



LAGUNA DE MEDINA

Jerez de La Frontera, Cádiz
Holoceno (9000 años BP – actualidad)

La Laguna de Medina ($36^{\circ} 37' 04''$ N, $06^{\circ} 03' 02''$ O; 30 m s.n.m.) (Fig. 1) es un lago salino que ocupa una posición interfluvial entre el Río Guadalete y el Arroyo Salado, a unos 12 km al sureste del núcleo urbano de Jerez de la Frontera, con una cuenca de captación de 16 km² descansando sobre arcillas triásicas y margas del Eoceno. El lago, que se encuentra actualmente protegido por la Junta de Andalucía (Reserva Natural, Red Natura 2000 y Reserva Integral Zoológica), tiene una profundidad máxima de 3,5 m durante el invierno, llegando a quedar desecado en el período estival.

La vegetación asociada al sistema lacustre actual está dominada por *Phragmites australis*, *Scirpus maritimus*, *S. holoschoenus*, *Typha dominguesis*, *Juncus maritimus*, *J. acutus*, *Salsola kali*, *Frankenia laevis* y *Tamarix canariensis*, mientras que el matorral adyacente exhibe

Quercus coccifera, *Asparagus albus*, *Chamaerops humilis*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* y especies de *Thymus*, *Teucrium* y *Lavandula*, entre otras.

Por medio de una sonda de pistón de tipo Livingstone, Reed *et al.* (2001) extrajeron tres testigos de sedimento en agosto de 1993. Uno de los testigos fue sometido a tratamiento palinológico y control temporal por radiocarbono, obteniéndose fechas por AMS desde carbón y semillas de *Potamogeton pectinatus* (Tabla 1). En realidad, Reed *et al.* (2001) desarrollaron un estudio multiparamétrico (diatomeas, ostrácodos, moluscos, foraminíferos, polen y sedimentología) centrado en la paleolimnología y el cambio climático asociado. Aunque la laguna siempre ha tenido aguas someras, se registran los máximos niveles lacustres entre 6960 y 6680 años cal BP, y también se incluyen varios eventos abruptos de dese-



Figura 1. Vistas del lago salino de Medina (Foto: JL González)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la Laguna de Medina. Reed *et al.* (2001)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
AA-22743	142-146	1295 ± 40	1220	Semillas (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	AMS
AA-22744	244-248	2485 ± 45	2535	Semillas (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	AMS
AA-22745	404-410	3690 ± 45	4030	Semillas (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	AMS
OxA/W655-9	496-500	3559 ± 78	4500	Carbón	AMS
AA-22739	520-524	4085 ± 50	4640	Carbón	AMS
AA-22740	520-524	4425 ± 50	-	Semillas (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	AMS
AA-22741	544-548	4445 ± 55	5080	Carbón+Semillas (Amarantáceas)	AMS
AA-23443	616-628	4985 ± 55	5770	Carbón	AMS
AA-22742	704-708	5465 ± 50	6260	Carbón	AMS
AA-15035	786-788	6080 ± 60	6970	Carbón	AMS
AA-15038	916-918	7310 ± 65	8060	Carbón	AMS
AA-15037	999-1001	7310 ± 65	8060	Carbón+Semillas (Amarantáceas)	AMS

Tabla 2. Dataciones de radiocarbono AMS en restos orgánicos del núcleo Co1313 del lago Medina. Schröder *et al.* (2018)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
COL3288	48-50	287±44	362±62
UBA-32745	183-185	1345±24	1247±60
UBA-32746	242-244	1160±29	1080±98
UBA-32747	317-319	2098±26	2069±70
COL3412	360-364	2537±43	2621±131
UBA-32748	394-396	2694±25	2803±46
UBA-32743	447-449	7291±52	8091±106
UBA-32744	477-479	2998±33	3201±130
COL3413	672-676	3669±42	4017±130
COL3414	1144-1146	4573±46	5250±199
COL3415	1146-1151	4675±46	5446±134
COL3416	1154-1156	4586±45	5257±203
COL3417	1303-1307	5341±104	6113±201
COL3419	1540-1542	5351±45	6138±138
COL3420	1624-1626	5450±59	6212±187
COL3421	1878-1880	6253±55	7141±139
COL3423	2020-2022	10967±63	12858±141
COL3291	2048-2050	5023±40	5777±117
COL3425	2283-2285	8001±61	8832±184
COL3427	2493-2497	8128±53	9128±142

cación de la laguna. Algunos de estos eventos reflejan la variabilidad climática del Holoceno a la escala de décadas y por tanto sugieren una enorme sensibilidad en los procesos limnológicos del sistema lacustre de Medina.

Entre 9000 y 6200 años cal BP aproximadamente, la secuencia polínica (Fig. 2) muestra los máximos de *Q. suber* coincidiendo con altos valores de microcarbón en el sedimento. En este período se constatan varias fases de desecación en el registro limnológico. Es tam-

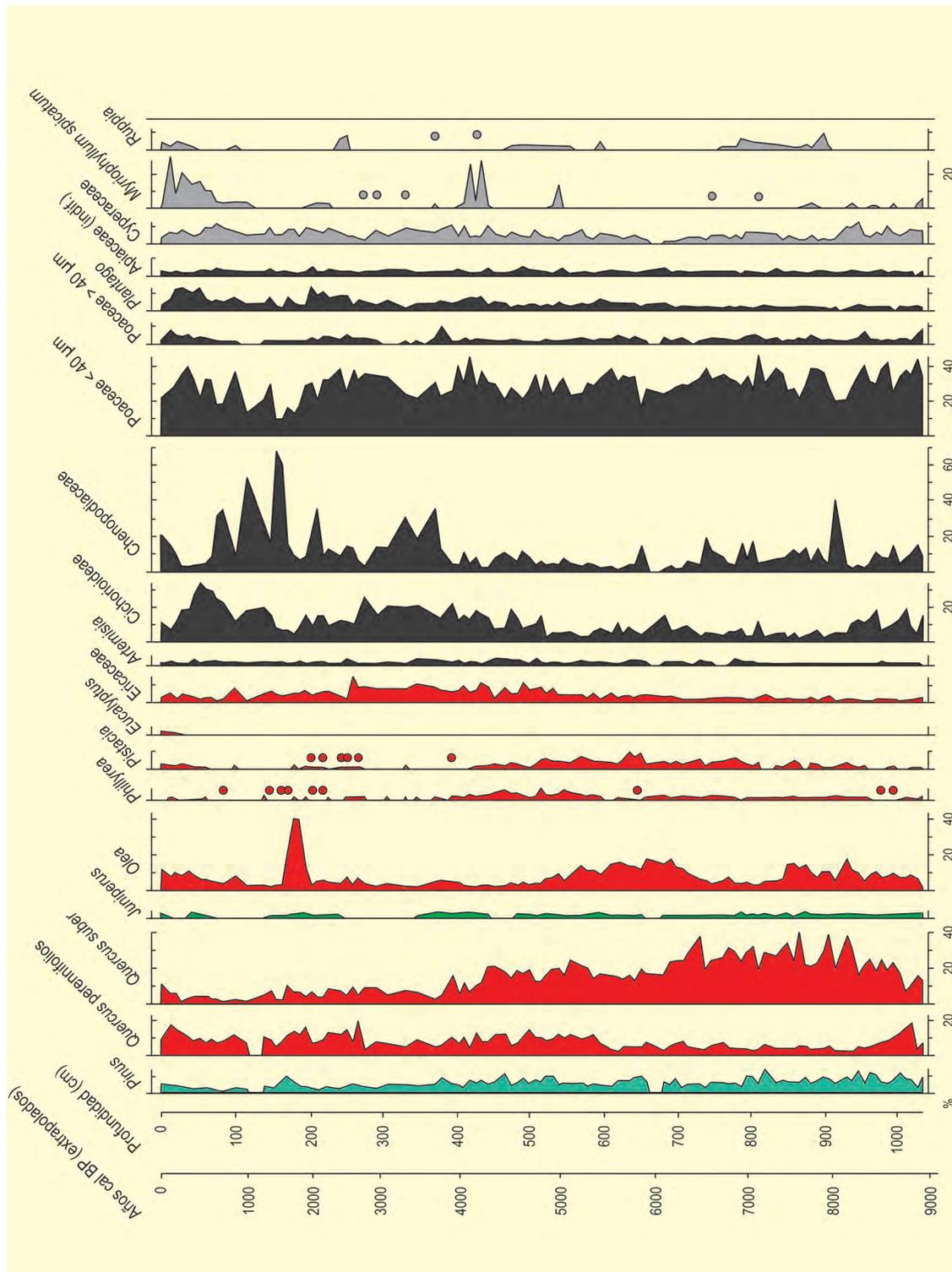


Figura 2. Diagrama polínico sintético de la Laguna de Medina. Redibujado de Reed et al. (2001) y Proyecto Las Encinas (<http://craticula.ncl.ac.uk/lasencinas/>)

bién una fase de abundante *Olea* y creciente frecuencia de *Pistacia*. Por otro lado, *Pinus* y *Quercus* de tipo *ilex-rotundifolia* aparecen de forma consistente en todo el intervalo (Fig. 2). El olivo sufre un declive a partir de 7400 años cal BP, aparentemente iniciado por un pico en la incidencia del fuego. A partir de este momento, se produce una expansión generalizada de Ericaceae.

Entre 6200 y 4700 años cal BP aproximadamente se produce un reemplazamiento parcial de *Quercus suber* por *Quercus ilex-rotundifolia*, después de los máximos de *Olea*, *Phillyrea* y *Pistacia* (Fig. 2). Los autores sugieren la influencia de las actividades humanas durante el Neolítico y Calcolítico sobre la base de la presencia de *Rumex*, tipo *Cirsium*, *Plantago* y otras ruderales. A

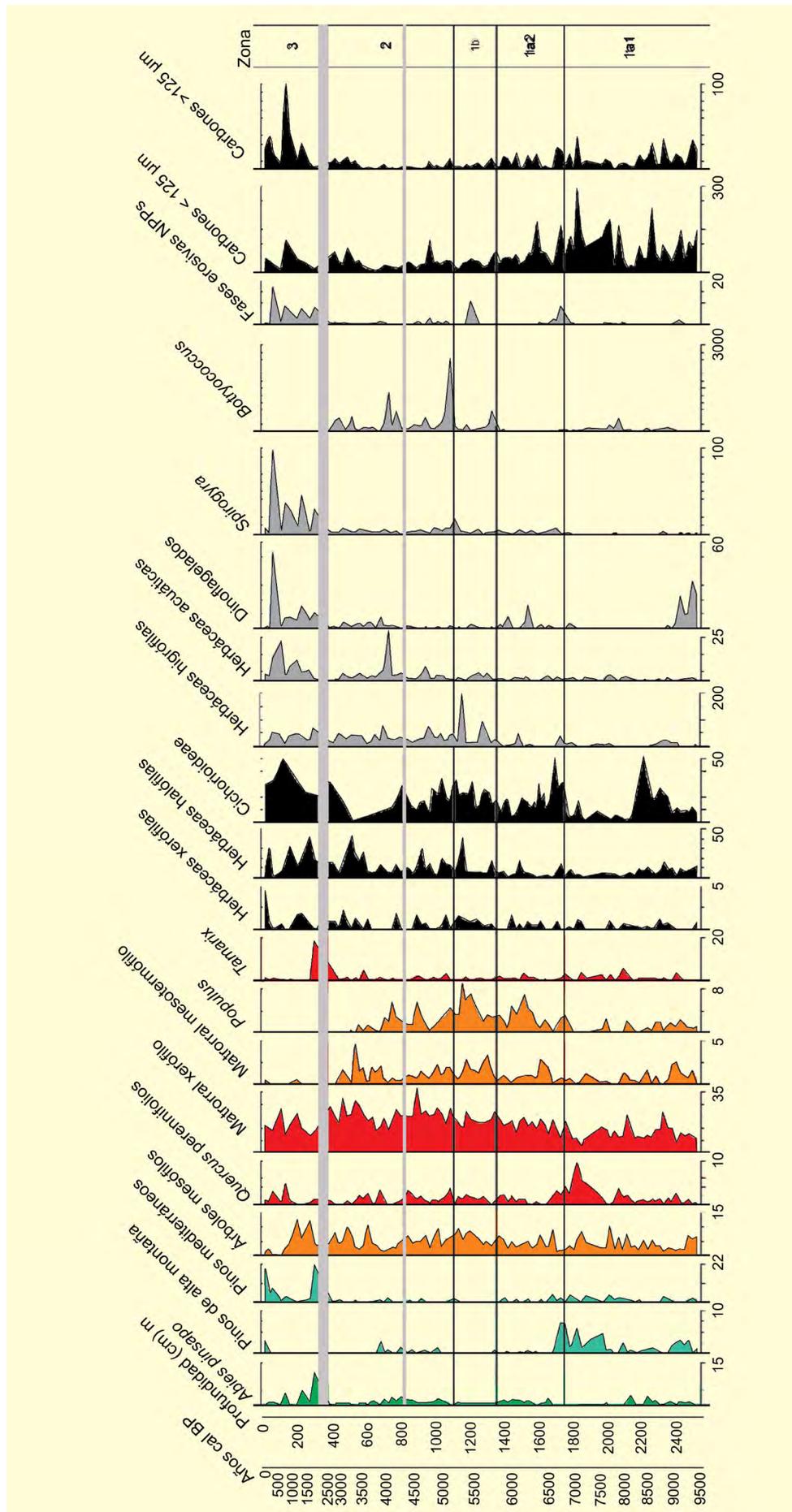


Figura 3. Diagrama polínico, NPPs y partículas de carbón del núcleo C01313 del Lago de Medina. de partículas de polen, NPP's y carbón [%] del núcleo C01313 del lago Medina. Grupos ecológicos: Pinos de alta montaña (*Pinus sylvestris-nigra*); pinos mediterráneos (*Pinus pinaster*, *P. halepensis-pinea*); árboles mesofitos (*Quercus caducifolia*, *Tilia*, *Corylus* y *Juglans*); Matorrales xerotermófilos (*Olea europaea*, *Phillyrea*, *Juniperus*, *Pistacia lentiscus*, *Cytisus/Genista*, *Cistus ladanifer*, *Smilax aspera*, *Erica arborea*, *Rubia peregrina*, *Araceae*, *Daphne gnidium*, *Rhamnus*); matorrales mesotermófilos (*Prunus*, *Sambucus nigra*, *Arbutus unedo*, *Cistus populifolius*, *Lonicera*, *Viburnum*, *Hedera helix*); herbáceas xerófilas (*Artemisia*, *Armeria/Limonium*, *Resedaceae*, *Helianthemum*); herbáceas halófilas (*Anaranthaceae*); herbáceas higrofilas (*Phragmites*, *Cyperaceae*, *Typha latifolia*); herbáceas acuáticas (*Ranunculaceae*, *Nuphar luteum*, *Potamogetonaceae*, *Myriophyllum verticillatum*, *Myriophyllum spicatum*, *Hydrocharitaceae*, *Ruppia*); NPPs (*Glomus*). Modificado de Schröder et al. (2018)

continuación y hasta 2500 años cal BP, se reduce la cobertura de *Quercus suber* y *Olea*. El fuego podría ser de nuevo el factor desencadenante. La presencia continua de *Phillyrea*, *Cistus* y *Ericaceae* así lo atestiguan. Pero la mayor intensificación de la acción antrópica tiene lugar durante los últimos 3000 años, cuando aumenta el encinar (actividades de tipo dehesa) en detrimento del alcornocal y el pinar originales. Los incrementos aquí son máximos para el polen de *Cichorioideae*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae* y *Plantago*. Se evidencia un máximo abrupto de *Olea*, probablemente debido al cultivo en época romana (2000 años cal BP), y otro menor durante época medieval (500 años cal BP). La plantación de *Eucalyptus* en época reciente queda registrada en los niveles más superficiales.

El estudio de alta resolución del núclero Co1313 (Schröder *et al.* (2018) del Lago de Medina, muestra un nuevo registro de elementos polínicos, NPPs y microcarbones (Fig. 3). La zona polínica 1a1 (~9,4-6,8 ka cal BP) está dominada por polen arbóreo de pinos de alta montaña en concordancia con *Quercus perennifolia*. La presencia de herbáceas halófilas es de baja a moderada y fluctúa alrededor del 5 %, mientras que las plantas higrófilas están presentes en un porcentaje muy bajo. Los dinoflagelados están presentes en la parte más baja de la zona 1a1 con hasta un 35 %. Se observa una estrecha correlación de los taxones mesofitos y partículas de carbón al igual que ocurre en la secuencia de Siles Carrión (2002). La zona polínica 1a2 (~6,8-5,8 ka cal BP) muestra valores más altos de taxones riparios como *Populus* y una fuerte disminución de pinos de alta montaña, mientras que los halófilos están representados en un nivel bajo. Las partículas de carbón muestran una tendencia decreciente, mientras que los taxones xerotermófilos presentan mayores abundancias en comparación con la zona polínica anterior.

La zona 1b (~5,8-5,2 ka cal BP) muestra valores más altos de matorrales mesotermófilos y apariciones más altas de plantas halófilas en la parte superior, mientras que las partículas de carbón tienden a disminuir. La zona de polen adyacente 2 (~5,2-2,3 ka cal BP) manifiesta dominancia de los árboles mesófilos, así como del matorral xerotermófilo y taxones acuáticos. Los bosques de ribera (*Populus*) tienden a disminuir a favor de la presencia de *Tamarix* en la parte alta de la zona. En general la creciente presencia de *Amaranthaceae* marca un aumento de la salinidad en los suelos que rodean el lago.

El inicio de la zona alta 3 (~2,3 cal BP-actualidad) está marcada por la mala preservación polínica. Los valores de carbón son muy bajos y muestran una tendencia decreciente. Esta zona se caracteriza por la presencia de mesófilos, matorrales xerotermófilos y ocurrencias asincrónicas de plantas halófilas e higrófilas. *Botryococcus* desaparece, mientras que los dinoflagelados y *Spirogyra* se vuelven abundantes. Las especies endémicas de *Abies pinsapo* se encuentran en porcentajes elevados al inicio de la zona polínica 3.

Los proxies indican condiciones climáticas áridas y cálidas durante el Holoceno temprano, alrededor de 9,5-7,8 ka cal BP, con un evento de desecación en torno a 8,8 ka cal BP, así como evidencia tentativa del evento 8,2 ka cal BP. El Óptimo Holoceno (~7,8-5,5 ka cal BP) se caracteriza por un clima húmedo y un nivel máximo del lago; mientras que el Holoceno medio y final se rige por la progresiva aridificación acompañada del desarrollo de la típica vegetación mediterránea de tierras bajas, así como el origen antropogénico de las formaciones dominadas por la encina.

Más información

Reed *et al.* (2001), Proyecto Las Encinas (<http://craticula.ncl.ac.uk/lasencinas/>), Schröder *et al.* (2018)



LAGUNA DE RÍO SECO

Sierra Nevada, Granada
Holoceno (11000 años cal BP)

La Laguna de Río Seco ($37^{\circ} 02' N$, $3^{\circ} 20' O$; 3020 m s.n.m.) es una de las muchas lagunas alpinas de origen glaciar situadas por encima de 2900 m en Sierra Nevada (Fig. 1). Tiene una superficie de 0,42 ha, una cuenca de drenaje de unos 9,9 ha y una profundidad máxima de unos 3 m (en primavera). Se localiza por encima de la cota de árboles y la vegetación que la rodea es típica del piso crioromediterráneo.

Se ha obtenido aquí un testigo de sedimento de unos 1,5 m de longitud que se caracteriza por unas arcillas de origen glaciar con cantos de micaesquistos a la base y unas arcillas más o menos orgánicas que pasan a arcillas muy orgánicas y laminadas hacia techo. Las muestras se dataron por medio de ^{137}Cs y ^{210}Pb para

los sedimentos más superficiales (primeros 15 cm) y con ^{14}C el resto del testigo sedimentario (Tabla 1). Las dataciones nos confirman que este lago probablemente se formó posteriormente a la deglaciación y contiene un registro del Holoceno (últimos 11,5 ka).

