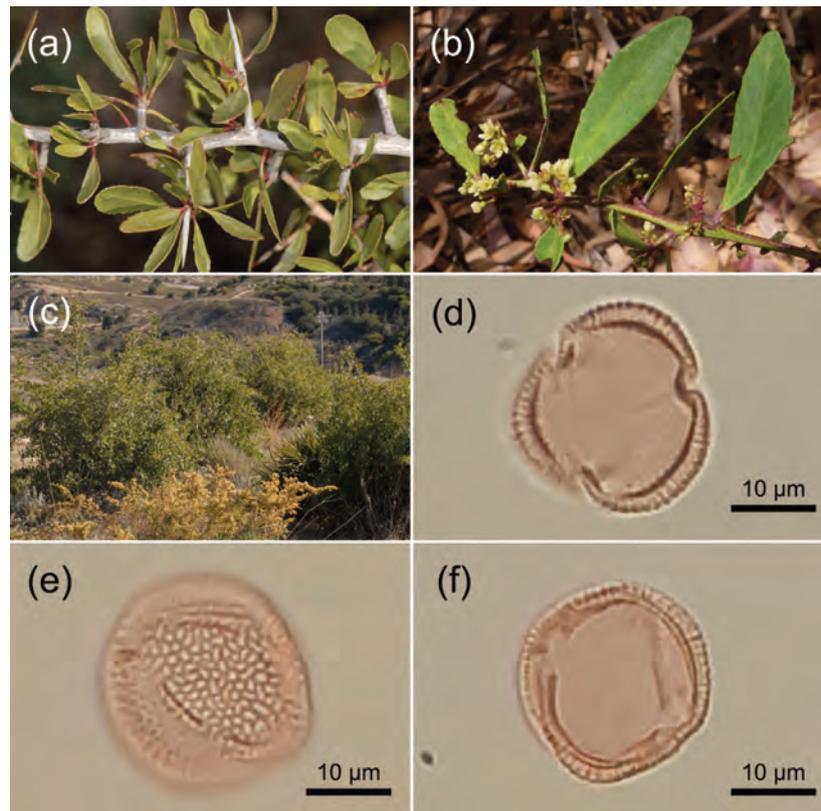


Figura 5. *Maytenus senegalensis*. a: Detalle de las hojas y del tallo espinoso. b: Detalle de las flores. c: Poblaciones de *Maytenus senegalensis*. Granos de polen de *Maytenus senegalensis*. d: Visión polar. e y f: Visión ecuatorial (Fotos: Félix Carrillo -a,b,c-; Juan Ochando -d,e,f,-)

Lamiaceae, *Myrtus*, *Olea europaea*, *Phillyrea* y *Pistacia lentiscus*. Estas condiciones áridas inferidas encajan con las bajas frecuencias de aliso (*Alnus*) (Figs. 3 y 4).

Los niveles 23 y 22, dentro del contexto del Paleolítico medio, continúan estando dominados por plantas herbáceas (ca. 40-45%) con cantidades levemente menores de indicadores antropogénicos de polen (Cichorioideae, *Aster*, *Anthemis*). Es igualmente destacable la presencia de *Amaranthaceae* y *Artemisia*. Sin embargo, los elementos arbóreos son más importantes, alcanzando el 25%, especialmente con *Pinus* y *Quercus*, mayor cantidad de *Alnus* y la presencia de *Abies* (5-8%).

Los niveles 21-19 del Paleolítico medio más reciente indican un cambio significativo en la vegetación del paisaje (Figs. 3 y 4). El componente herbáceo sigue predominando con un máximo del 50% en el nivel 21 y un mínimo del 27% en el nivel 19. La cobertura arbórea es mayor (ca. 30%) con *Pinus*, y en menor medida *Quercus*, mientras que se observa un declive en *Alnus* y *Abies* desaparece. Los elementos del matorral, sin embargo,

caen significativamente por debajo del 20%, y aunque la mayoría de ellos mantienen su presencia, otros desaparecen (*Ephedra fragilis* o *Myrtus*), o aparecen solo en unas pocas muestras (*Erica arborea*, *Maytenus*, *Viburnum*).

El límite entre el Paleolítico medio (nivel 17) y el Paleolítico superior (nivel 16) muestra un cambio sustancial en los espectros polínicos, ahora con una codominancia de la vegetación arbórea (32-45%) y herbácea (30-40%), pero sobre todo, un aumento significativo de los matorrales (28-37%). Cabe mencionar la reaparición de *Abies* y el aumento de *Alnus*. Los pinos se sitúan alrededor del 15-20%, y los *Quercus* caducifolios y perennifolios son importantes. Los arbustos están representados principalmente por *Ephedra fragilis*, *Myrtus*, *Olea*, *Phillyrea*, *Viburnum* y *Pistacia lentiscus*. Destaca la presencia del arto (*Maytenus senegalensis*). La vegetación durante este período sugiere condiciones más húmedas y cálidas. Finalmente, el Paleolítico superior, nivel 15, muestra una vegetación similar con una regresión progresiva de la maquia termófila y cierto aumento del componente herbáceo.

Conviene destacar la aparición del arto en la zona (*Maytenus senegalensis*) (Fig. 5). El arto es un relicto terciario amenazado, cuyas comunidades (artales) son especialmente abundantes en la provincia de Málaga. Además, cabe mencionar la presencia del abeto (*Abies pinsapo*), que aparece por primera vez en los niveles 23 y 22 (Paleolítico medio), para desaparecer después y reaparecer en los niveles 17 y 16, en la transición entre el final del Paleolítico medio y

el Paleolítico superior. En todos los casos, y considerando la baja capacidad de dispersión del polen de esta especie, sus porcentajes pueden considerarse altos, lo que demostraría una relativa proximidad de "pinsapares" (comunidades de *Abies pinsapo*) al área de estudio.

Más información

Ochando *et al.* (2020d)