El registro de polen (Anderson *et al.* 2011) indica que entre 11,2 y 10,6 ka la vegetación estaba caracterizada fundamentalmente por una estepa rica en *Artemisia*, *Amaranthaceae*, *Ephedra* y *Juniperus* (Fig. 2). El Holoceno temprano, entre 10,6 y 7,8 ka está caracterizada por la expansión de *Pinus*, que substituye a la estepa de *Artemisia*. Aunque *Pinus* nunca alcanza porcentajes $> 40\%$, por lo que probablemente no vivió a tan elevada altitud. En este periodo se alcanzan los valores más altos



Figura 1. Foto de la Laguna de Río Seco en Septiembre 2006 (Foto: Gonzalo Jiménez-Moreno)

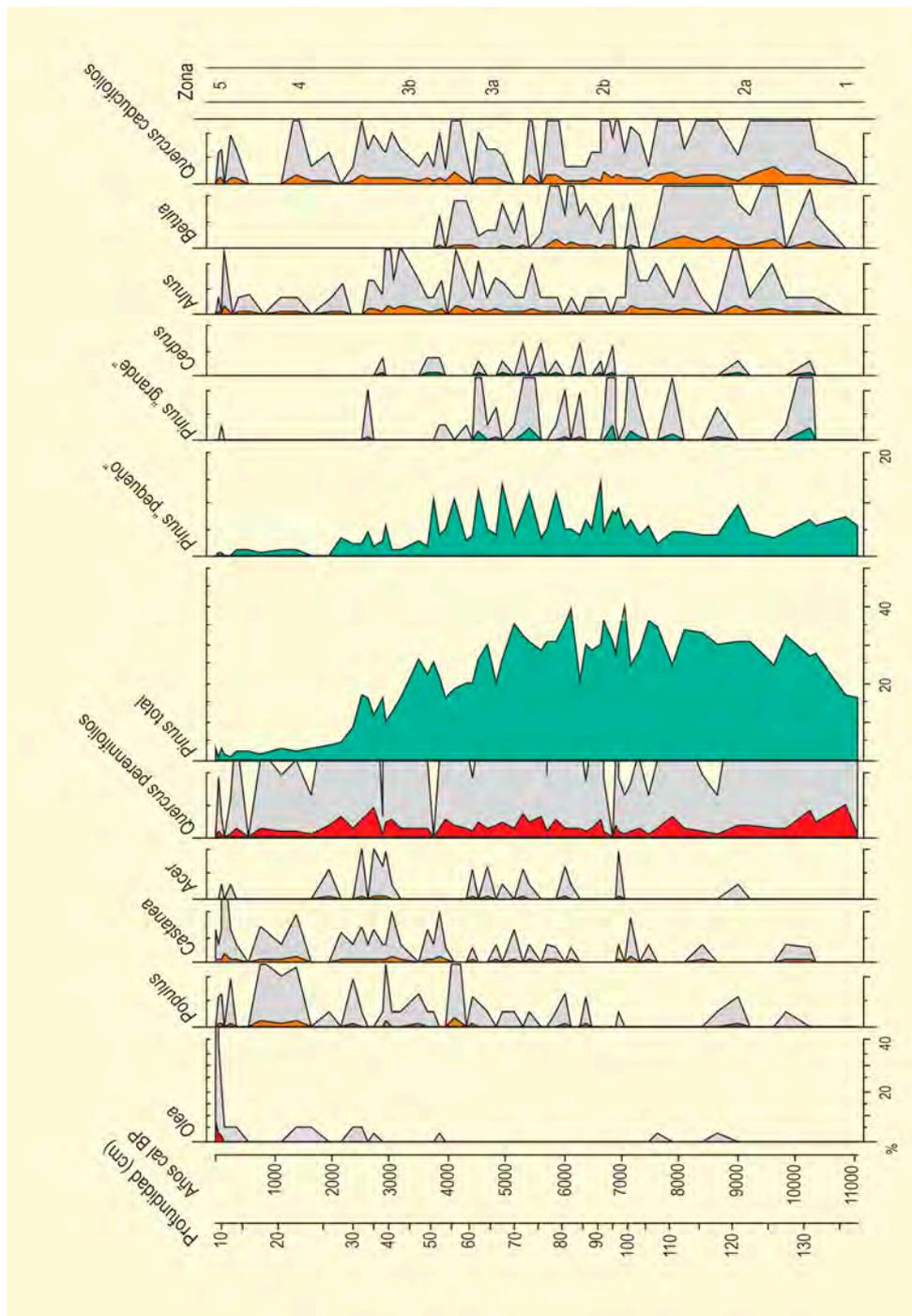


Figura 2. Diagrama polínico de los principales taxones arbóreos del núcleo 06-01 de Laguna de Río Seco. Exageración .10x. Modificado de Anderson et al. (2011)

de *Betula*, *Quercus caducifolios*, plantas acuáticas y algas en la secuencia y por tanto se interpreta como el máximo de humedad y del nivel del lago. Este periodo se corresponde con el Periodo Húmedo Africano.

Entre 7,8 y 5,8 ka *Pinus* alcanza su máxima abundancia, lo que se puede interpretar como el máximo térmico (o la cota más alta del pino en esta área), sin embargo, los taxones más hidrófilos dis-

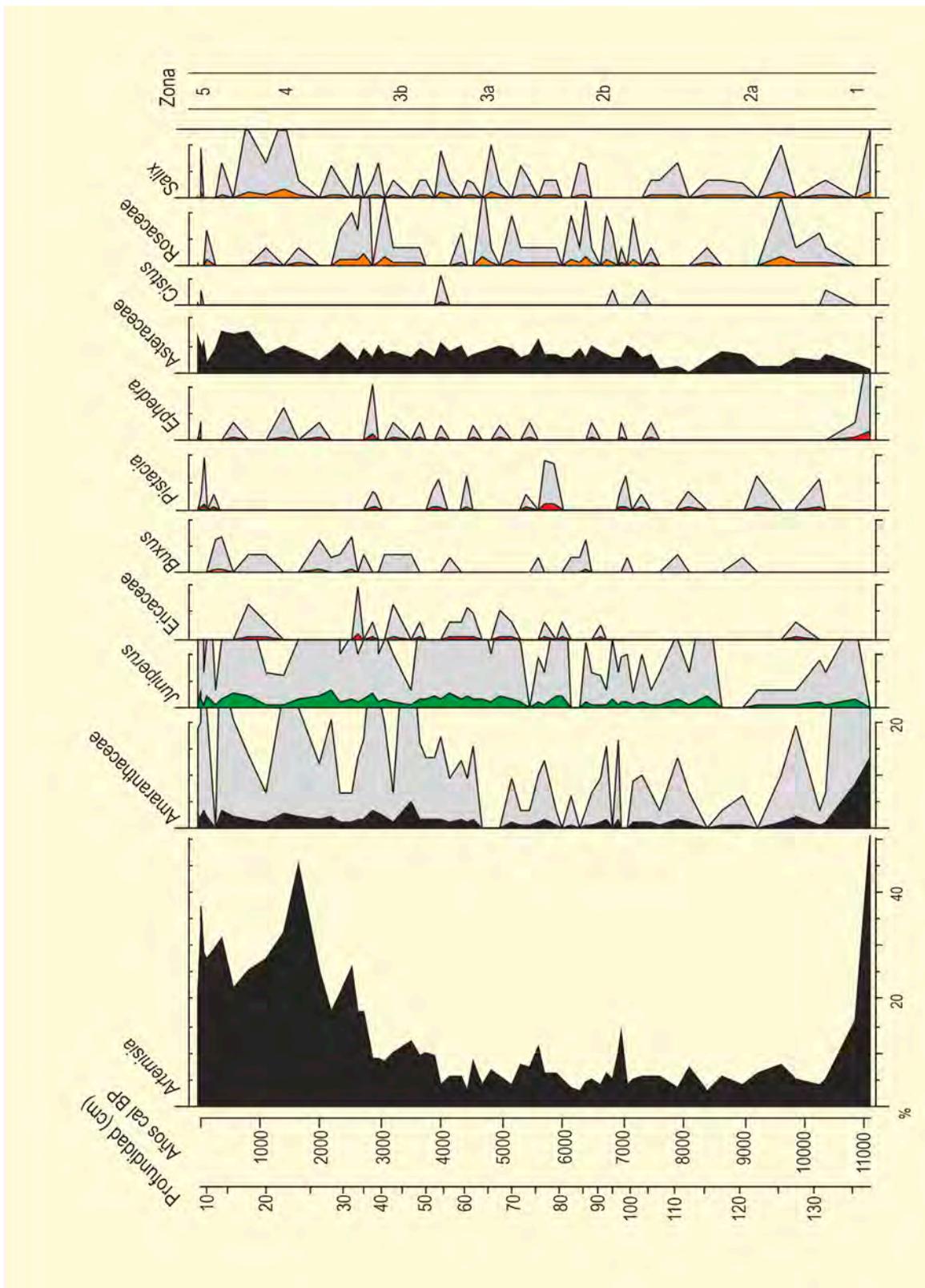


Figura 3. Diagrama polínico de los principales taxones arbustivos y perennes del núcleo 06-01 de Laguna de Río Seco. Exageración 10x. Modificado de Anderson et al. (2011)

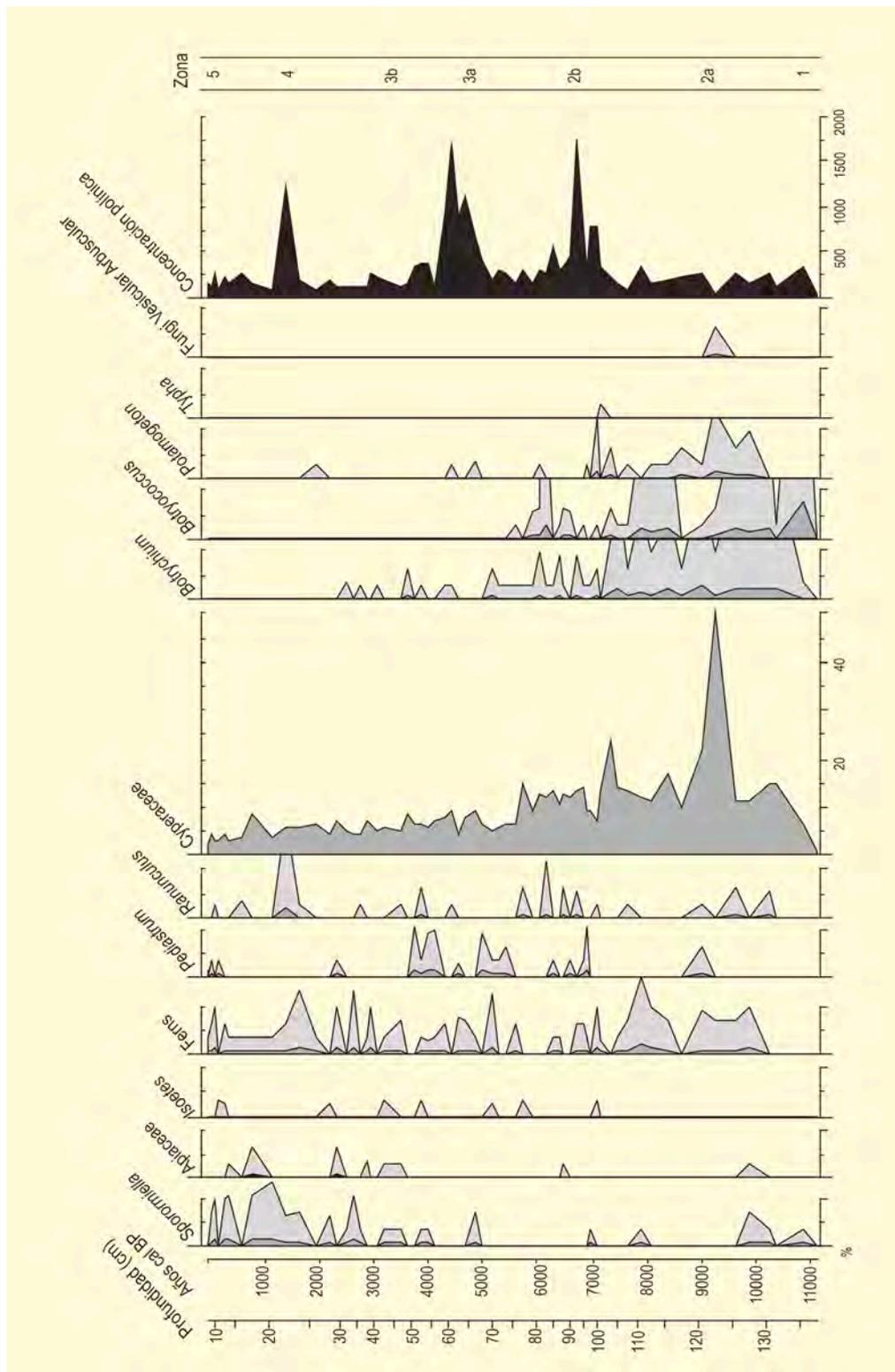


Figura 4. Diagrama de los taxones acuáticos y de esporas de la Laguna de Río Seco 06-01. Exageración 10x. Modificado de Anderson et al. (2011)

minuyen su presencia, lo que indica un aumento en la aridez. Esta aridificación y probablemente una disminución temperatura continua durante el Holoceno medio y tardío y se evidencia, después de 5,7 ka, por la reducción en el bosque templado (*Q. ilex-coccifera* y *Pinus*) y por el contrario un incre-

mento en *Artemisia*, *Juniperus*, *Ephedra* y *Amarantaceae*.

El impacto del hombre en el medioambiente es relativamente pequeño comparado con otras localidades a más baja altitud. Aunque existen evidencias de pas-

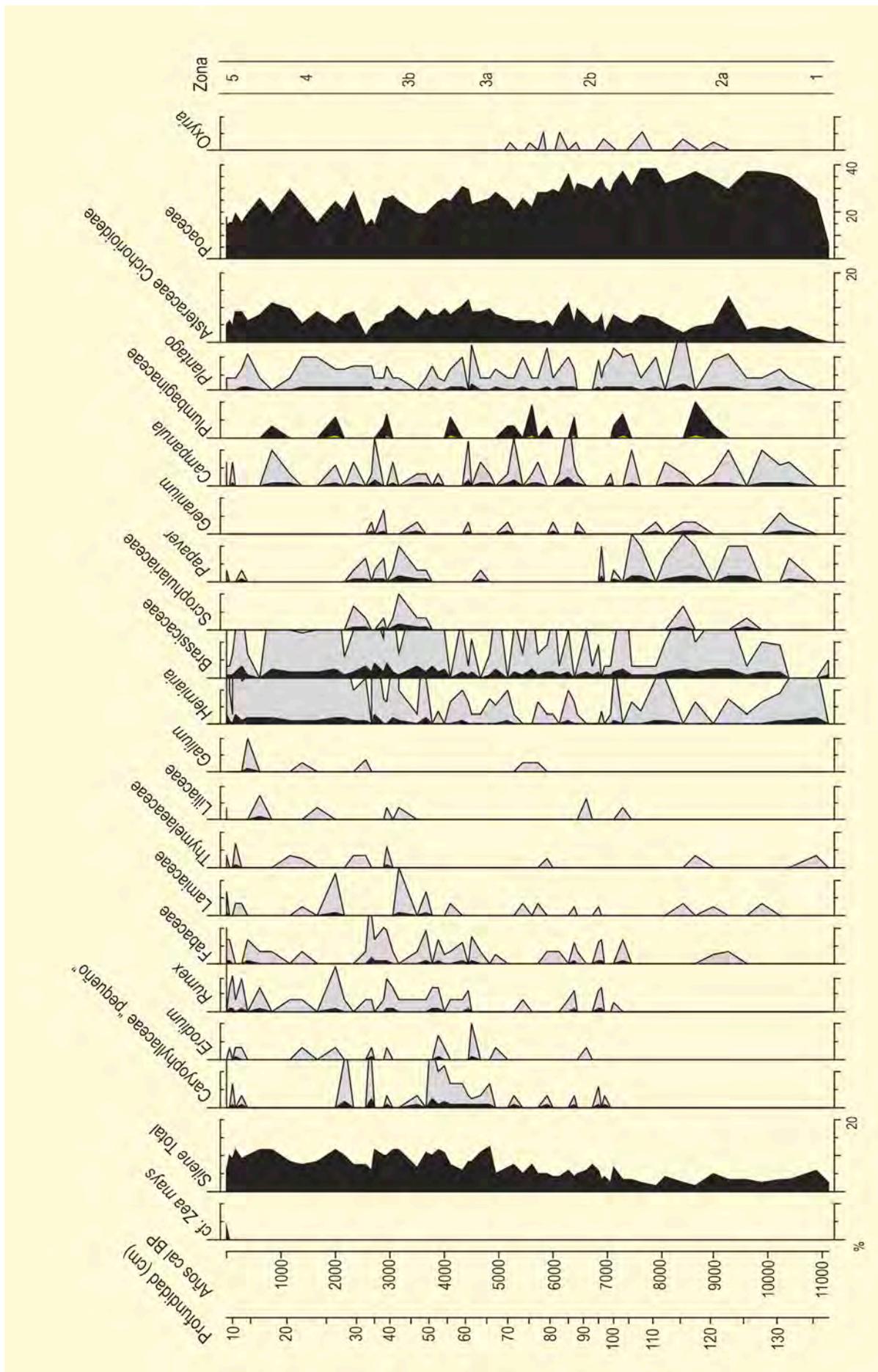


Figura 5. Diagrama polínico de los taxones herbáceo predominantes del núcleo 06-01 de Laguna de Río Seco. Exageración 10x. Modificado de Anderson et al. (2011)

Tabla 1. Dataciones de la secuencia de Río Seco (Sierra Nevada). Calibraciones según Stuiver et al. (1998; CALIB 5.2)

Ref. Lab.	Testigo	Prof. (cm)	Años BP	Años AD/ Años cal. PB
	LdRS-06-02	5	¹³⁷ Cs	1963 AD
	LdRS-06-02	15	²¹⁰ Pb	1891 AD
UCIAMS 51255	LdRS-06-01	20	1520±15	1398
UCIAMS 63003	LdRS-06-01	26.5-27.0	2255±20	2234
UCIAMS 51256	LdRS-06-01	40	3060±15	3295
UCIAMS 63004	LdRS-06-01	46	3525±20	3786
UCIAMS 51257	LdRS-06-01	60	4010±15	4480
UCIAMS 51258	LdRS-06-01	80	5450±30	6246
UCIAMS 63005	LdRS-06-01	83.0-83.5	5505±20	6298
UCIAMS 63006	LdRS-06-01	109.5	6550±20	7453
UCIAMS 32495	LdRS-06-01	123.0-124.0	8570±60	9540

toreo en la zona por la presencia del hongo *Sporormiella* que está asociado a las heces de ganado y por el aumento en plantas típicas de pastos (*Rumex* y *Plantago*), que se intensifican a partir de los 2,8 ka. El aumento considerable de *Olea* en los últimos 250 años y la presencia de polen de maíz evidencia la influencia de la agricultura en la vegetación a altitudes más bajas. Aunque el descenso en *Pinus* durante los últimos 4 ka también podría estar debido (aparte del clima) a la tala masiva. El incremento en *Pinus*, por repoblación es muy evidente en las últimas décadas.

El análisis de carbones en los sedimentos de este testigo también nos da información acerca de la fre-

cuencia de incendios en esta zona. En este registro los incendios son muy moderados, pero comunes durante todo el Holoceno. Esto probablemente se deba a que el tipo de vegetación que predomina a esta altitud no está sometido a frecuentes incendios (Anderson *et al.* 2011). El incremento que se produce en los últimos 3,9 ka BP es muy similar a otros registros de carbones en esta zona (p.e., en la Sierra de Baza; Carrión *et al.* 2007) y evidencia que es una señal regional relacionada con el incremento de aridez y la actividad humana.

Más información

Anderson *et al.* (2011)



LAGUNA HONDERA

Sierra Nevada, Trevélez, Granada
Holoceno temprano – actualidad (10800-63 años cal BP)

Laguna Hondera (37° 02' N, 3° 17' O; 2899 m s.n.m.) se localiza en la vertiente sur de Sierra Nevada a 8,5 km del pueblo de Trevélez, en la Alpujarra granadina (Fig. 1). Se trata de una laguna pequeña y somera localizada en el punto más bajo de un valle ocupado por pequeños lagos y borreguiles, conocido localmente como la Cañada de Siete Lagunas. Este valle glacial se sitúa entre dos de los picos más altos de la Península Ibérica: Alcazaba (3366 m s.n.m.) y Mulhacén (3479 m s.n.m.). La laguna tiene una superficie de 0,53 ha, una profundidad máxima de 0,8 m y está alimentada por una cuenca de drenaje de 155 ha (Fig. 2). El basamento de su cuenca de drenaje consiste en micaesquistos con distena y estaurólita de edad precámbrica y paleozoica, dentro de la formación Caldera. Cuando se recuperó el testigo de sondeo, en septiembre del 2012, la laguna estaba reducida a una pequeña charca de pocos centímetros de profundidad.

Laguna Hondera se sitúa dentro del cinturón de vegetación crioromediterráneo (por encima de 2800 m s.n.m.). La vegetación circundante a la misma está dominada por pastizales adaptados al frío y la aridez, incluyendo especies como *Festuca clementei*, *Hormatophylla purpurea*, *Erigeron frigidus*, *Saxifraga nevadensis*, *Viola crassiuscula* o *Linaria glacialis*. El cinturón oromediterráneo (1900-2800 m s.n.m.) está compuesto principalmente por especies de *Juniperus* enanos (*J. sabina*, *J. communis* subsp. *nana*), matorrales xerófilos y pinares de montaña (*Pinus nigra* y *P. sylvestris*). El cinturón supramediterráneo (1400-1900 m s.n.m.) se caracteriza por la presencia de bosques con mezcla de especies perennes y caducifolias (*Quercus caducifolios*, *Quercus perennifolios* y *Pinus*, entre otros). Dada la escasez de vegetación en la cuenca de drenaje de la laguna, podemos deducir que gran parte del polen encontrado en ella es transportado por el viento desde cotas más bajas.



Figura 1. Localización de Laguna Hondera. Imagen extraída de Google Maps

Tabla 1. Datos de edad para el testigo LH 12-03. Todas las edades se calibraron usando la curva IntCal13 (Reimer *et al.* 2013) con el software Clam v. 2.2 (Blaauw 2010). CE: Era Actual

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Método	Años BP	Años cal. BP
	0	Presente	2012 CE	-63
Poz-72421	7	¹⁴ C	40±40	29-139
D-AMS 008539	22	¹⁴ C	1112±32	935-1078
D-AMS 008540	39	¹⁴ C	2675±30	2750-2809
BETA-411994	44	¹⁴ C	3350±30	3550-3643
BETA-411995	55,5	¹⁴ C	5480±30	6261-6318
Poz-72423	57,5	¹⁴ C	5510±50	6266-6405
Poz-72424	62	¹⁴ C	6450±50	7272-7433
Poz-72425	74	¹⁴ C	8620±70	9479-9778

El análisis del registro polínico de Laguna Hondera nos ha permitido reconstruir la vegetación y el clima de Sierra Nevada durante los últimos 10800 años. En la primera parte de la Zona 1a (10800-7000 años cal BP), solo se pudo extraer polen satisfactoriamente en un par de muestras, en las que el polen arbóreo representa más de 60 % de la asociación (Fig. 3). La mala preservación seguramente se deba a la alta erosión de los micaesquistos de la cuenca de drenaje y a la escasa formación de suelo, que provocan la oxidación de la materia orgánica y de los granos de polen. Las condiciones húmedas y la alta escorrentía durante este periodo quedan corroboradas por la litología, la geoquímica y la comparación con otros registros polínicos cercanos, como el de Río

Seco o el de Borreguiles de la Virgen, en los que la asociación fósil está dominada por diferentes especies de *Pinus* y plantas de humedal (Anderson *et al.* 2011, Jiménez-Moreno *et al.* 2013).

En la segunda parte de la Zona 1a (7000-4000 años cal BP) tiene lugar una aridificación progresiva. El sedimento de la laguna registra menos pulsos de escorrentía, permitiendo el desarrollo de turbas. Durante este periodo el polen de especies arbóreas disminuye a favor de especies herbáceas (Fig. 4). A su vez, en los alrededores de la laguna las especies de Poaceae crecen en detrimento de las de Asteraceae, mientras que en altitudes menores *Quercus* comienza a reemplazar a *Pinus*,



Figura 2. Cuenca de drenaje de Laguna Hondera. Imagen extraída de Google Maps

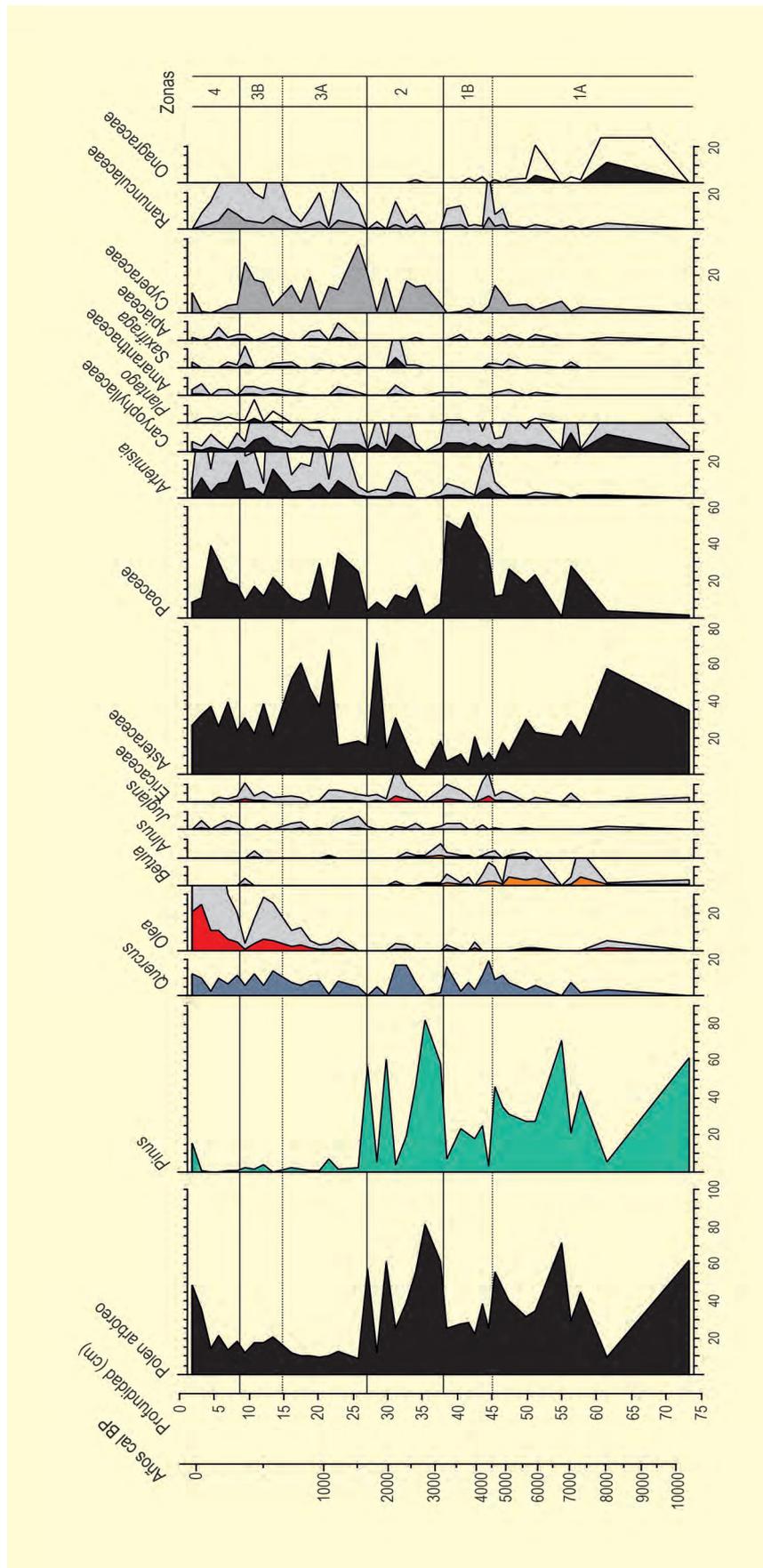


Figura 3. Diagrama polínico de la secuencia de Laguna Hondera. Modificado de Mesa-Fernández et al. (2018)

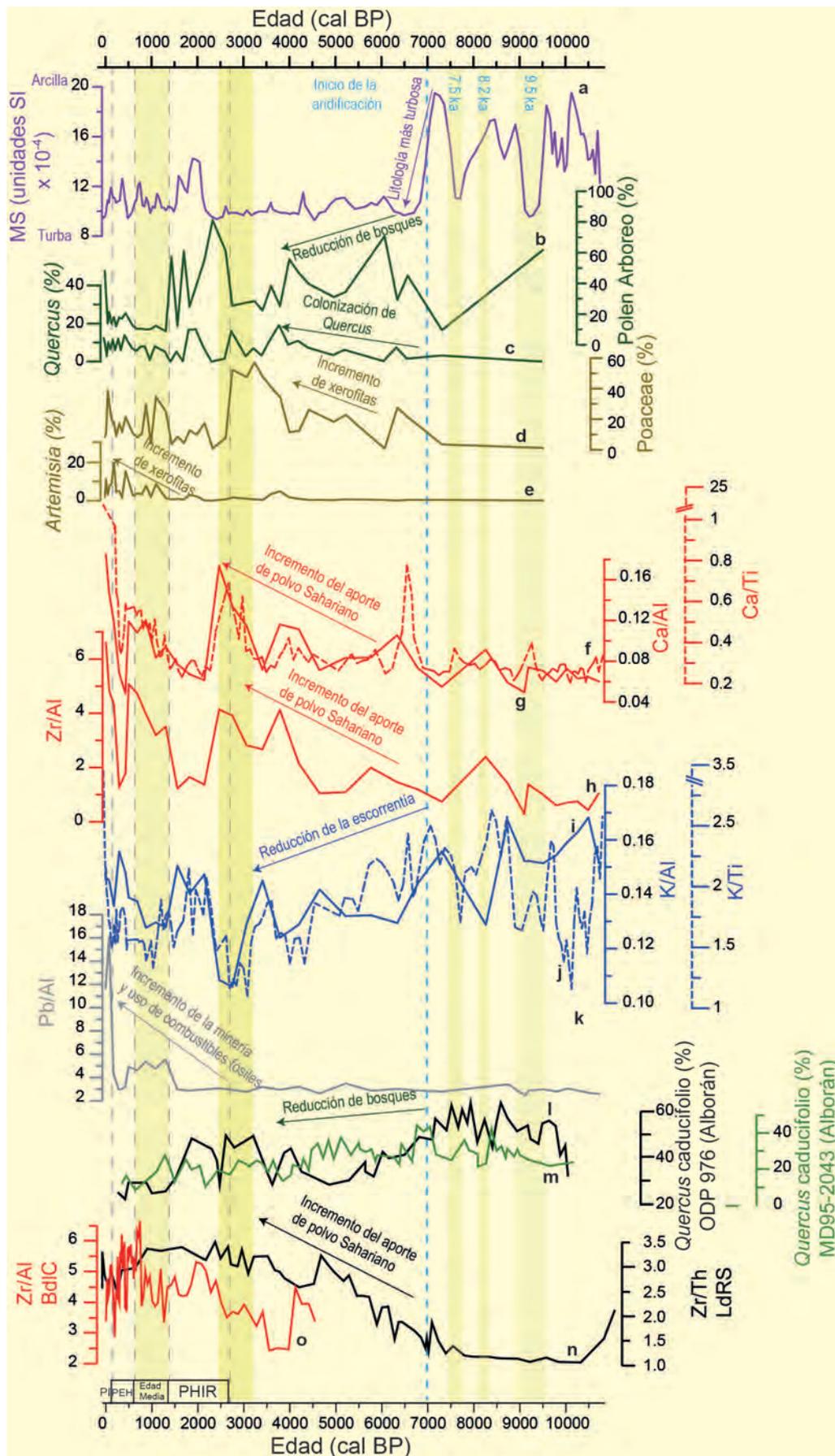


Figura 4. Comparación de datos polínicos más representativos de Laguna Hondera con indicadores geoquímicos de la misma y con otros registros cercanos. Modificado de Mesa-Fernández *et al.* (2018)

el cual es el género arbóreo predominante durante este periodo. El aumento de *Quercus* en los registros de alta montaña se debe probablemente al desplazamiento de este género hacia altitudes más altas como respuesta a un aumento de temperatura, compitiendo con *Pinus* por el mismo nicho ecológico. Durante este periodo tiene lugar la máxima expansión de *Betula*, que desaparecerá del registro polínico en la Zona 1b (4000-2600 años cal BP). Durante este periodo de aridificación, en Laguna Hondera se registran minerales provenientes del desierto del Sáhara, indicando que en torno a 6300 años cal BP la zona del Sáhara dejó de tener vegetación y empezó a ser el desierto que conocemos hoy en día. En la Zona 1b se alcanza la máxima expansión de especies herbáceas (60 %), principalmente representadas por Poaceae (Fig. 3), siendo el periodo preindustrial más árido del registro.

El intervalo de tiempo que abarca la Zona 2 (2600-1450 años cal BP) es conocido como el Periodo Húmedo Ibérico-Romano (PHIR). Durante este periodo se registran abundancias anómalamente altas de *Pinus*, que alcanzan porcentajes superiores al 80 %, mientras que en registros correspondientes a bosques de pinos no suelen exceder el 60 %. Dado que es imposible que existiese un bosque de pinos en los alrededores de la laguna, la explicación más plausible es que las condiciones húmedas que tuvieron lugar durante este periodo propiciaran el desplazamiento de la línea de árboles (situada en la actualidad a 2550 m s.n.m.) hacia cotas más altas. Este desplazamiento, junto con la presencia de vientos del oeste más fuertes, la alta productividad de polen de *Pinus* y la facilidad del mismo para recorrer grandes distancias, podrían explicar los altos porcentajes de *Pinus* en la laguna. Dentro del PHIR se diferencian tres fases: una primera más húmeda con un gran desarrollo del pino, una segunda algo más árida, y una tercera fase húmeda. Durante el PHIB se registra un incremento de las plantas de humedal, especialmente de Cyperaceae, coincidiendo probablemente con mayor desarrollo de la vegetación en torno a la laguna (Fig. 3). También se registra un aumento de la escorrentía superficial en la cuenca de drenaje, dando como resultado una sedimentación más detrítica con un menor desarrollo de turba (Fig. 4).

Durante la Zona 3a, que engloba toda la Edad Media (1450-650 años cal BP), hay un mayor desarrollo de especies herbáceas y xerofitas en detrimento de las especies

arbóreas. Entre las xerofitas destaca el incremento paulatino de *Artemisia*, favorecido por el clima cálido y árido y por el inicio de actividades pastoriles en altas cotas de Sierra Nevada. Durante este periodo, el género arbóreo predominante es *Quercus*, mejor adaptado a la sequía estival que *Pinus*. Estas condiciones más cálidas y áridas se reflejan también en un menor desarrollo de plantas de humedal (Fig. 3). Al final de este periodo se produce un incremento de *Olea europaea*, relacionado posiblemente con el inicio del cultivo de olivares en cotas más bajas. A su vez, se produce un aumento del contenido en plomo (Pb) en la laguna, que puede estar relacionado con la minería de galena en la zona, de la que hay registros desde la época romana (Fig. 4; García-Alix *et al.* 2013).

En la Zona 3b, correspondiente a la Pequeña Edad del Hielo (650-150 años cal BP), se registra un aumento de polen arbóreo de géneros como *Quercus* y *Pinus* y una disminución del polen herbáceo (Asteraceae, Poaceae y *Artemisia*), sugiriendo un nuevo desplazamiento de la línea de árboles a cotas más altas (Fig. 3). Durante este periodo hay un incremento de la vegetación de humedal, que indica un mayor desarrollo de la vegetación en torno a la laguna. De igual forma, los porcentajes relativamente altos de polen de *Olea* parecen indicar un cultivo continuado del olivo.

Por último, en la Zona 4, que englobaría la Era Industrial (150 años cal BP – actualidad), la asociación polínica está mayormente representada por Poaceae, Asteraceae y *Artemisia* y altamente influenciada por la acción antrópica. El porcentaje de *Olea europaea* supera el 20 %, coincidiendo con el inicio de la agricultura intensiva del olivo en cotas bajas. Por otro lado, en la muestra más reciente se registra también un gran incremento del polen de *Pinus*, que durante la Pequeña Edad del Hielo y la Edad Media registró valores mínimos; este aumento se relaciona con las labores de reforestación que tuvieron lugar durante la segunda mitad del siglo XX (Fig. 3; Valbuena-Carabaña *et al.* 2010). A su vez, en los sedimentos de la laguna hay un gran incremento en el contenido en Pb y en polvo sahariano, que estarían relacionados con el aumento en el uso de combustibles fósiles y el inicio de la agricultura extensiva en la zona del Sahel, respectivamente (Fig. 4).

Más información

Mesa-Fernández *et al.* (2018)



LANZAHÍTA

Valle del Tiétar, Lanzahíta, Ávila
Holoceno (2420 años cal BP – actualidad)

La zona más meridional de la provincia de Ávila la conforma el Valle del Tiétar, que se extiende a lo largo de 1159 km² desde los toros y cerros de Guisando, al este en la frontera con la provincia de Madrid, hasta la garganta Alardos, al oeste, que sirve de frontera natural con la provincia de Cáceres. Al norte, el valle queda delimitado por las estribaciones meridionales de la Sierra de Gredos y al sur por el curso mismo del río Tiétar, el cual a lo largo de sus poco más de 100 km de recorrido abulense sirve de límite fronterizo natural con la provincia de Toledo, constituyendo un valle fluvial relativamente ancho (15 km). El clima del Valle del Tiétar es suave y cálido, subtropical y de influencia

oceánica, gracias a la protección que representan las estribaciones montañosas de la Sierra de Gredos al norte. Una precipitación media de 800-1200 mm y la suavidad climática convierten a esta comarca en una zona altamente productiva desde un punto de vista agrícola y forestal, siendo abundantes los regadíos y frutales en la zona propia de valle, y los viñedos y olivares en las terrazas del piedemonte. La gran masa forestal le otorga una alta riqueza ganadera.

La heterogénea topografía existente, entre las altas cumbres gredenses y el fondo de valle, recrea una enorme diversidad de hábitats y microclimas, lo cual



Figura 1. Vegas y dehesas del Valle del Tiétar (Foto: J. Cañas Jiménez)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Lanzahita (López-Sáez *et al.* 2010)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
CNA-095	7-8	Moderno	—
Ua-24879	24-25	780 ± 35	720
Ua-24878	35	1020 ± 35	950
CNA-105	44-45	1315 ± 29	1260
CSIC-1877	64-65	1907 ± 35	1870
Ua-19515	75-76	2280 ± 55	2270
CSIC-1876	100	2387 ± 32	2420

ha permitido la existencia de zonas refugio incluso para elementos terciarios como *Prunus lusitanica*, abedules, almeces, avellanos, acebos, tejos, fresnos y olmos de montaña, etc. (López-Sáez & López-García 1994). Algunos estudios palinológicos han incidido, igualmente, en el posible carácter relicto del castaño (*Castanea sativa*) y el nogal (*Juglans regia*) en esta zona de la geografía abulense, caso de la secuencia del paleosuelo del Puerto de Casillas (López-Sáez *et al.* 1996, 1998, 2000), localizada en la localidad del mismo nombre al oriente de la Sierra de Gredos (40° 19' N, 04° 33' O; 1050 m s.n.m.); o de la turbera de San Esteban del Valle (40° 18' N, 04° 56' O; 1600 m s.n.m.) (López-Sáez *et al.* 1997).

Sin lugar a dudas, una de las temáticas paleofitogeográficas más importantes que han sido señaladas

para la Sierra de Gredos ha sido la referida al papel de los pinares en la configuración paisajística de las masas forestales holocenas. Actualmente ya no existen dudas sobre la existencia en el pasado de pinares altimontanos tanto de *Pinus nigra* como de *P. sylvestris* en esta sierra (Rubiales *et al.* 2007). Sin embargo, el caso del pino resinero (*Pinus pinaster*) seguía siendo motivo continuo de discusión. Unos primeros indicios polínicos, del paleosuelo de Lanzahita (40° 12' N, 04° 56' O; 450 m s.n.m.; López-Sáez *et al.* 1999, López-Sáez 2004) permitían apuntar la posible naturalidad local de este pino en el Valle del Tiétar. No obstante, en el mismo área, una investigación paleopalínológica detallada de la turbera de Lanzahita (López-Sáez *et al.* 2009b), localizada a unos 588 m s.n.m. (40° 13' N, 04° 56' O) y con una cronología precisa (Tabla 1), ha permitido confirmar sin ambigüedad lo antes expuesto.

**Figura 2.** Turbera de Lanzahita, Ávila (Foto: José Antonio López-Sáez)

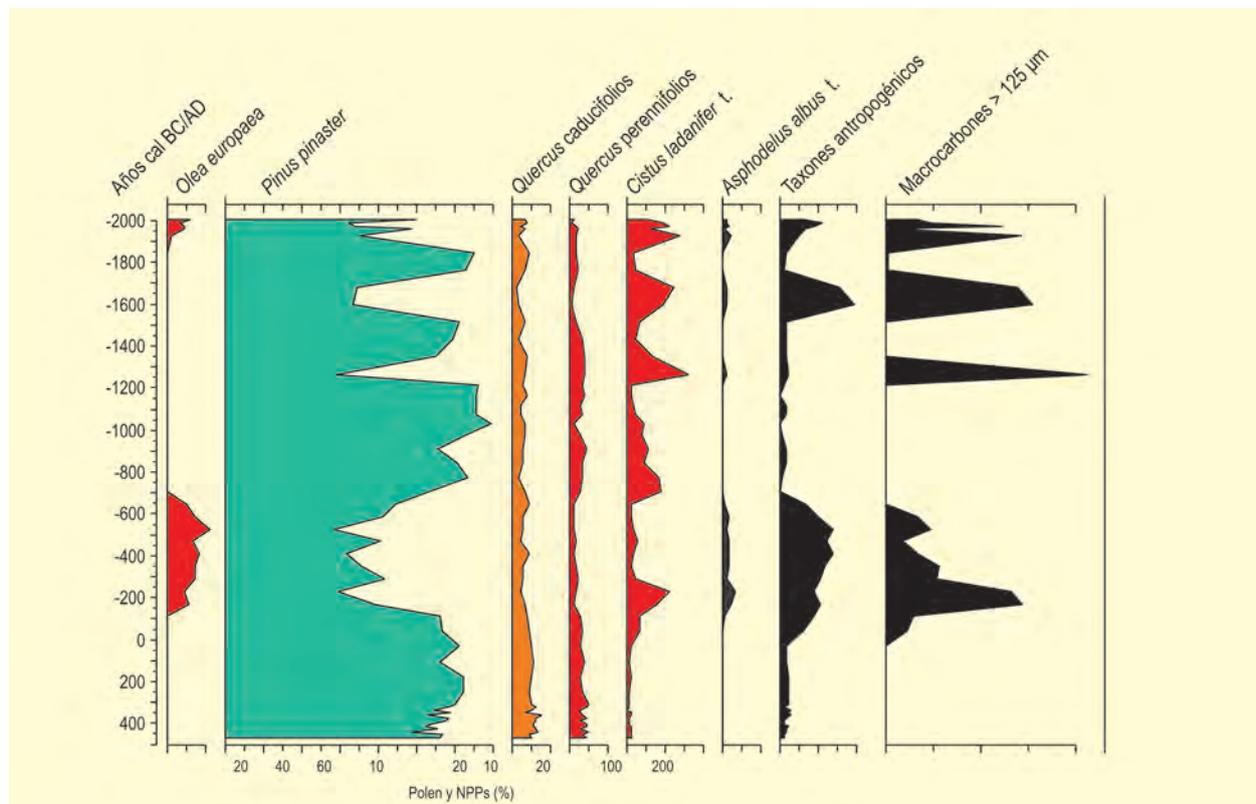


Figura 4. Tasa de acumulación de carbones y pólenes de la secuencia de Lanzahita. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2010)

De igual manera, el registro de Lanzahita muestra una relación muy evidente entre la dinámica porcentual de dicho pino y la incidencia de los incendios, según se refleja en la curva de microcarbónes. Entre los siglos II-VII AD (PAZ 2), XIII-XIX AD (PAZ 4) y XIX-XX AD (PAZ 5), la deforestación del pinar está relacionada con un aumento de la concentración de partículas microcarbonosas, así como de hongos carbonícolas (*Chaetomium*). Se trataría de incendios, sin duda, de origen antrópico, pues en estos momentos se incrementan igualmente los taxones antropogénicos, ciertos elementos pirófilos como *Cistus ladanifer* y *Asphodelus albus*, e incluso progresa el helechal de *Pteridium aquilinum*.

Este incremento del régimen de incendios estaría asociado al cultivo del olivo y a la dinámica pastoral. El más antiguo de los máximos de microcarbónes (155-170 años AD) coincide plenamente con los primeros asentamientos romanos en el Tiétar, el segundo (1265 años AD) con la repoblación cristiana de la comarca, el tercero (1600-1680 años AD) con el auge del sistema trashumante de La Mesta y, finalmente, los dos últimos (1930 y 1975 años AD respectivamente) con fuegos intensos registrados en el término municipal de Lanzahita durante el siglo XX.

Más información

López-Sáez *et al.* (2010)



LAS ÁNIMAS

Parque Nacional Sierra de las Nieves, Málaga
Holoceno reciente (~770 años cal BP)

El humedal de Las Ánimas (36° 41' N; 5° 1' O), un pastizal higrófilo dominado por *Schoenus nigricans* y *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea*, se encuentra a 1403 m s.n.m. en el Parque Nacional de la Sierra de las Nieves (Málaga). Este territorio, situado en el extremo más occidental de la Cordillera Bética, constituye un conjunto montañoso donde se sobrepasan en general los 1000 m s.n.m., y que comporta diversas unidades topográficas que configuran un accidentado relieve, con profundos barrancos, tajos y desfiladeros, acentuados por un modelado kárstico. El pastizal se localiza sobre arcillas y areniscas impermeables. En la superficie las arcillas son de color ocre y se van oscureciendo con la profundidad.

El clima es mediterráneo pluviestacional-oceánico, con una sequía estival relativamente intensa, un pe-

ríodo muy lluvioso de otoño a primavera y un régimen de altas temperaturas en verano, aunque la proximidad del mar las suaviza. La precipitación orográfica característica en la Sierra de las Nieves, alcanza valores que oscilan entre los 900 y 1600 mm anuales en zonas bajas y altas, respectivamente. Las temperaturas sufren fuertes fluctuaciones entre el verano, con temperaturas máximas del mes más cálido de 24-25 °C, y el invierno, cuando las temperaturas mínimas del mes más frío se sitúan entre -1,5 y 1 °C. La temperatura media anual se sitúa entre 9 y 11 °C.

La vegetación más representativa del ámbito de estudio es el bosque de *Abies pinsapo*, endemismo bético restringido a tres núcleos poblacionales, distribuidos en las Sierras de Grazalema, de las Nieves y Bermeja, que se desarrolla entre 900-1800 m s.n.m., generalmente



Figura 1. Humedal de Las Ánimas en el Parque Nacional Sierra de las Nieves, Málaga (Foto: Francisca Alba-Sánchez)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Las Ánimas. Alba-Sánchez *et al.* (2019)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. AD
SUERC-40217 (GU27041)	37	130 ± 30	1877 (1961) 1910
SUERC-40218 (GU27042)	60	145 ± 30	1806 (1899) 1846
SUERC-40219 (GU27043)	85	155 ± 30	1728 (1826) 1773
SUERC-40220 (GU27045)	127	175 ± 30	1588 (1692) 1635
SUERC-40221 (GU27046)	133	215 ± 30	1566 (1669) 1613
SUERC-40222 (GU27047)	155	295 ± 30	1485 (1578) 1528
SUERC-40226 (GU27048)	195	590 ± 30	1323 (1398) 1359
SUERC-40227 (GU27049)	212	740 ± 30	1245 (1320) 1283
SUERC-40228 (GU27050)	230	890 ± 30	1159 (1237) 1201
SUERC-40229 (GU27051)	235	955 ± 30	1135 (1214) 1179

sobre sustratos calcáreos o rocas ultramáficas. *A. pinsapo* forma bosques monoespecíficos, con un denso dosel arbóreo, entre 1200 y 1700 m s.n.m., con especies tales como *Helleborus foetidus*, *Hedera helix*, *Rubia peregrina*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia* o *Iris foetidissima* en el sotobosque, mientras que *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa*, *Ulex baeticus* y *Erinacea anthyllis* aparecen en los claros del bosque o como etapas sucesionales. Los pinsapares contactan en su límite inferior (1000-1200 m s.n.m.) con formaciones de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, *Q. faginea*, *Q. suber*, *Pinus halepensis* o *P. pinaster*, configurando bosques mixtos. Por encima (1700-1800 m s.n.m.), el pinsapar contacta con comunidades arbustivas de alta montaña formadas por *Juniperus communis*, *J. sabina*, *Berberis vulgaris* subsp. *australis*, *Erinacea anthyllis*, *Vella spinosa*, *Bupleurum spinosum*, *Hormatophylla spinosa* o *Astragalus granatensis*, y con poblaciones relictas de *Quercus faginea* subsp. *alpestris*, *Acer granatensis*, *Sorbus aria* y *Taxus baccata*.

En el año 2008 se extrajo un testigo de 235 cm, mediante una perforadora Rolatec RL-48L con pistón hidráulico, en el que se realizaron 10 dataciones radiocarbónicas (Tabla 1). Se estudiaron un total de 39 muestras, que se agruparon en seis zonas polínicas (Figura 2). También se incluyen en la Figura 2 los microcarbones menores y mayores de 125 µm, contabilizados en las mismas muestras polínicas para establecer su tasa de acumulación.

La subzona inferior LPAZ1a (235-185 cm; c. 1180-1487 cal AD) muestra altos valores de polen arbóreo,

con un claro dominio de *Abies pinsapo*, reflejando la extensión de un pinsapar relativamente denso y, aparentemente, en buen estado de conservación, como revelan los significativos porcentajes de sus especies acompañantes, durante la época nazarí del período islámico. Los bajos valores de las especies asociadas a las actividades humanas, agrupadas en el diagrama polínico (Figura 1) en los grupos de Nitrófilas y Antropozoógenas, revelan la baja intensidad de la explotación agrícola y ganadera, corroborada además por los mínimos niveles de microcarbones, especialmente al final de esta etapa.

En la siguiente subzona LPAZ1b (185-155 cm; c. 1487-1530 cal AD) se observa cierta caída del polen arbóreo, más acusada para *Abies pinsapo*, que muestra un claro retroceso en beneficio de los encinares. Tanto las herbáceas nitrófilas como las antropozoógenas presentan un significativo incremento, al igual que los niveles de esporas del hongo coprófilo *Sordaria*, evidenciando el aumento de la presión antrópica tanto en el desarrollo de cultivos como en la intensificación de la actividad ganadera propia de los nuevos pobladores cristianos que incorporaron el sistema feudal instaurado en el resto de Europa.

Es en la subzona LPAZ2 (155-130 cm; c. 1530-1625 cal AD) donde se producen los principales eventos de deforestación del pinsapar, posiblemente relacionados con la explotación maderera para la construcción de las embarcaciones de la flota del Imperio transatlántico español, y que habrían favorecido una nueva expansión de los encinares y permitido la instalación de cultivos,

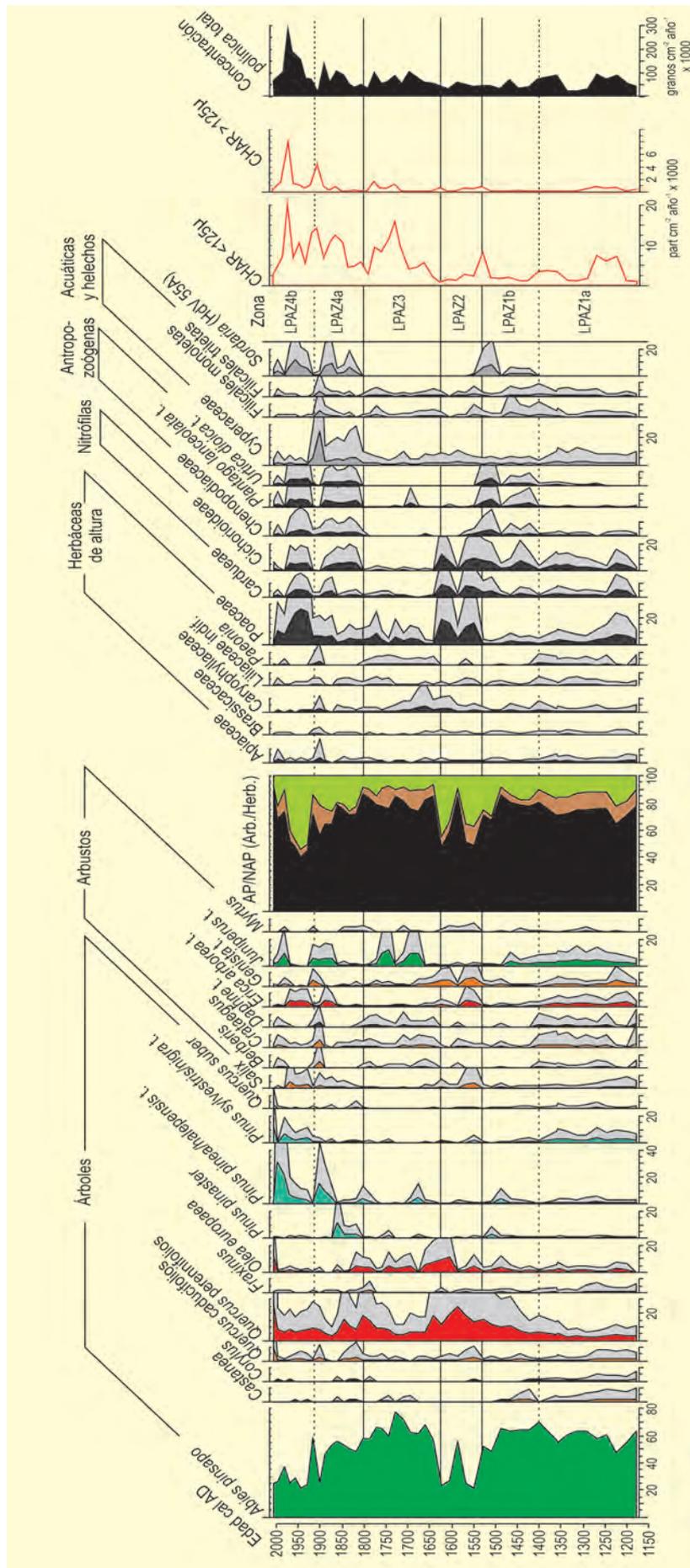


Figura 2. Diagrama polínico de la secuencia de Las Ánimas. Redibujado de Alba-Sánchez et al. (2019)

como indica el aumento de los porcentajes de *Olea europaea*, Nitrófilas y Antropozoógenas. La ganadería, sin embargo, prácticamente desaparece del área, como señala la ausencia de polen y esporas relacionados con esta actividad.

La subzona LPAZ₃ (130-75 cm; c. 1625-1800 cal AD) muestra la recuperación de los pinsapares, probablemente gracias a las medidas de protección impuestas por la Marina y favorecida por las condiciones climáticas de esta fase de la Pequeña Edad del Hielo, como indicarían el retroceso de *Quercus perennifolia* y el avance de *Juniperus*. Las actividades humanas apenas se manifiestan en el cultivo de especies arbóreas como *Castanea* y *Olea europaea*, mientras que los cultivos herbáceos y la ganadería permanecen en su mínima expresión. La acumulación de combustible resultado de la extensión de la cobertura arbórea, así como una leve intensificación de la presión humana, habría propiciado un incremento de los incendios, tal y como indica el aumento de los niveles de microcarbón en esta fase.

En la subzona LPAZ_{4a} (75-35 cm; c. 1800-1915 cal AD) se produce de nuevo un retroceso de *Abies pinsapo*, relacionado con un cambio en la administración de los bosques que pasaron de ser propiedad comunal a propiedad privada. El desarrollo de actividades humanas, tanto agrícolas como ganaderas, queda reflejado con niveles elevados de nitrófilas, antropozoógenas y *Sordaria*. Finalmente, la expansión de los pinares a inicios del siglo XX habría llevado a los pinsapares a nuevos mínimos, a pesar de la recuperación final de sus valores.

La zona más superficial, LPAZ_{4b} (35-0 cm; c. 1915 cal AD-presente), muestra como el bosque de *Abies pinsapo* se contrae notablemente en sus etapas iniciales y,

por ende, el polen arbóreo. A pesar de la alta intensidad de las actividades humanas, con máximos en todos los indicadores (nitrófilas, antropozoógenas, *Sordaria*), los pinsapares comienzan a aumentar ligeramente su extensión, como resultado probable de las medidas de protección impuestas para su conservación. En las muestras finales el polen arbóreo regresa a altos valores gracias a la expansión de encinares, posiblemente en respuesta al incremento de la aridez y de las temperaturas, y de los pinares, gracias a los planes de repoblación.

A lo largo de los últimos 8 siglos los pinsapares, en general, han sufrido un serio declive de sus poblaciones. Tras la época islámica, caracterizada por un bajo impacto humano y una estructura forestal relativamente estable del bosque de *A. pinsapo*, las sucesivas sociedades han impuesto un uso más intensivo de la tierra. La extensión y la biodiversidad de los pinsapares se habrían visto afectadas por desmontes para la construcción naval, la minería, la explotación del carbón vegetal, la agricultura extensiva, los cultivos arbóreos, la ganadería y el pastoreo o procesos de repoblación con pinos a lo largo de la historia.

Aunque el futuro de *A. pinsapo* se ve limitado por el cambio climático, el principal factor para su conservación serán las medidas de manejo forestal y usos del territorio que se determinen *in situ*. En este sentido, el establecimiento de prácticas tradicionales de bajo impacto (pastoreo, aclareos de baja intensidad, etc.) podría promover el desarrollo de una estructura forestal más compleja, una densidad arbórea adecuada y una mayor diversidad de especies forestales.

Más información

Alba-Sánchez *et al.* (2019)



LAS COGOTAS

Cardeñosa, Ávila
Holoceno (siglos IV-II BC)

El castro de Las Cogotas (Cardeñosa, Ávila) se sitúa junto al embalse del mismo nombre, al lado mismo del río Adaja a $40^{\circ} 43' 40''$ N, $04^{\circ} 42' 04''$ O; ocupando una pequeña elevación granítica natural constituida de dos berrocales característicos (1156 y 1118 m s.n.m. respectivamente) que le dan nombre. Es posiblemente el castro abulense conocido desde más antiguo, caracterizando por sí solo la plena Edad del Hierro en la Meseta. La vegetación actual de su entorno corresponde a un encinar meso-mediterráneo muy degradado, donde proliferan jarales.

La secuencia polínica de este castro vettón procede de pequeños sondeos realizados en el sector sur del se-

gundo recinto amurallado, en una zona con diversas áreas especializadas de interés colectivo. Precisamente en uno de estos sondeos, en el practicado en el sector A del corte 1, se obtuvo una columna polínica de 6 muestras en el cuadro 16-22/F-G, al lado mismo de la muralla, que ha permitido una descripción de la vegetación de la zona durante el momento de ocupación del castro (siglos IV-II BC).

El diagrama polínico (Fig. 2) muestra un paisaje relativamente forestado, con porcentajes de árboles cercanos al 40%, aunque en realidad dicho valor viene mediado por la sobrerrepresentación del polen de pino, cuyas formaciones en cualquier caso ocuparían



Figura 1. Yacimiento arqueológico de Las Cogotas (Foto: José Antonio López-Sáez)

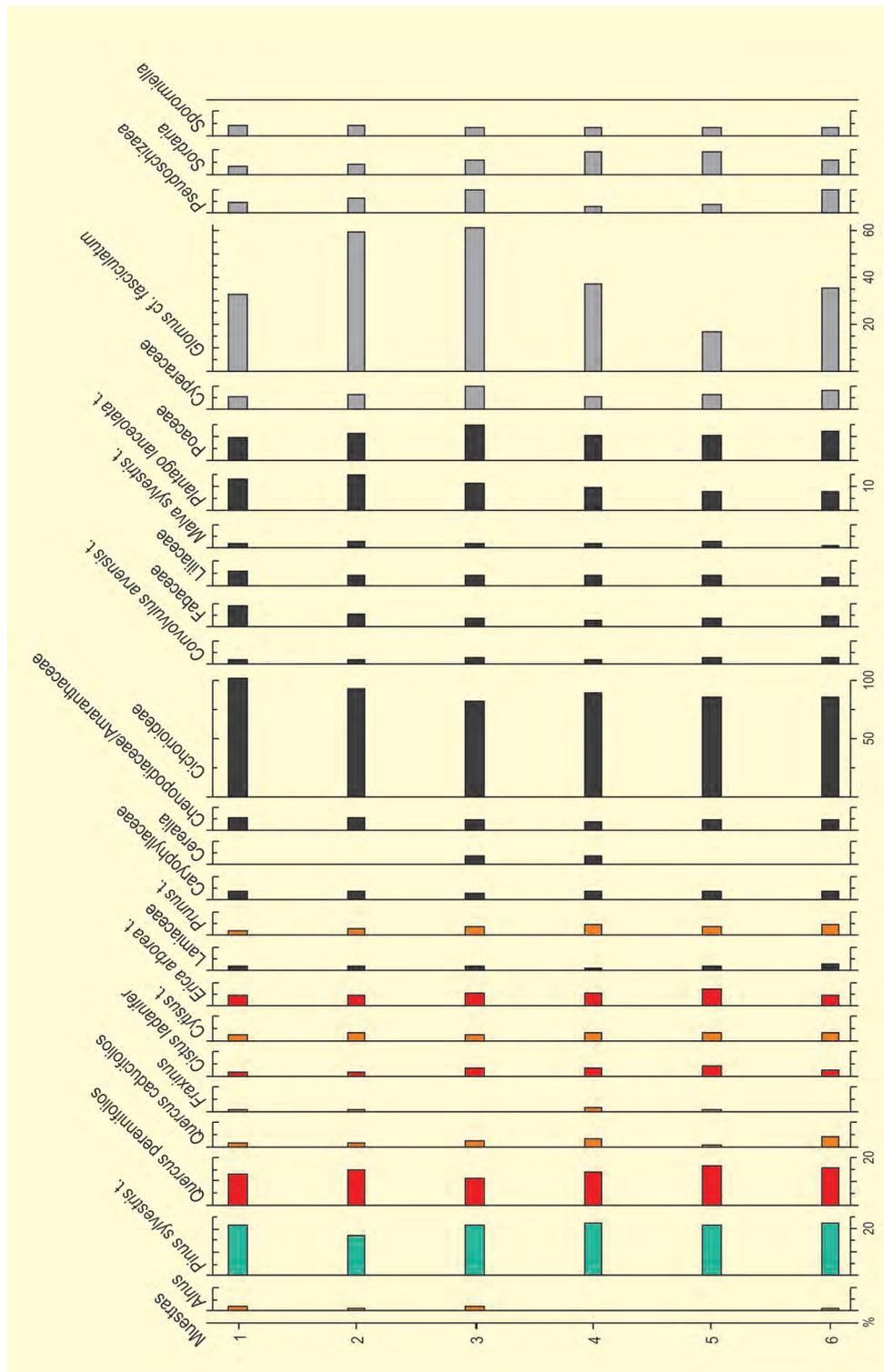


Figura 2. Diagrama polínico de Las Cogotas. Redibujado de López-Sáez et al. (2008a)

las zonas de mayor altitud ya en la Sierra de Gredos y a partir del piso supramediterráneo superior. El porcentaje de otros elementos arbóreos se muestra mucho más reducido, como es el caso de *Quercus caducifolia* (con valores siempre inferiores al 20%) y *Quercus perennifolia* (<5%). Estos datos apoyarían, por tanto, la existencia en el periodo de ocupación del

castro de un paisaje escaso en elementos arbóreos, muy deforestado.

La elevada antropización del paisaje en Las Cogotas se manifiesta polínicamente por la presencia de elementos florísticos representativos de las etapas de degradación del bosque, caso del jaral (*Cistus ladanifer*),

brezal (*Erica* tipo *arborea*) y el retamar o escobonal (*Cytisus*).

Entre la flora herbácea, se documentan abundantes palinomorfos indicativos de ambientes antropizados y ruderalizados, caso de Cichorioideae (> 60% respecto a la suma base), *Convolvulus*, *Malva*, etc., que estarían indicando una importancia notable de pastos nitrófilos. De igual manera, la abundancia porcentual de *Plantago lanceolata* (8-14%), Chenopodiaceae/Amaranthaceae, así como de hongos coprófilos (*Sordaria* y *Sporormiella*), indicaría la existencia de una cabaña ganadera *in situ*, en el mismo punto donde las muestras se recogie-

ron, toda vez que, al menos estos últimos, subrayan la presencia de excrementos procedentes del ganado doméstico en la zona.

Quizá el dato más singular que puede extraerse del diagrama polínico ha sido la documentación de polen de cereal (Cerealía) en dos de las muestras (3 y 4), con porcentajes del 3,2 y 3,8% respectivamente, valores suficientes para admitir la existencia de cultivos agrícolas en los alrededores del castro.

Más información

López-Sáez *et al.* (2008a)



LAS DUEÑAS

Costa atlántica, Cudillero, Asturias
Holoceno (11366 – <3871 años cal BP)

La turbera de Las Dueñas (43° 33' 43" N, 06° 10' 18" O; 127 m s.n.m.) (Fig. 1) se localiza en la rasa costera, en el Concejo de Cudillero, en la zona centro occidental de Asturias. Se emplaza entre la Concha de Artedo y la Punta de Castaña, en el piso colino, dentro de un ombroclima húmedo. Esta turbera es de tipo minerotrófico, siendo muy abundantes los musgos del género *Sphagnum*, que se distribuyen según el grado de inundación del área, la atrapamoscas (*Drosera rotundifolia*), varias especies arbóreas dispersas como

alisos (*Alnus glutinosa*), sauces (*Salix* sp.) y pinos (*Pinus pinaster*), y diversos helechos como *Osmunda regalis*, *Pteridium aquilinum* y *Equisetum ramosissimum*. En los bordes de la turbera se instalan brezales (*Erica mackaiana*, *Erica tetralix* y *Calluna vulgaris*) con *Molinia caerulea*. A nivel biogeográfico, el área se sitúa dentro de la región Eurosiberiana, cuyas características climáticas son las adecuadas para el desarrollo de formaciones caducifolias con especies como robles (*Quercus robur*), abedules (*Betula alba*), alisos (*Alnus glutinosa*) y avella-



Figura 1. Vista de la turbera de Las Dueñas (Foto: José Antonio López-Sáez)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Las Dueñas (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). López-Merino (2009)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BP	Método
Ua-32241	24-25	3570 ± 40	3723-3978	3871	AMS
Ua-32081	37-38	9485 ± 70	10570-11089	10771	AMS
Ua-32242	48-49	9955 ± 40	11249-11604	11366	AMS

nos (*Corylus avellana*), entre otras; acompañadas de arbustos como *Ulex europaeus* y diversas especies del género *Erica*. La zona de estudio, con unas 27 hectáreas de extensión es, sin duda alguna, la mayor de las turberas litorales de Asturias y goza de protección especial según el Decreto 99/2002 de 25 de julio, en el cual se declara como el Monumento Natural la Turbera de Las Dueñas (Cudillero) (B.O.P.A. 2002).

Durante el sondeo de la turbera se obtuvo un testigo sedimentario de tan solo 50 cm, estudiándose polínicamente 33 muestras. Se analizaron cada 1 cm los 30 cm inferiores del testigo, constituidos por turba, y cada 10 cm los 20 cm superficiales, ya que estos últimos, al tratarse de restos de esfagnos muy fibrosos y poco compactados, no pudieron estudiarse a mayor resolución. Sobre el mismo testigo se efectuaron tres dataciones, que quedan recogidas en la tabla 22. Aunque la turbera tenga su comienzo en los inicios del Holoceno, parece que haya podido existir algún hiato que podría afectar al Holoceno medio. Estos hechos, en buena lógica, dificultan la interpretación diacrónica de la secuencia.

En general, la secuencia de Las Dueñas (Fig. 2), en un área costera bajo influencia atlántica, apunta la presencia de un paisaje abierto de carácter graminoide en las inmediaciones de la turbera, y por ello del mar, y de bosques planocaducifolios de roble y abedul acompañados de avellano como vegetación regional durante el Holoceno inicial. Desafortunadamente, aunque el registro recoge los inicios del Holoceno, apenas parece recoger el Holoceno medio. Sedimentos costeros, datados entre 7000 y 4000 años cal BP, fueron analizados paleobotánicamente en las cercanías de Villaviciosa (Asturias) (García-Antón *et al.* 2006, García-Amorena 2007, García-Amorena *et al.* 2008) y mostraron que los territorios litorales y prelitorales tuvieron un papel muy importante como senderos de transición en la migración altitudinal y latitudinal de la vegetación.

En Las Dueñas, varios son los taxones arbustivos que aparecen en la primera mitad del diagrama (TDÑ-1), tales como *Calluna vulgaris*, *Erica*, *Juniperus*, *Prunus* y *Sambucus nigra*. En esta primera mitad, cobran importancia en el seno de la turbera los elementos hidrohigrófilos (*Cyperaceae*, *Drosera rotundifolia*, *Osmunda regalis* y *Pteridium aquilinum*), indicando condiciones húmedas típicas de un clima atlántico, característico de los inicios del Holoceno en el área de estudio y, en general, en el centro-norte peninsular.

En la segunda mitad de la secuencia (TDÑ-2) se hace patente un cambio en la composición de la vegetación, ya que *Pinus pinaster*, plantado en las inmediaciones de la turbera, adquiere porcentajes cada vez más importantes en detrimento de abedules, avellanos, robles y sauces. Ericáceas (*Erica*, *Calluna vulgaris*) y tojos (*Cytisus/Ulex*) son los arbustos más importantes en esta zona, indicando una matorralización del medio, mientras que los arbustos acompañantes del bosque de robles, tales como prunos y saúcos, desaparecen.

Las plantas hidrohigrófilas mantienen porcentajes similares, siendo importantes solo los de *Osmunda regalis* y *Pteridium aquilinum*; mientras que los microfósiles no polínicos adquieren mayor importancia, sobre todo los hongos coprófilos relacionados con actividades de pastoralismo (*Sordaria* y *Sporormiella*) y un hongo carbonícola indicador de incendios (*Chaetomium*). La escasa resolución cronológica para esta zona superior de la secuencia impide detallar con precisión la fecha de cultivo de *Pinus pinaster*. Con toda probabilidad, debe relacionarse con dicho cultivo la identificación, únicamente en TDÑ-2, de *Chaetomium*.

Aunque la franja atlántica de la Península Ibérica esté sumida en el mundo eurosiberiano, donde las formaciones forestales dominantes en la actualidad son bosques caducifolios, existen zonas refugio de forma-

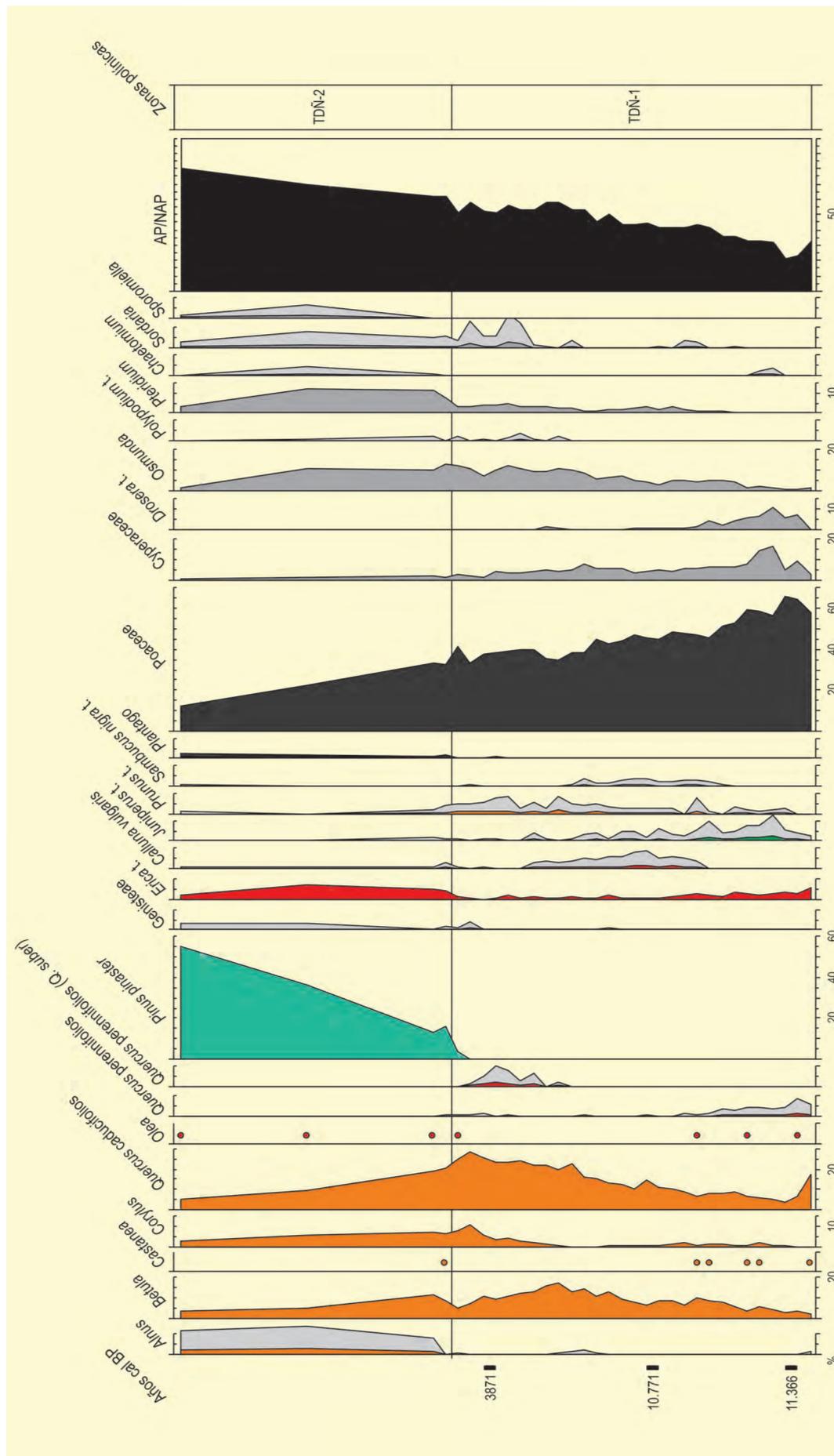


Figura 2. Diagrama polínico sintético de la turbera de Las Duenñas. Redibujado de López-Merino et al. (2006) y López-Merino (2009)

ciones esclerófilas que, aunque cuentan con reducidas dimensiones, tienen mucha importancia. En Las Dueñas, desde la base del testigo hasta el techo de la secuencia, se detecta la presencia continua de tipos polínicos de ciertas especies principalmente mediterráneas como la encina y, en menor medida, el acebuche. Lo más probable es que el encinar enriquecido con acebuche ocupara los acantilados costeros cercanos a la turbera, donde los suelos serían más raquíuticos. Tales datos apuntan a la posible presencia de refugios de flora termófila desde los inicios del Holoceno, aunque los bajos porcentajes de encina y acebuche supondrían una escasa extensión de tales formaciones forestales.

Durante el Holoceno final, estos encinares costeros han perdido importancia, como muestra su desaparición en TDÑ-2. Además de la aparición de polen de encina, se ha detectado polen de alcornoque (*Quercus suber*) en el diagrama, aunque únicamente al final de TDÑ-1, lo que indicaría un desarrollo muy concreto en el tiempo. Actualmente, el alcornoque es una especie catalogada como de interés especial en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora del Principado de Asturias (BOPA 1995). En Asturias, las poblaciones conocidas, auténticos reductos del pasado, se sitúan en las cuencas media y alta del Navia, en altitudes inferiores a 500 m, formando parte de los robledales de la zona. En el caso de la secuencia de Las Dueñas es probable que existieran este tipo de forma-

ciones de manera regional en un momento climático especialmente húmedo tal y como se confirma por el inicio de la curva de *Polypodium vulgare*. La existencia de una datación cercana a la aparición de *Quercus suber*, permitiría situar el inicio del desarrollo temporal del alcornoque en el entorno de Las Dueñas anterior a 4000 años cal BP.

A diferencia de otros taxones arbóreos, el aliso (*Alnus*) aparece solo puntualmente en TDÑ-1 no siendo hasta TDÑ-2 cuando su presencia se hace continua, posiblemente como respuesta a una mayor disponibilidad de agua dulce en áreas cercanas a la costa debido a cambios geomorfológicos o climáticos al final del Holoceno. En el caso de Las Dueñas, este hecho debería encuadrarse en los últimos 3000 años. Es probable que esta mayor disponibilidad hídrica respondiera a condiciones climáticas más húmedas, como son las que definen el evento 2800 años cal BP, un período especialmente húmedo caracterizado por una repentina elevación del contenido en ^{14}C atmosférico entre 2750-2450 años cal BP, que implicó el trasvase de unas condiciones climáticas cálidas y continentales a otras más oceánicas. Como consecuencia de este evento, el nivel freático se elevaría, lo que podría haber supuesto el progreso de la aliseda del área de Las Dueñas.

Más información

López-Merino *et al.* (2006), López-Merino (2009)



LAS LANCHAS

Montes de Toledo, Robledo del Mazo, Toledo
Holoceno (1640 años cal AD – actualidad)

La turbera de Las Lanchas (39° 35' 08" N, 04° 53' 39" O; 800 m s.n.m.) se localiza en la vertiente nororiental de la Sierra de Sevilleja, en la parte occidental de los Montes de Toledo en la provincia de Toledo (distrito de La Jara). Se extiende sobre unas 0,18 ha, estando protegida como "hábitat de especial protección" según la Ley 9/1999 de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Fue designada como "microrreserva" ambiental, en el año 2003, por el Decreto 319/2003. El clima regional es de tipo mediterráneo, con veranos cálidos y secos, notablemente influenciado por los vientos atlánticos del suroeste. La temperatura media anual es de 14-15 °C y la precipitación anual del orden de 600-700 mm. La vegetación más característica del área corresponde a encinares (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) y alcornocales (*Q. suber*) en el piso bioclimático mesomediterráneo tanto en zonas soleadas como valles sombríos, los primeros asociados con madroños (*Arbutus unedo*) y los segundos con otros árboles caducifolios tales como *Quercus faginea* subsp. *broteroi*, *Acer monspesulanum* y *Sorbus torminalis*. Robledales de *Quercus pirenaica* y castaños (*Castanea sativa*) ocupan el piso supramediterráneo y las laderas orientadas al noreste. Los bosques riparios están dominados por *Salix atrocinerea*, *S. salviifolia*, *Frangula alnus*, *Fraxinus angustifolia* y *Betula pendula* subsp. *fontqueri*, con presencias esporádicas de *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata* y *Prunus lusitanica*. La vegetación turfófila está compuesta principalmente de *Sphagnum* sp., *Drosera rotundifolia*, *Pinguicula lusitanica*, *Erica tetralix*, *Genista anglica*, *Lobelia urens* y *Molinia caerulea* (López Sáez et al. 2014b).

La secuencia palinológica de Las Lanchas, de 40 cm de potencia estratigráfica, recoge la historia de la vegetación de este sector noroccidental de Montes de Toledo durante los últimos 400 años (Fig. 2), de acuerdo a las dos dataciones ¹⁴C disponibles: una para la base



Figura 1. Turbera de Las Lanchas, Toledo (Foto: Antonio López-Sáez)

del depósito (40 cm; CNA 721) de 265 ± 30 BP (1520-1950 años cal AD), y otra a 20 cm (CNA 720) de 90 ± 30 BP (1685-1930 años cal AD).

Entre 1640 y 1870 años cal AD (LL-I y LL-II), la vegetación del entorno regional de la turbera estuvo dominada por encinares y alcornocales en el piso

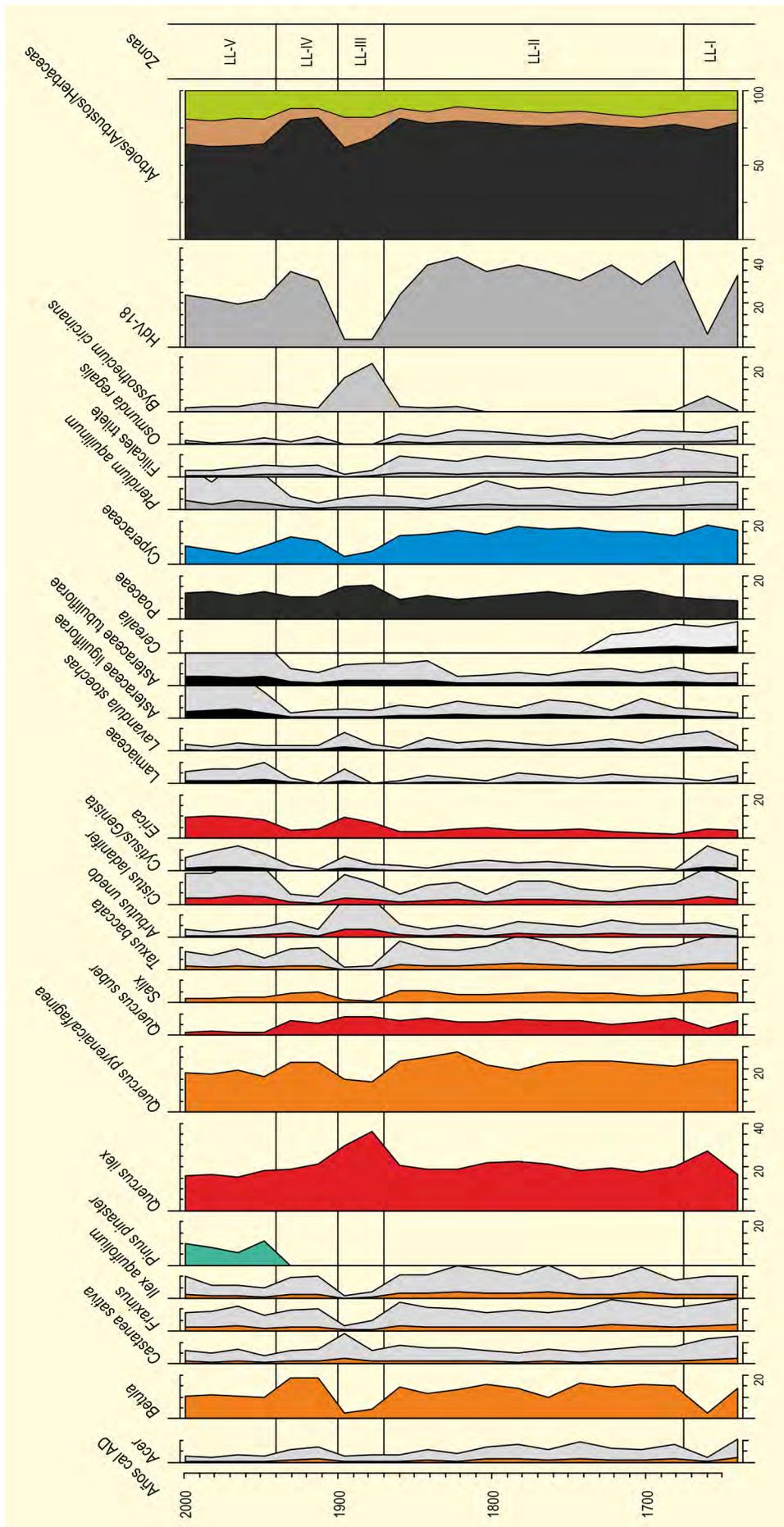


Figura 2. Diagrama palinológico de la turbera de Las Lanchas. Redibujado de Luelmo Lautenschlaeger et al. (2018a)



Figura 3. Dehesa de encinas y madroños en los Montes de Toledo (Foto: Antonio López-Sáez)

mesomediterráneo, acompañados de madroños, arces, jaras pringosas, genisteas, brezos, y posiblemente quejigos en zonas de umbría; con una cobertura herbácea reducida, básicamente de gramíneas, y helechares de *Pteridium aquilinum*. En las zonas riparias prosperarían abedules, acebos y tejos, juncales y *Osmunda regalis*. Hacia el final de LL-I se observa el declive del abedul (*Betula*) y HdV-18, y el incremento de *Bysothecium circinans*, probablemente todo ello en correlación con condiciones más áridas a finales del siglo XVII. En este periodo se constatan actividades de cerealicultura entre 1640 y 1720 años cal AD aproximadamente.

Entre 1870 y 1900 años cal AD (LL-III), se instalan en la zona condiciones de nuevo áridas que provocan el desarrollo del encinar en detrimento de alcornocales y

quejigares, aunque ambos siguen siendo abundantes. Los elementos riparios también se reducen, mientras la cobertura arbustiva mesotermófila (madroñales, jarales) y herbácea se incrementa. Todos estos hechos concuerdan con un episodio extremadamente árido documentado entre 1875 y 1895 en registros de ceremonias rogatorias en la catedral de Toledo. A posteriori (1900-1940 años cal AD; LL-IV), se recuperan las condiciones de humedad y paleopaisajísticas previas; aunque desde 1940 a la actualidad (LL-V) se asiste al incremento de *Pinus pinaster* fruto de la repoblación de la comarca con pinares resineros en la segunda mitad del siglo XX.

Más información

Luelmo Lautenschlaeger *et al.* (2018a)



LAS MÉDULAS

Zona minera del Bierzo, León
Holoceno

La zona minera de Las Médulas (ZAM) se localiza en el noroeste de la Península Ibérica ($42^{\circ} 27' N$, $06^{\circ} 45' O$; ~ 700 m s.n.m.), en el flanco suroccidental de la cuenca terciaria de El Bierzo (León) y está casi rodeada por el río Sil. Se encuentra bajo el dominio de la Región Mediterránea, aunque con clara influencia atlántica. Esta característica de transición entre dos regiones biogeográficas distintas, junto con su compartimentada topografía, conforma un espacio con mucha

diversidad de formaciones vegetales. Las formaciones arbóreas más destacadas son los encinares (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), los alcornoques (*Quercus suber*) y los melojares (*Quercus pyrenaica*), estos últimos por encima de los 700 m s.n.m. Todos ellos presentan más o menos grado de matorralización, consecuencia del impacto antrópico, siendo Ericaceae, Fabaceae, Cistaceae y Thymelaeaceae las familias más abundantes. También es destacable la gran importancia de *Castanea sa-*

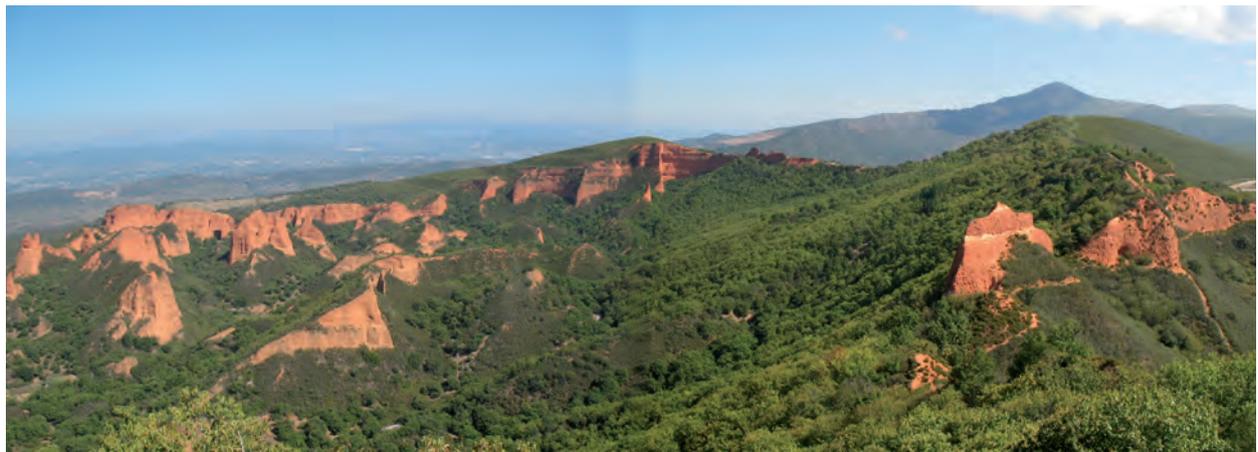


Figura 1. Vista panorámica de Las Médulas o zona minera del Bierzo (Foto: C.J. Pollo)

Tabla 1. Datos antracológicos de El Castrelín de San Juan de Paluezas extraídos de López-Merino *et al.* (2010)

Muestra CSP	02.15.08.105	01.H.08.72	01.F.08.50	01.3.08.12	02.20.08.134	02.N.08.127	01.A.08.36	SUMA
Morfotipo								
<i>Taxus baccata</i>	10					1		11
<i>Acer campestre</i> t.		1						1
<i>Alnus</i>			7			1		8
cf. <i>Alnus</i>							1	1
cf. <i>Betula</i>							1	1
<i>Fraxinus</i>	1	2			1			4
<i>Juglans</i>	3	6						9
cf. <i>Juglans</i>		1						1
<i>Pomoidea</i>		1						1
<i>Prunus avium</i> t.				3				3
cf. <i>Prunus</i>					4			4
<i>Quercus ilex/coccifera</i>	7		1	2	5			15
<i>Quercus</i> subg. <i>Quercus</i>	26		4	2	5	5		42
<i>Quercus/Castanea</i>		1				1		2
Indeterminados		1	1	1			2	5
Suma	47	13	13	8	15	7	5	108

Tabla 2. Datos antracológicos de Castro de Orellán

Morfotipo	Muestra CO							SUMA
	2A.08.37	2A.08.36	2.08.82	2A.08.52	2B.08.24&35	2B.92.35	2A.08.54	
<i>Pinus</i>							1	1
<i>Taxus baccata</i>	2		1					3
<i>Acer campestre</i> t.	1							1
<i>Juglans</i>			3	3				6
cf. <i>Juglans</i>			1					1
Fabaceae					5			5
Pomoidea	6							6
cf. <i>Prunus</i>					2			2
<i>Quercus ilex/coccifera</i>	12							12
<i>Quercus</i> subg. <i>Quercus</i>	21	1	2	18	93	22	33	190
Indeterminados	3		4	11				18
Suma	45	1	11	32	100	22	34	245

Tabla 3. Datos carpológicos de El Castrelin de San Juan de Paluezas extraídos de López-Merino *et al.* (2010)

Morfotipo	Muestra CSP							SUMA
	02.15.08.105	01.H.08.72	01.F.08.50	01.3.08.12	02.20.08.134	02.N.08.127	01.A.08.36	
<i>Triticum dicoccum</i> (glumas)					2			2
<i>Triticum</i> (grano)				1				1
<i>Hordeum vulgare</i> (grano)					1			1
<i>Panicum miliaceum</i> (grano)				1		1		2
Cereal indet. (grano)			1					1
<i>Pisum sativum</i> (semilla)				1				1
cf. <i>Vicia faba</i> (semilla)				1				1
Poaceae (semilla)		1		1	2			4
<i>Lamium</i> (semilla)				2				2
Fabaceae (semilla)						1		1
Polygonaceae (semilla)				1				1
<i>Rubia</i> (semilla)			1					1
<i>Rubus</i> (semilla)				8				8
<i>Veronica</i> (semilla)					1			1
Indeterminados		6			1	1		8
Suma	0	7	2	16	7	3	0	35

Tabla 4. Datos carpológicos de Castro de Orellán extraídos de López-Merino *et al.* (2010)

Morfotipo	Muestra CO					SUMA
	2A.08.37	2B.08.24/35	A2.08.52	2.08.82	2A.08.36	
<i>Triticum monococcum</i> (grano)		1				1
<i>Triticum dicoccum</i> (grano)		90	1			91
<i>Triticum dicoccum</i> (horquilla)		2	1			3
<i>Triticum dicoccum</i> (glumas)		3	1			4
cf. <i>T. dicoccum</i> (grano)		124	6			130
<i>Hordeum vulgare</i> (grano lateral)		50				50
<i>Hordeum vulgare</i> (grano central)		36				36
<i>Hordeum vulgare</i> (grano)		17				17
<i>Hordeum vulgare</i> (fragm. grano)		90				90
<i>Hordeum</i> (fragm. grano)			3			3
<i>Triticum</i> (grano)	1	7	1			9
<i>Triticum</i> (fragm. grano)		158				158
Cereal indet. (fragm. grano)		200	30	1		231
<i>Panicum miliaceum</i> (grano)		249	35			284
<i>Vicia faba</i> t. (semilla)		1				1
Leguminosae (semilla)	1					1
<i>Chenopodium</i> (semilla)			1			1
Indeterminados (semilla)	1	4				5

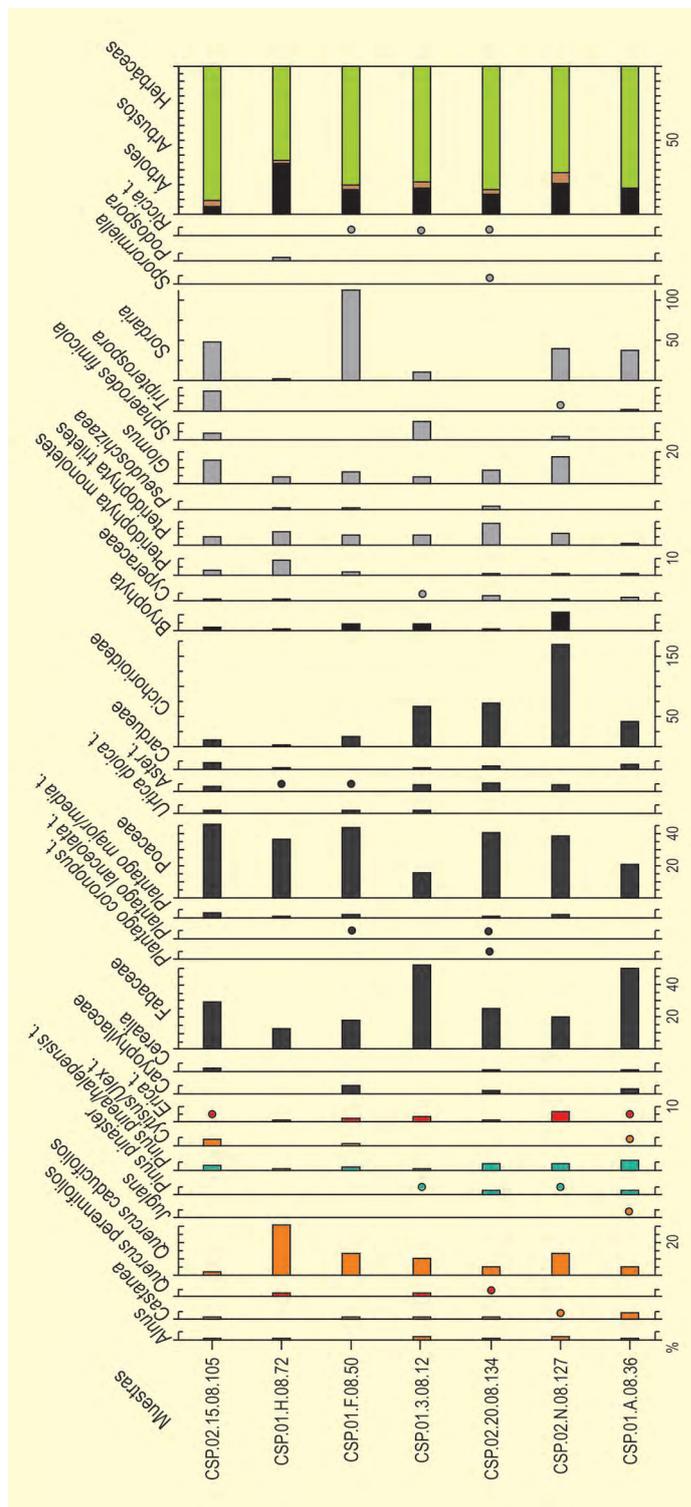


Figura 2. Diagrama palinológico sintético de El Castrelin de San Juan de Paluezas. Redibujado de López-Merino et al. (2010)

tiva en la zona, tanto de manera cultivada, la más abundante, como silvestre en algunos sotos. Junto a los cursos de agua se encuentran formaciones riparias en las que el aliso (*Alnus glutinosa*) destaca junto con sauces (*Salix*) y chopos (*Populus*), aunque su superficie está visiblemente reducida como consecuencia de su acondicionamiento como zonas de cultivo.

López-Merino et al. (2010) han realizado el estudio tanto carpológico como antracológico y palinológico de varias muestras de dos yacimientos arqueológicos ubicados en la zona minera de El Bierzo. Estos dos yacimientos, de manera conjunta, ofrecen información sobre los cambios en las comunidades vegetales, las actividades antropogénicas (agrícolas y ganaderas) y las

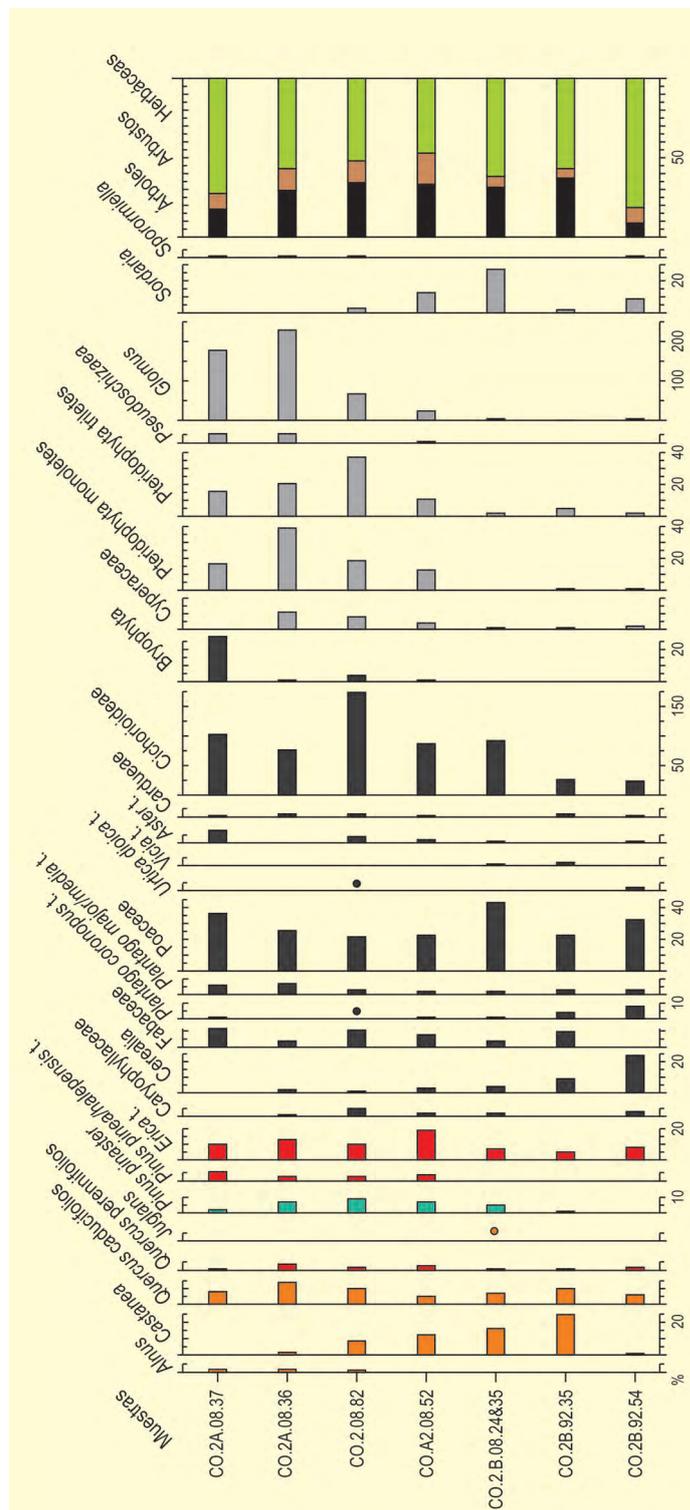


Figura 3. Diagrama palinológico sintético de Castro de Orellán. Redibujado de López-Merino et al. (2010)

características económicas en un período de sumo interés para la zona como es el de la transición entre la época castreña y la ocupación romana del territorio. En ese periodo y en esta zona del Bierzo en particular, la minería de oro romana alcanzó un importante desarrollo, provocando importantes transformaciones geomorfológicas derivadas de estas actividades que

dejaron una huella notable en el paisaje. La nueva actividad minera, unida a la infraestructura hidráulica creada para ella, produjo grandes transformaciones geomorfológicas; también se introdujeron o intensificaron los usos agrarios y la explotación de otros recursos como el hierro. Todo ello supuso una notable transformación del medio natural y la aparición de un

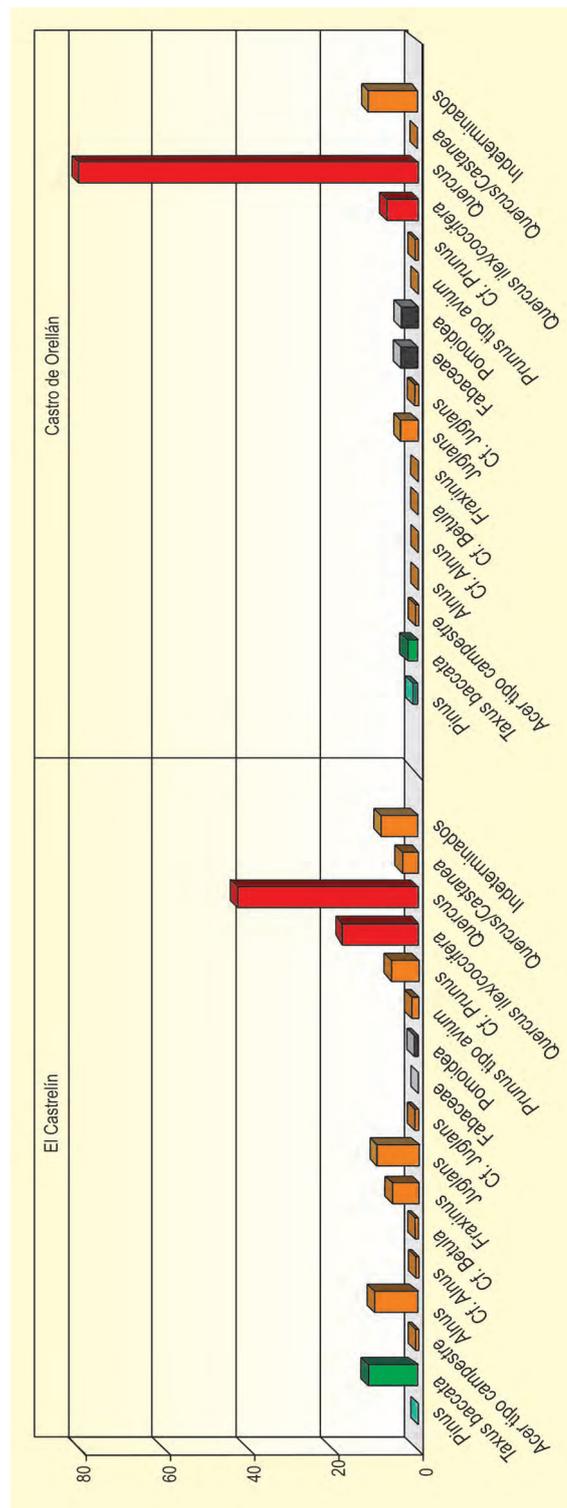


Figura 4. Comparación de los datos antracológicos entre El Castrelín de San Juan de Paluezas y Castro de Orellán

nuevo paisaje cultural que por su interés ha sido incluido en la Lista del Patrimonio Mundial (Orejas & Sastre 2000, Sánchez-Palencia *et al.* 1996).

El yacimiento de El Castrelín de San Juan de Paluezas (CSP, 42° 31' 21" N, 06° 45' 13" O, 554 m s.n.m.; Fig. 5) es un buen ejemplo dentro de la ZAM del modelo

prerromano de ocupación del territorio, basado en el castro como una unidad territorial autosuficiente. El poblado de época romana conocido como Castro de Orellán (CO, 42° 28' 19" N, 06° 44' 30" O, 760 m s.n.m.; Fig. 6) también se encuentra en la ZAM, emplazado en las cercanías de una brecha ferruginosa que determinó su ubicación, ya que sirvió para proveer de los útiles y



Figura 5. Vistas del castro prerromano de El Castrelín de San Juan de Paluezas (Foto: J. Sánchez Palencia)

herramientas de hierro necesarios para todo tipo de labores en la zona (Orejas & Sastre 2000).

Los datos palinológicos tanto de CSP como de CO muestran un paisaje relativamente abierto en época prerromana y romana, con porcentajes arbóreos menores del 40% (Figs. 2 y 3), y en el que predominan las quercíneas tanto caducifolias como perennifolias y, de manera regional, pinos. El hecho de que la mayor parte de los fragmentos carbonizados de maderas sean de quercíneas corrobora los datos polínicos (Tablas 1 y 2). Aunque el espectro encontrado en ambos yacimientos es bastante similar, existen algunas diferencias. Tanto en CSP como en CO aparecen plantas de interés económico, polen de cereal en ambos casos y *Vicia* solo en CO. El estudio carpológico (Tablas 3 y 4) también muestra la presencia de plantas de interés económico, que en el caso de CSP son varios cereales como trigo (*Triticum dicoccum*), cebada (*Hordeum vulgare*) y mijo (*Panicum miliaceum*), y leguminosas, como guisantes (*Pisum sativum*) y habas (*Vicia faba*). En CO las especies documentadas son básicamente las mismas que en CSP aunque en mayor número pero *V. faba* está ausente y se incluye, en cambio, *Triticum monococum*. Además, desde época prerromana aparece polen de *Castanea*, pero solo alcanza valores altos en momen-

tos ya romanos, apuntando a su cultivo durante este período.

Otros indicadores de antropización como *Aster*, *Cardueae* y *Cichorioideae*, indicativos de pastos, aparecen en ambos sitios. Adicionalmente, también aparecen indicadores de actividades pastoriles como *Plantago*, *Riccia* y distintos hongos coprófilos (*Sordaria*, *Sporormiella*, *Podospora*, *Tripterospora* y *Sphaerodes fimicola*) en CSP, mientras que en CO son menos abundantes y solo están representados *Plantago*, *Sordaria* y *Sporormiella*. Es destacable, por lo tanto, la menor incidencia de indicadores de pastoreo en época romana que, por otro lado, es lógica por el hecho de que CO fue un asentamiento especializado en actividades metalúrgicas y por las mejores condiciones topográficas para la ganadería de CSP. En este sentido hablan también los datos arqueozoológicos, ya que mientras que en CSP aparecen todas las partes de los animales de individuos adultos indicando una ganadería local, en CO la frecuencia de piezas descuartizadas sugiere un abastecimiento externo de animales domésticos (Orejas & Sastre 2000).

Además de las prácticas agrícolas y ganaderas, estas comunidades manejaron los recursos locales. Aunque en el registro carpológico no se hayan docu-



Figura 6. Castro de Orellán localizado en la Zona Arqueológica de Las Médulas (Foto: J. Sánchez Palencia)

mentado estas prácticas, tanto en los datos polínicos como antracológicos se ha detectado la presencia de varios taxones que potencialmente pudieron ser explotados. Las quercíneas seguro que abastecieron de madera, sobre todo para las labores metalúrgicas en CO, a los habitantes de Las Médulas; mientras que sus bellotas podrían haber sido consumidas tal y como se documenta en algunos castros del noroeste ibérico (Ramil-Rego 1993).

Otros taxones que podrían haber sido explotados antes de su cultivo en época romana son el castaño y el nogal. *Castanea* ha sido identificado polínicamente tanto en CSP como en CO. Su presencia en época prerromana es interesante puesto que añade nuevos datos que apoyan su origen autóctono (Krebs *et al.* 2004) en el norte de la Península Ibérica en momentos previos a su cultivo tras la conquista romana del territorio, hecho que es muy notable en CO. *Juglans* ha sido documentado tanto por su polen como por los datos antracológicos también desde cronología prerromana aportando, de nuevo, evidencias sobre su carácter autóctono en la península tal y como han apuntado otros autores (Carrión & Sánchez-Gómez 1992).

Por otro lado, es muy interesante la presencia de madera de tejo (*Taxus baccata*), no documentada polínicamente. Aunque el tejo posee polinización anemófila su grano de polen posee poco contenido en esporopolenina, por lo que es muy susceptible a la oxidación. Este factor, junto con que el ratio pies femeninos/pies masculinos es alto, es el causante de que la presencia polínica de este taxón sea muy baja o ausente. Pero lo interesante es que la documentación de su madera podría estar relacionada con una distribución del tejo más amplia en esta zona de estudio en el pasado que en la actualidad.

El análisis arqueobotánico de estos dos yacimientos ubicados en Las Médulas ha explorado la utilización del paisaje en este territorio examinando el impacto humano sobre los ecosistemas y cómo éste ha conformado el paisaje actual, que no deja de ser un legado de un paisaje cultural en el que la conquista romana del territorio y su explotación minera tuvo una especial incidencia.

Más información

López-Merino *et al.* (2010)



LAS PARDILLAS

Sistema Ibérico, Neila, Burgos
Holoceno (10516-3436 años cal BP)

La laguna de Las Pardillas ($42^{\circ} 02' 36''$ N, $03^{\circ} 02' 45''$ E; 1850 m s.n.m.) se ubica en la vertiente nororiental de la Sierra de Neila, en la base del pico Tres Provincias (2049 m) que forma parte del complejo de los picos de Urbión (Sistema Ibérico). Forma parte de un conjunto de lagunas de origen glaciar que se distribuyen escalonadas sobre sedimentos morrénicos y a veces comunicadas por arroyos que funcionan como ejes de drenaje. La litología es mayoritariamente ácida y está formada por areniscas, margas y conglomerados silíceos del Jurásico y Cretácico. El yacimiento se ubica en el piso oromediterráneo y la vegetación natural se encuentra formada por bosques de *Pinus sylvestris* (algunos repoblados) con *Juniperus communis* y otras especies de matorral (*Erica arborea*, *E. australis*, *Calluna vulgaris* y *Vaccinium myrtillus*).

El registro obtenido se realizó sobre restos de turba flotante con una sonda rusa, obteniéndose un testigo de 476 cm de longitud (Fig. 1). Del registro, los 144 cm superiores correspondían a turba y el resto a sedimentos orgánicos y arcillosos (Sánchez-Goñi & Hannon 1999).

Globalmente, el registro presenta una homogeneidad notable en la distribución y representatividad de los distintos tipos de vegetación (Fig. 2) En la parte basal (LDLP1-LDLP2) se recoge una vegetación abierta, con porcentajes de polen arbóreo de alrededor del 50%, dominados por *Pinus* y acompañados por *Juniperus* y elementos estépicos (*Artemisia*, Poaceae y Chenopodiaceae). A partir de 9000 años BP aproximadamente, se produce una expansión en los caducifolios, sobre



Figura 1. Extracción del sondeo con sonda rusa en la turbera de Las Pardillas (Foto: MJ. Gil)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia la laguna de Las Pardillas. Sánchez-Goñi & Hannon (1999)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
SRR-5258	160-168	3220 ± 45	3439
SRR-5259	308-318	6460 ± 45	7370
SRR-5260	403-413	8425 ± 45	9459
SRR-5261	459-469	9310 ± 45	10516

todo *Quercus* y *Corylus* aunque poco a poco van sucediendo las primeras apariciones de *Taxus*, *Ilex*, *Vitis*, *Hedera* y distintos caducifolios mesófilos (*Ulmus*, *Fraxinus* y *Fagus*). El registro polínico de plantas hidrófilas sugiere también un cambio en el Holoceno medio en el nivel de agua, al incrementarse la cantidad de sumergidas frente a las flotantes. Llama además la atención el protagonismo marcado del género *Pinus* en el conjunto del diagrama (registrado tanto por polen como por macrorrestos) que, a pesar de sufrir ligeras fluctuaciones, siempre se mantiene en porcentajes cercanos al 50%. En la última parte de la secuencia, los taxones arbóreos (con la excepción de *Fagus*, que sufre una clara expansión) experimentan descensos sincrónicos con la estabilización de curvas continuas en *Olea* y *Cerealia* y picos de microrrestos. Estos indicadores polínicos denotan una

actividad antrópica que se intensifica en tiempos romanos.

Los escasos cambios en la vegetación percibidos en la primera mitad del Holoceno parecen claramente controlados por un clima relativamente estable. Aunque las evidencias firmes de actividad antrópica intensa no aparecen hasta aproximadamente 2000 años BP, los posibles cambios climáticos ocurridos durante los últimos 5000 años quedan enmascarados con la señal antrópica, el régimen de incendios y otros factores propios de la interacción entre especies, como desarrollo del fuego y competencia interespecífica.

Más información

Sánchez-Goñi & Hannon (1999)



LES JOVADES Y NIUET

Valle del río Alcoi, Alicante
Holoceno (5540-4970 años cal BP)

A lo largo del III milenio antes de nuestra era, el valle del río Alcoi o Serpis estaba ocupado por sociedades campesinas cuyas aldeas se encuentran distribuidas por su ribera así como en la de sus tributarios, controlando zonas aptas para el cultivo y el pasto. Los proyectos de prospección y excavación dirigidos por J. Bernabeu dieron luz a varios de estos yacimientos donde se han podido documentar los testimonios de estas comunidades, además de interesantes ecofactos que constituyen parte del patrimonio cultural y biológico de aquella época (Bernabeu *et al.* 1993, 1994). Los poblados neolíticos de Les Jovades ($38^{\circ} 45' 20''$ N, $00^{\circ} 25' 51''$ O; 400-430 m s.n.m.) y Niuét ($38^{\circ} 46' 33''$ N, $00^{\circ} 25' 25''$ O; 350 m s.n.m.) están bastante próximos en el tiempo y en el espacio (Fig. 1). Efectivamente, están a unos tres kilómetros de distancia a vuelo de pájaro y las dataciones por radiocarbono muestran una ocupación simultánea o con pocas diferencias cronológicas que a *grosso modo* quedan insertadas en el

IV milenio BC (Tabla 1). También comparten un mismo tipo de asentamiento con arquitectura perecedera, fosos de diferentes tamaños y gran número de silos de almacenamiento distribuidos por toda el área de ocupación, demostrando la capacidad productiva de estas gentes.

El valle cruza varios pisos bioclimáticos, pero a su paso por estos yacimientos las condiciones medioambientales son de tipo mesomediterráneo con una temperatura media anual de 16°C , mientras que las precipitaciones son de tipo seco con una media anual en Cocentaina de 590 mm. El valle está completamente cultivado de tal modo que la vegetación natural se limita a la ribera y pequeños rodales de matorral con pinos carrascos. No obstante, un buen ejemplo de los bosques de la zona se conserva en la Font Roja de Alcoi, con magníficos ejemplares de carrascas y quejigos. En las montañas circundantes la vegetación natural ha



Figura 1. Situación de los poblados de Les Jovades y Niuét vistos desde la Cova de l'Or en el valle del río Serpis (Alicante) (Foto: Ernestina Badal)

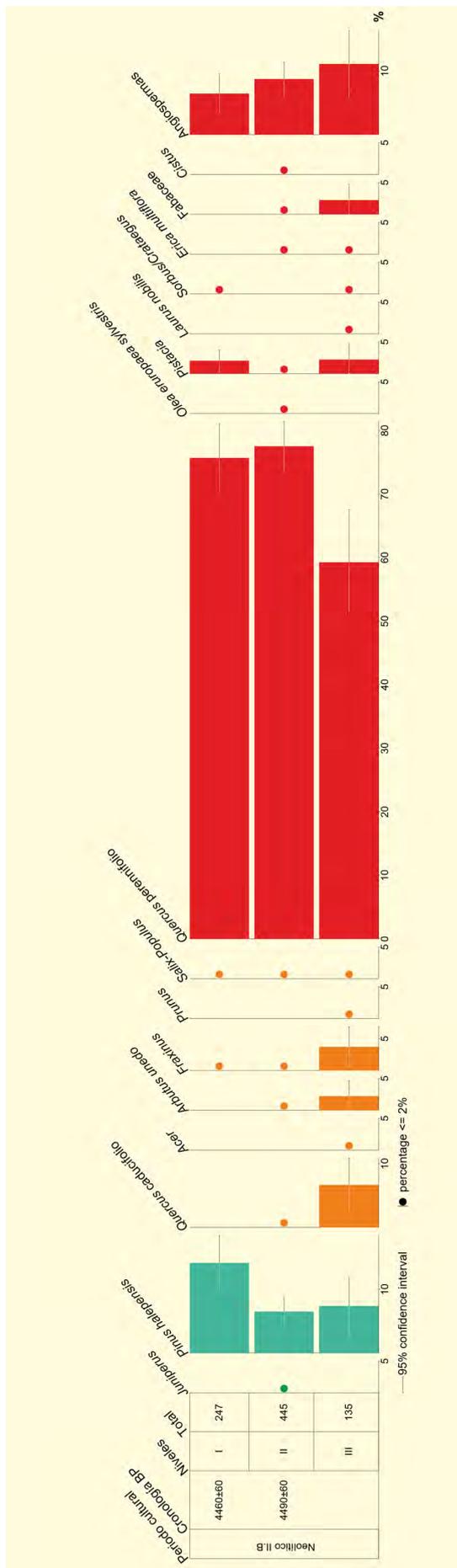


Figura 2. Diagrama antracológico de Niuet. Redibujado de Badal et al. (1994)

sufrido reiterados incendios así que, actualmente, tiene un aspecto de matorral con *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus albidus*, *Rhamnus*, etc. En las solanas puede haber *Olea europaea* var. *sylvestris* y en las umbrías se mantienen *Quercus rotundifolia* y *Fraxinus ornus*, entre otros.

El carbón de estos yacimientos tiene dos procedencias, en el caso de Niuet se ha construido el diagrama con el carbón hallado disperso por los tres niveles estratigráficos que tenía el poblado y por el contenido en dos silos amortizados (Figs. 2 y 3). En Les Jovades, (Figs. 4 y 5) todo el carbón se recuperó en los silos, cuyo último uso fue como basureros. Los resultados antracológicos son similares en todos los casos y son pocas las diferencias. La dominancia de *Quercus* perennifolios es constante y supera el 50% de los restos carbonizados en todos los contextos. Por la anatomía de la madera no se ha podido distinguir entre carrasca y coscoja y es probable que se encuentren las dos en el conjunto de los carbones, pero no tenemos pruebas contundentes que lo confirmen. *Quercus caducifolia* está presente pero con pocos carbones, solamente en un silo de Les Jovades el 35% de los restos eran de este grupo (Fig. 5).

Dentro de la categoría de “sotobosque” hemos incluido los restos carbonizados de *Pistacia lentiscus*, *P. terebinthus*, *Arbutus unedo*, *Acer*, fabáceas leñosas, *Erica multiflora*, *Rhamnus* y/o *Phillyrea*, *Cistus*, *Juniperus*, *Sorbus*, *Crataegus*, etc. Este conjunto representa del orden del 5-10% de los restos carbonizados y constituyen una lista de flora que puede vivir en los bosques de *Quercus* tanto perennifolios como caducifolios (como puede verse en la flora de la Font Roja de Alcoi). No obstante, también pueden llegar a formar bosquetes de cierta altura y de marcado carácter mediterráneo. A pesar de la diversidad floral son pocos los restos de este conjunto, lo que nos conduce a interpretarlo como sotobosque de las formaciones de quercíneas, y que fue poco utilizado como leña para los fuegos de los poblados. La débil frecuencia de *Olea europaea* var. *sylvestris* en estos poblados es un indicador térmico y viene a demostrar que el fondo del valle del río Serpis es más frío que la ladera sur de la Sierra del Benicadell donde se sitúa la Cova de l’Or y los restos de *Olea* son mucho más abundantes.

Tabla 1. Fechas radiocarbono de Les Jovades y Niuet (Bernabeu *et al.* 1993, 1994)

Ref. Lab.	Nivel	Yacimiento	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta-43235	129-N I	Jovades-87	4660 ± 90	5390	Carbones	Convencional
Beta-43236	129-N II	Jovades-87	4810 ± 60	5540	Carbones	Convencional
Beta-57293	165-N I	Jovades-91	4370 ± 60	4970	Carbones	Convencional
Beta-75223	Sector A-N I	Niuet	4460 ± 60	5110	<i>Quercus</i>	Convencional
Beta-75222	Sector A-N II	Niuet	4490 ± 60	5150	<i>Quercus</i>	Convencional

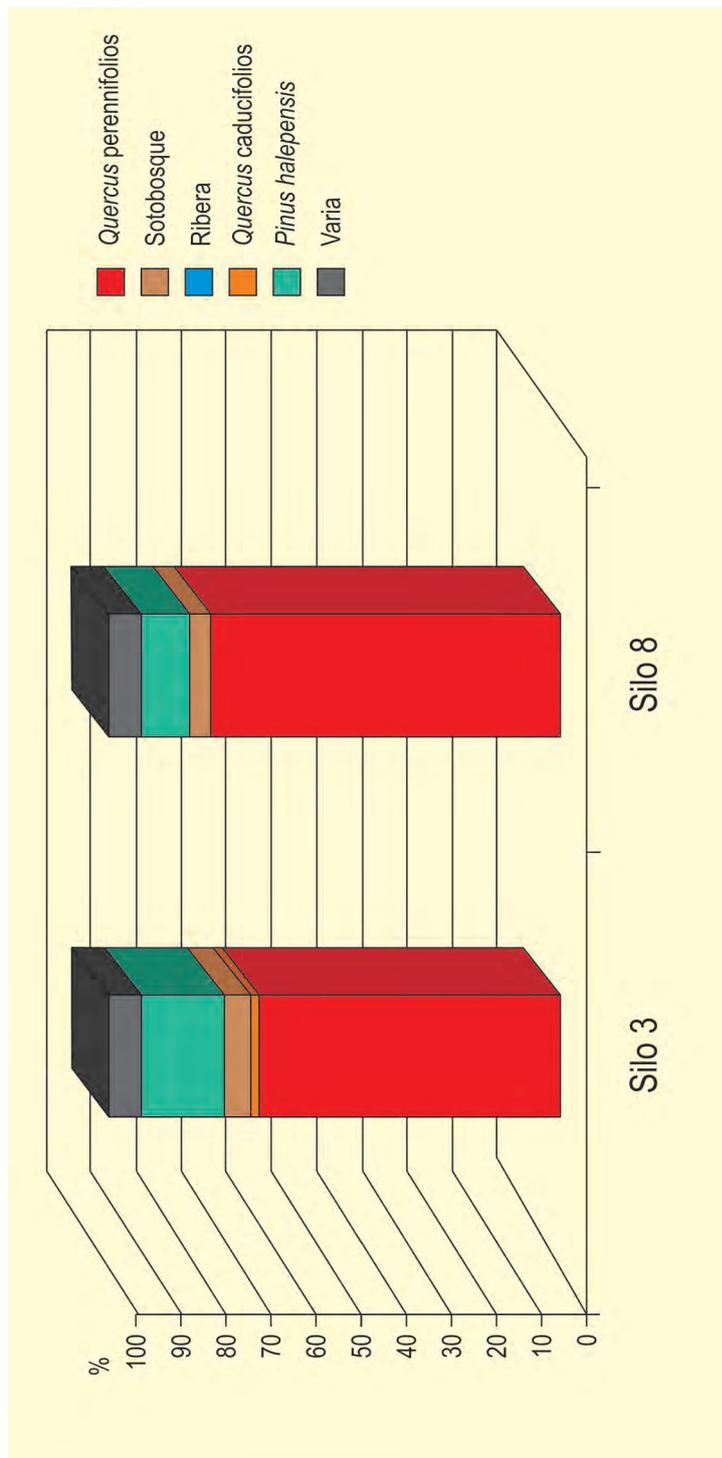


Figura 3. Histogramas de los taxones identificados en dos silos de Niuet

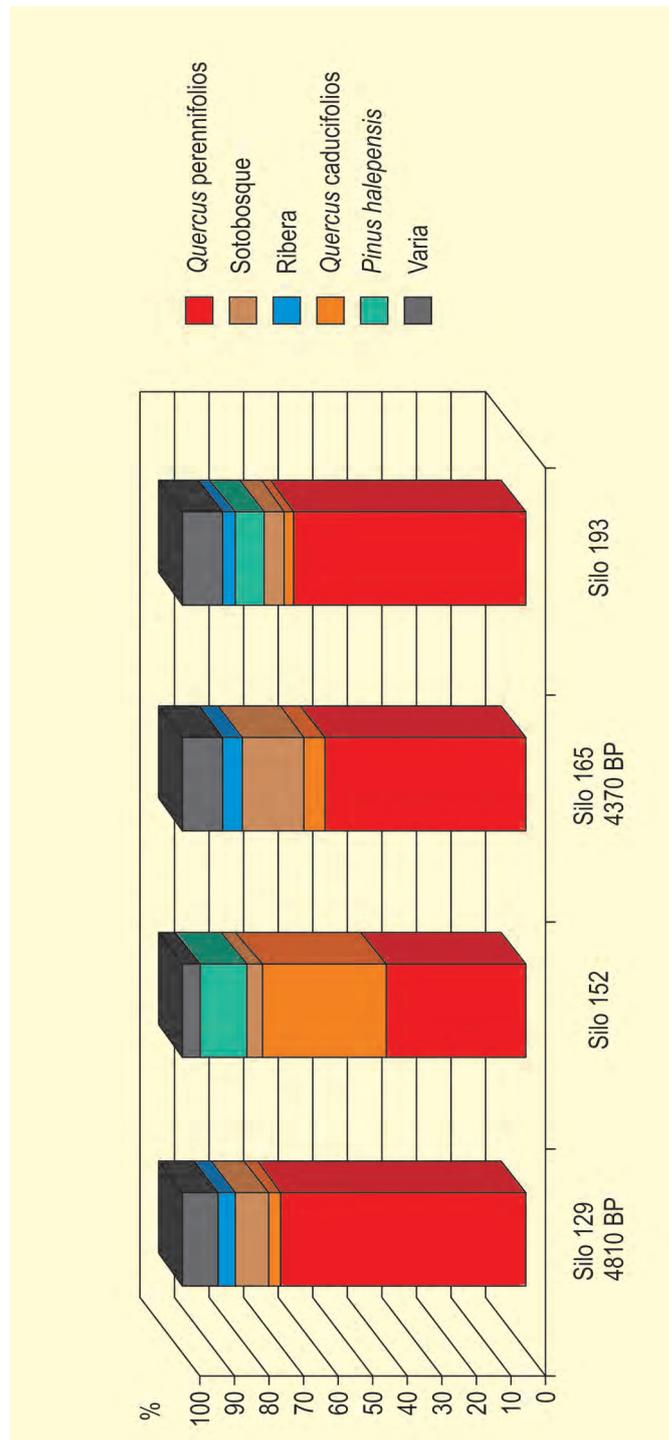


Figura 4. Histogramas de los taxones identificados en varios silos de Jovades

Los pocos restos carbonizados de *Pinus halepensis* pueden indicar que, durante el cuarto milenio BC, estos pinares formarían pequeños bosquetes en el valle del Serpis como también lo demuestran los datos de Cova de l'Or, Mas d'Is, etc. (Badal et al. 1994, Carrión-Marco 2005). Por tanto, las condiciones de temperatura, humedad y densidad demográfica todavía permitían sobrevivir a las quercíneas aunque, como vemos, están siendo seleccionadas para leña masiva-

mente y puede que para otras actividades como abrir claros en el bosque para los campos de cultivo, las sendas y las veredas, las zonas de almacenamiento y el hábitat, etc. En definitiva, vemos que el bosque de quercíneas es el más utilizado, aunque no vemos fases de cambio o retroceso en los resultados antracológicos, esto puede ser debido al periodo de ocupación de estos poblados que es relativamente corto (300-400 años) y al propio método antracológico que necesita

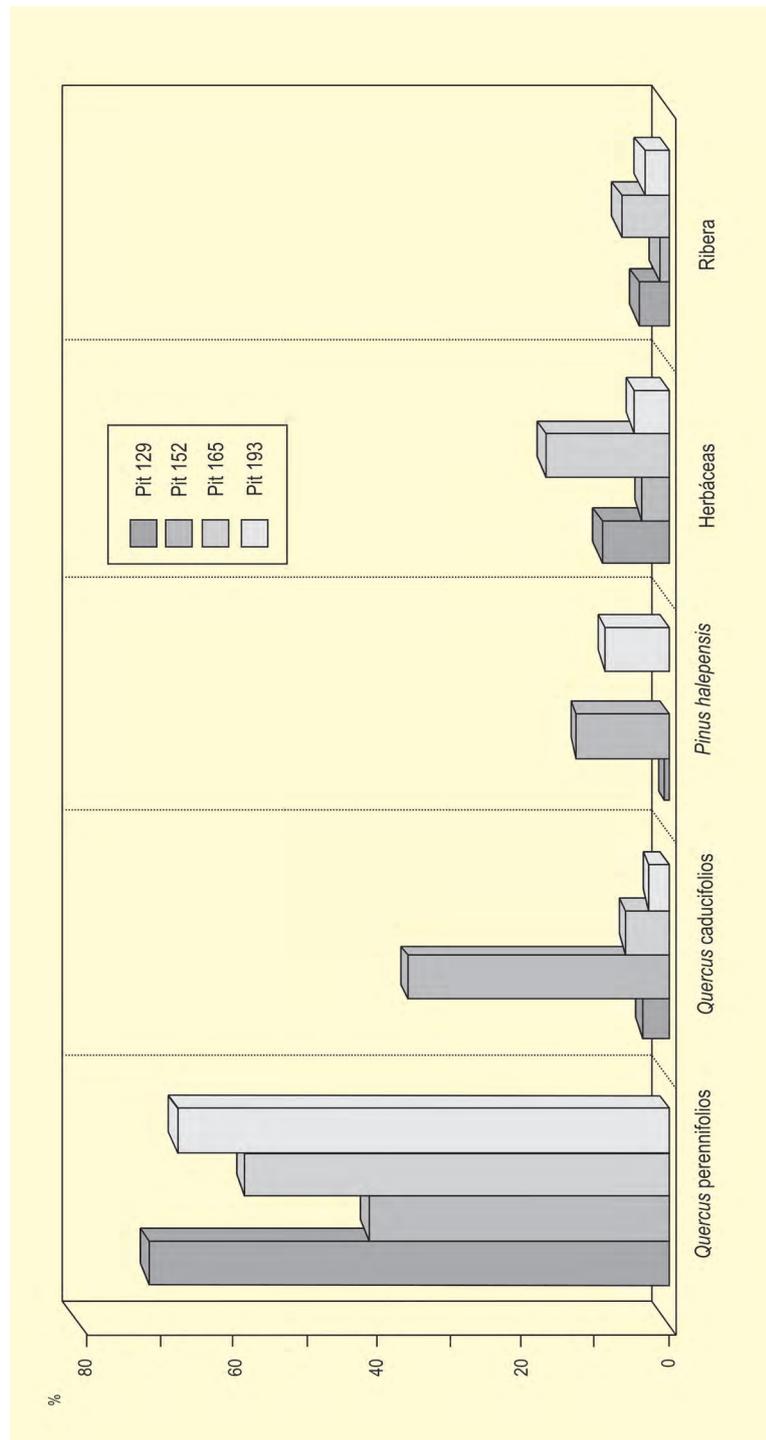


Figura 5. Resultados antracológicos de Les Jovades. Redibujado de Badal et al. (1994)

secuencias muy largas de ocupación para ver los cambios en el paisaje vegetal.

Los poblados de Les Jovades y de Niuet están situados a orillas del río Serpis, sin embargo, la vegetación de la ribera no es muy utilizada como leña para el fuego. Se ha identificado *Fraxinus*, *Laurus nobilis*, *Salix* y *Populus* en pequeñas cantidades; quizás esta flora fuera más utilizada para otras actividades que no dejan

rastro arqueológico, como forraje y pasto para el ganado. Las choperas y las fresnedas son lugares muy aptos para el ganado vacuno, lanar y cabrío y a veces sí queda constancia de esta actividad en las cuevas (Badal 2002, Carrión-Marco et al. 2006).

Más información

Bernabeu & Badal (1990), Bernabeu & Badal (1992), Badal et al. (1994)



LES MADRIGUERES

El Vendrell, Tarragona
Holoceno (>3842 años cal BP – actualidad)

El espacio sondeado de Les Madrigueres ($41^{\circ} 24' 32''$ N; $1^{\circ} 33' 42''$ E; 2 m s.n.m) se localiza en el término municipal de El Vendrell (Tarragona), en la depresión litoral catalana (Figs. 1 y 2). El entorno de Les Madrigueres corresponde a la antigua desembocadura de la Riera de la Bisbal, una zona deltaica de transición entre la costa y la planicie del Bajo Penedès. Desde un punto de vista geológico se ha descrito la existencia de depósitos litorales y de humedales relacionados con dinámicas marinas, así como depósitos aluviales y fluviales relacionados con dinámicas continentales.

Este depósito se encuadra en un contexto bioclimático mesomediterráneo inferior con unas temperaturas medias anuales y unas precipitaciones anuales de 17,5 °C y 500 mm, respectivamente. La vegetación actual está dominada por un estrato arbóreo formado princi-

palmente con *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Olea europaea* var. *sylvestris* y *Ceratonia siliqua*. El sotobosque se compone de *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*, *Rhamnus lycioides*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* y *Erica multiflora*.

El sondeo SM-2 consta de 36 m y se puede dividir en diferentes unidades. La Unidad I, entre 36 y 33,5 m, se compone de arcillas limosas; la Unidad II, entre 33,5 y ~14 m, de limas arcillosas aparentemente oxidadas con contenido variable de arena; la Unidad III, entre ~14 y 7 m, contiene un sedimento arenoso con gravas intercaladas a distintas profundidades; la Unidad IV, entre 7 y 4,5 m, está formada por gravas de ~10 cm con matriz arenosa; la Unidad V, entre 4,5 m y la superficie, se compone de una primera sección formada por fangos orgánicos (4,5-3,20 m) y otra sección compuesta de arenas limosas progresivamente más arenosas hacia la super-



Figura 1. Localización del sondeo SM-2 en la costa de El Vendrell

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas del sondeo SM-2

Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
205	1560 ± 30	1455	sedimento orgánico
425	3560 ± 30	3842	restos vegetales

ficie (3,20 m - superficie). Una muestra palinológica recogida a 35 m de profundidad (Unidad I) reveló una vegetación pre-cuaternaria, posiblemente miocénica. Las muestras correspondientes a la Unidad II resultaron ser estériles. Debido a esto, el análisis palinológico se centró en las 20 muestras recogidas a lo largo de los 430 cm superiores del sondeo (Unidad V) correspondientes al Holoceno (Tabla 1), por tratarse de los sedimentos con mayor abundancia en materia orgánica.

La secuencia se inicia con una zona (A) caracterizada por la existencia de bosques mixtos y maquias litorales de pinos y encinas acompañados de robles, acebuches y labiérnagos, además de enebros y sabinas (Fig. 2). Los bosques en galería a lo largo de los cursos fluviales y riberas de las marismas de agua dulce se componen de avellanos, alisos y sauces. El estrato arbustivo estaría compuesto principalmente por brezos,

jaras y coscojas, mientras que entre los taxones herbáceos encontraríamos gramíneas silvestres y asteráceas, así como ciperáceas típicas de hábitats húmedos. Las algas identificadas indican un ambiente oligotrófico y la presencia de foraminíferos, aunque en baja frecuencia, resulta indicativa de influencia marina.

El progresivo incremento de sedimentos arenosos con señales de oxidación parece indicar una fase de transición (zona B) en la que la marisma se fue colmatando progresivamente. Las oscilaciones del nivel de agua y las desecaciones estacionales debieron acarrear consigo procesos erosivos y oxidativos que repercutieron en la conservación de los palinomorfos, por lo que los resultados a partir de esta fase de la secuencia pueden resultar parcialmente sesgados y mostrar una señal de carácter más bien local. Durante este período de transición, la cobertura arbórea sufre un importante descenso. Aunque



Figura 2. Imagen del sondeo mecánico (Foto: F.Burjachs)

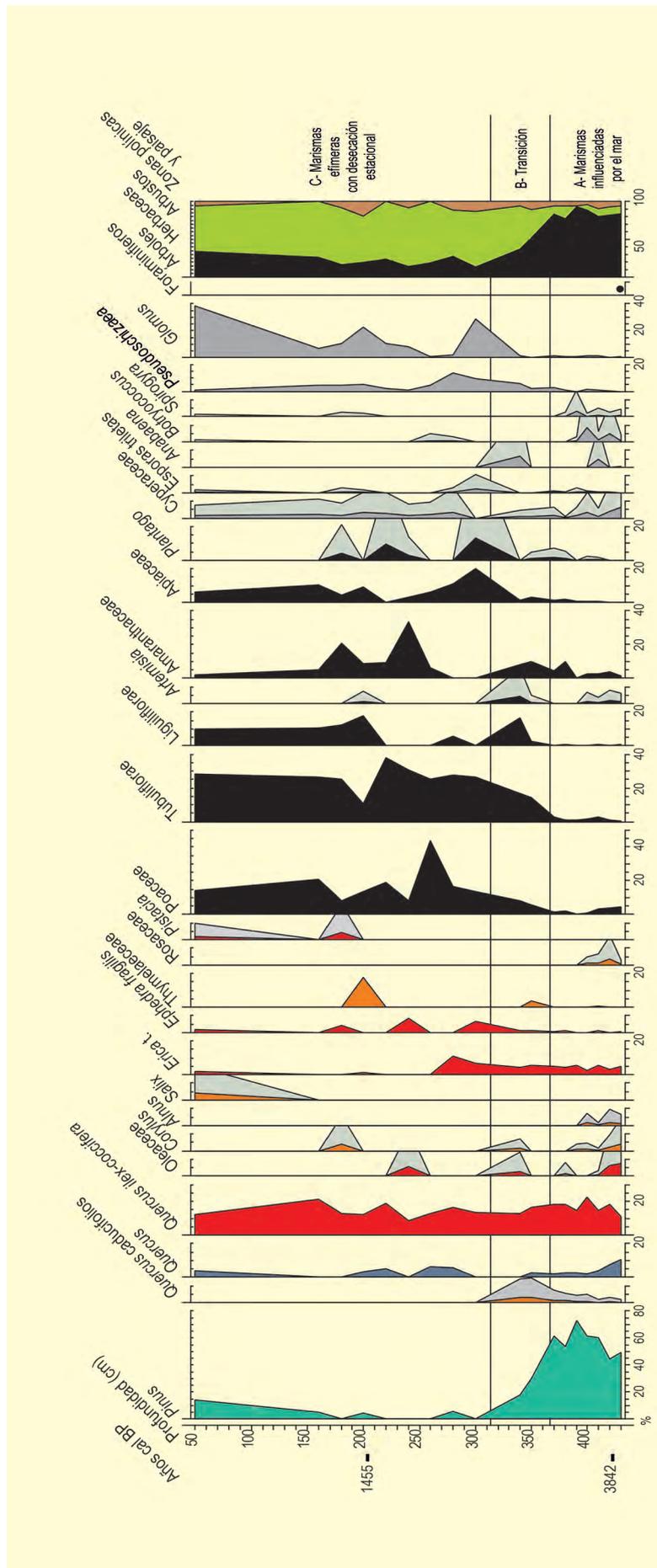


Figura 3. Diagrama palinológico del sondeo SM-2 expresado en porcentajes. El círculo representa valores inferiores al 1%. Redibujado de Val-Peón et al. (2017)

la presencia de coscojas, oleáceas y pinos indican la existencia de una maquia litoral, el paisaje es abierto y dominado por herbáceas. Esta tendencia se estabiliza en la siguiente fase (zona C) en la que hay un ligero incremento de la cobertura arbórea, pero las herbáceas continúan siendo dominantes. La variabilidad en los valores de taxones relacionados con condiciones de hu-

medad, así como los picos de *Pseudoschizaea* y *Glomus*, relacionados con procesos erosivos, parecen ser indicativos de la desecación estacional del humedal, así como de la presencia de actividades antrópicas.

Más información

Val-Peón *et al.* (2017)



LES PALANQUES

La Vall d'en Bas, La Garrotxa, Girona
Holoceno (~10000 años cal BP – actualidad)

El sondeo Les Palanques ($42^{\circ} 09' 44''$ N, $2^{\circ} 26' 12''$ E; 460 m s.n.m.) fue extraído en el sector noroccidental de La Vall d'en Bas (La Garrotxa, Girona), a 4 km al sur de la ciudad de Olot. Este valle es singular debido a su formación por sucesivos episodios de barraje del curso del río Fluvià por parte de coladas volcánicas. Por tanto, en diferentes momentos del Cuaternario existió un lago en la llanura donde actualmente encontramos campos de cultivo. En la Vall d'en Bas encontramos claras diferencias topográficas entre las llanuras de 450-500 m s.n.m. y las montañas cercanas, con picos de hasta 1515 m s.n.m.

El clima en La Garrotxa es típicamente submediterráneo, de tendencia atlántica, con abundantes precipitaciones debido a la topografía de esta región, que genera una barrera orográfica a los vientos húmedos y cálidos procedentes del Mediterráneo. Los registros anuales de precipitación son de 1000 mm en la Vall d'en

Bas. Las temperaturas son más suaves respecto a localidades costeras, con una media anual de 13°C , con máximas de $21,6^{\circ}\text{C}$ en verano y mínimas de $5,8^{\circ}\text{C}$ en invierno. El paisaje en esta región se caracteriza por el predominio de una vegetación submediterránea con robles (*Quercus pubescens*, *Quercus robur*) y hayedos (*Fagus sylvatica*), como el d'en Jordà. Este hayedo es único en la Península Ibérica por sus características, ya que está ubicado en una zona relativamente llana y a una cota bastante baja, entre 500-550 m s.n.m., creciendo por encima de la colada de lava volcánica del Croscat. A mayor altitud se encuentran el pino silvestre (*Pinus sylvestris*) y, por otra parte, en los sectores de solana y de baja altitud predominan los encinares (*Quercus ilex*).

El sondeo Les Palanques, de 860 cm de profundidad, proporciona una sucesión de diferentes facies sedimentarias: I) suelo agrícola (0-30 cm); II) arcillas

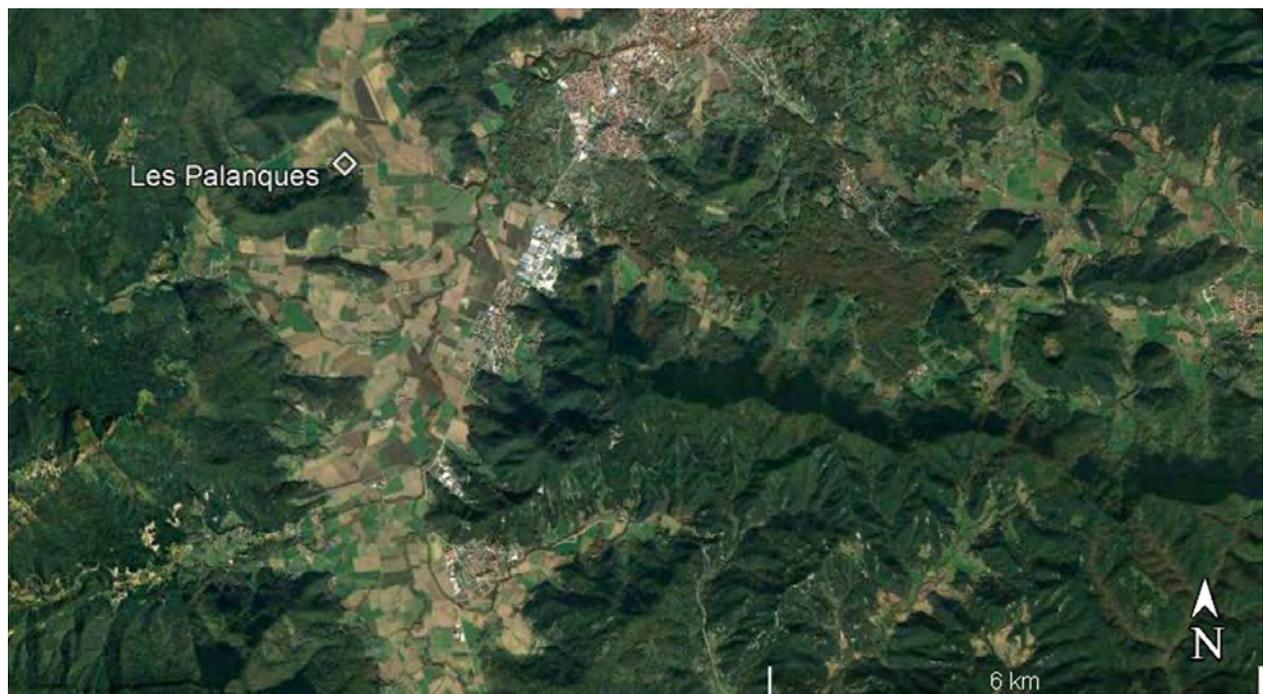


Figura 1. Localización del sondeo Les Palanques en la vall d'en Bas (La Garrotxa, Girona)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas del sondeo SM-2

Prof. (cm)	Material	Años BP (AMS)	Años cal. BP (2σ)
240	Turba	2330 ± 65	2223-2700
640	Turba	7340 ± 80	7896-8254
750	Sedimento	8380 ± 80	9282-9571

(30-240 cm, 350-450 cm, 810-860 cm); III) arcillas orgánicas (240-270 cm, 300-320 cm, 610-650 cm, 710-780 cm); IV) turba (270-300 cm, 320-350 cm, 450-490 cm); V) limo-arcillas (490-610 cm, 650-710 cm) (Pérez-Obiol 1988).

La secuencia polínica Les Palanques ha permitido reconstruir la evolución de la vegetación desde hace aproximadamente 10000 años hasta prácticamente la actualidad (Tabla 1). En la zona A1 (~10000-9100 años cal BP), destacan los bajos valores de polen arbóreo, dominado por *Corylus* y *Pinus*, y los altos porcentajes de algunas herbáceas, como Poaceae, Cichorioideae y Asteroideae. La zona A2 (~9100-5550 años cal BP) nos muestra el período de máxima expansión del bosque, principalmente de caducifolios, con un predominio del avellano, acompañado de *Quercus* caducifolios, y un papel secundario, pero también destacado del pino. A partir de este momento aparece *Abies* de forma más recurrente y en ~6500-6000 años cal BP aparece una curva continua de *Fagus*. Además, se dan máximos valores del bosque de ribera, principalmente *Ulmus*, pero también *Salix* y *Alnus*. A inicios de esta zona (9000 y 8300 años cal BP), se dan algunos picos en herbáceas, como Poaceae, *Plantago*, *Artemisia*, *Rumex*, Apiaceae o Asteraceae (Fig. 2). Destaca también la aparición de las primeras evidencias de Cerealia t. La presencia de *Myriophyllum*, *Nuphar* y *Nymphaea* en esta zona sugiere la existencia de un ambiente de humedal a escala local, que posteriormente se convertirá en una zona palustre o llanura de inundación, con la expansión de *Typha* y Cyperaceae. La zona B1 (~5550-2400 años cal BP) muestra una ligera reducción del polen arbóreo, el declive de *Corylus*, el dominio de *Quercus* caducifolios en los bosques de caducifolios, la expansión de *Pinus* y de *Quercus ilex-coccifera*, además de una curva continua con máximos valores de *Abies*. Además, durante esta zona, se registra una curva continua de Poaceae, la presencia de Cerealia t. en ~4500-4200 años cal BP y ~3000 años cal BP y algunos picos en *Plantago*, *Artemisia* y Amaranthaceae. La desaparición de las plantas acuáti-

cas (*Myriophyllum*, *Nymphaea*, *Nuphar*) sugiere la existencia de un ambiente sin agua estancada y la alternancia de *Typha* y Cyperaceae indicaría cambios en la disponibilidad hídrica durante este período. En la zona B2 (2400 años cal BP-actualidad) se puede observar la regresión de los bosques de caducifolios, el predominio del pino, una ligera expansión en *Olea-Phillyrea* y algunos picos de Ericaceae. Se dan también algunos picos de Poaceae, Cerealia, Amaranthaceae y Apiaceae. La expansión de las esporas monoletas y triletas sugiere probablemente una mayor aridez en el valle, sobre todo a finales de este período cuando Cyperaceae y *Typha* desaparecen.

Esta secuencia polínica proporciona datos sobre la evolución de la vegetación durante el Holoceno inicial, desde hace unos 10000 años cal BP, con la expansión de los bosques caducifolios, con un predominio del avellano (*Corylus avellana*) respecto al roble (*Quercus caducifolios*) (Fig. 2). Esto muestra los rápidos cambios en precipitaciones y temperaturas después del Tardiglacial en las áreas mediterráneas húmedas, como se ha visto también en estudios en áreas con un clima de influencia atlántica en los Pirineos Centrales. Durante el Holoceno inicial se observa el declive de *Juniperus*, *Acer*, *Betula* y *Pinus*, taxones que habían sido mayoritarios en los bosques durante la transición Tardiglacial-Holoceno en la región. Durante este período se dan las primeras evidencias de abeto (*Abies*) y haya (*Fagus*), aunque su expansión será posterior, durante el Holoceno medio. Los bosques de caducifolios muestran máximos valores durante la primera mitad del Holoceno, un rasgo característico del Óptimo Climático del Holoceno en la Península Ibérica. No obstante, se observan algunos episodios de retroceso de roble y avellano, dando lugar a la expansión del pino y del polen no arbóreo entre ~9500-8300 años cal BP, un episodio de perturbación probablemente vinculado a los episodios de enfriamiento del 9300 y 8200 años cal BP y a las últimas erupciones volcánicas en La Garrotxa. Estos cambios en la cubierta vegetal son difícilmente atribuibles

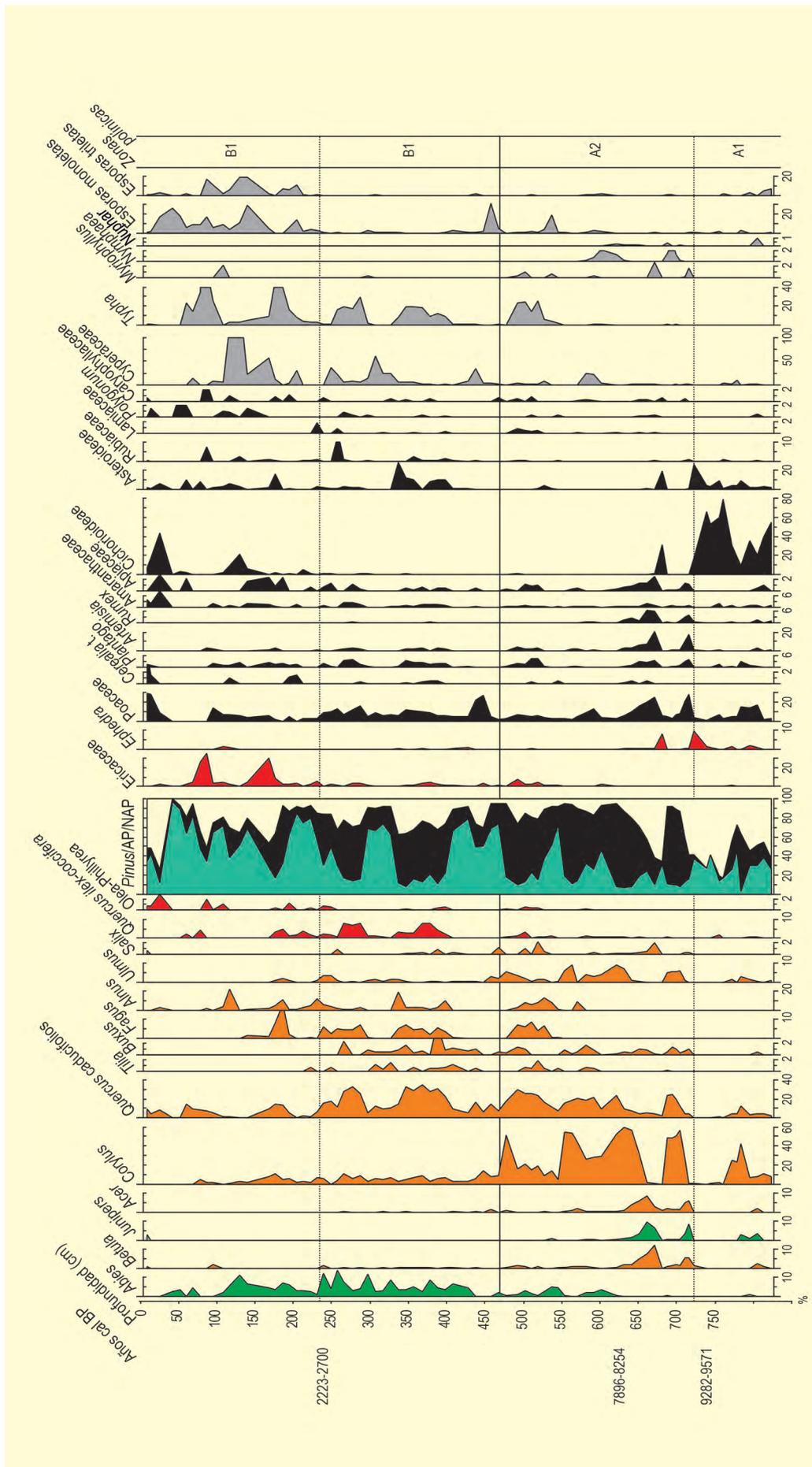


Figura 2. Diagrama polínico de la secuencia de Les Palanques (valid'en Bas, Girona). Redibujado de Revelles et al. (2018)

a un origen antrópico dadas las escasas evidencias de ocupación en la región durante el Mesolítico.

La recuperación de la vegetación después de los episodios de perturbación mencionados sugiere que las primeras comunidades agrícola-ganaderas habrían encontrado, hace unos 7500-7000 años, un paisaje densamente forestado por bosques de caducifolios, con un papel importante también de los pinos de montaña, una mayor presencia del abeto, así como el desarrollo de bosques de ribera (*Ulmus* y *Alnus*, principalmente) que habrían crecido en los márgenes de ríos y lagos. Además, cabe mencionar la relevancia del pino en este registro polínico en comparación con otras áreas submediterráneas, como Banyoles, donde los robledales predominan de forma clara durante el Holoceno inicial y medio y los pinares muestran valores significativamente inferiores. Se trata de una cuestión relacionada con las condiciones oroclimáticas, debido a la existencia de picos de 1400-1500 m s.n.m. a menos de 5 km de distancia de los depósitos analizados, sobre todo en el caso del valle d'en Bas.

En 5500-4500 años cal BP se observa una fase de cambios importantes en la vegetación, con el retroceso del avellano, que ya no se recuperará, un declive también en el roble y altos valores de pino, cambios que estarían relacionados con una dinámica de cambio climático global hacia unas condiciones con una estacionalidad más marcada, dando pie, ya en el Holoceno reciente (a partir de 4200 años cal BP) a la expansión de los encinares (Fig. 2). Por tanto, en el Holoceno reciente se configuraría un paisaje mixto con bosques de caducifolios, ahora dominados por el roble y con un papel secundario del avellano, pinares en las zonas de montaña y bosques de esclerófilos en bajas altitudes y vertientes de solana. Los valores de polen arbóreo, que se mantienen bastante elevados durante todo el Holoceno, descenderán progresivamente durante los últimos 2000 años, en relación a una explotación cada vez más intensiva del territorio en esta región.

Más información

Pérez-Obiol (1988), Revelles *et al.* (2018)



LES PORTES

Lladurs, Solsonès, Lleida
Holoceno (4600-2000 años cal BP)

El yacimiento arqueológico de Les Portes ($42^{\circ} 06' 16''$ N, $1^{\circ} 30' 55''$ E; 978 m s.n.m.) se encuentra a 6 km al norte del castillo de Lladurs (Lleida) en el valle de Isanta y a pocos metros del torrente de Canalda. Actualmente es una zona muy despoblada, en la que el bosque ha ocupado antiguos bancales de cultivo y prados para el ganado. La formación de este abrigo se produjo por el desprendimiento y amontonamiento de grandes bloques rocosos de conglomerado. El abrigo se sitúa en el piso de vegetación submediterráneo. La temperatura media anual es de $9,3^{\circ}\text{C}$, siendo

enero el mes más frío ($-1,7^{\circ}\text{C}$ de media de las mínimas) y julio el más caluroso ($27,8^{\circ}\text{C}$ de media de las máximas). Las precipitaciones anuales alcanzan los 940 mm, siendo el mes de mayo el más lluvioso (88 mm de media) y febrero el más seco (31 mm de media). La vegetación actual se compone en gran parte por pinares de pino albar (*Pinus sylvestris*), probablemente favorecido para su aprovechamiento forestal, ya que en el sotobosque proliferan ejemplares jóvenes de caducifolios, y en donde también se observa *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*. Además, existen zonas de robledal



Figura 1. Vistas de Lladurs (izda.) y su castillo (dcha.) en las proximidades del yacimiento arqueológico de Les Portes



Figura 2. Entrada e interior del yacimiento arqueológico de Les Portes

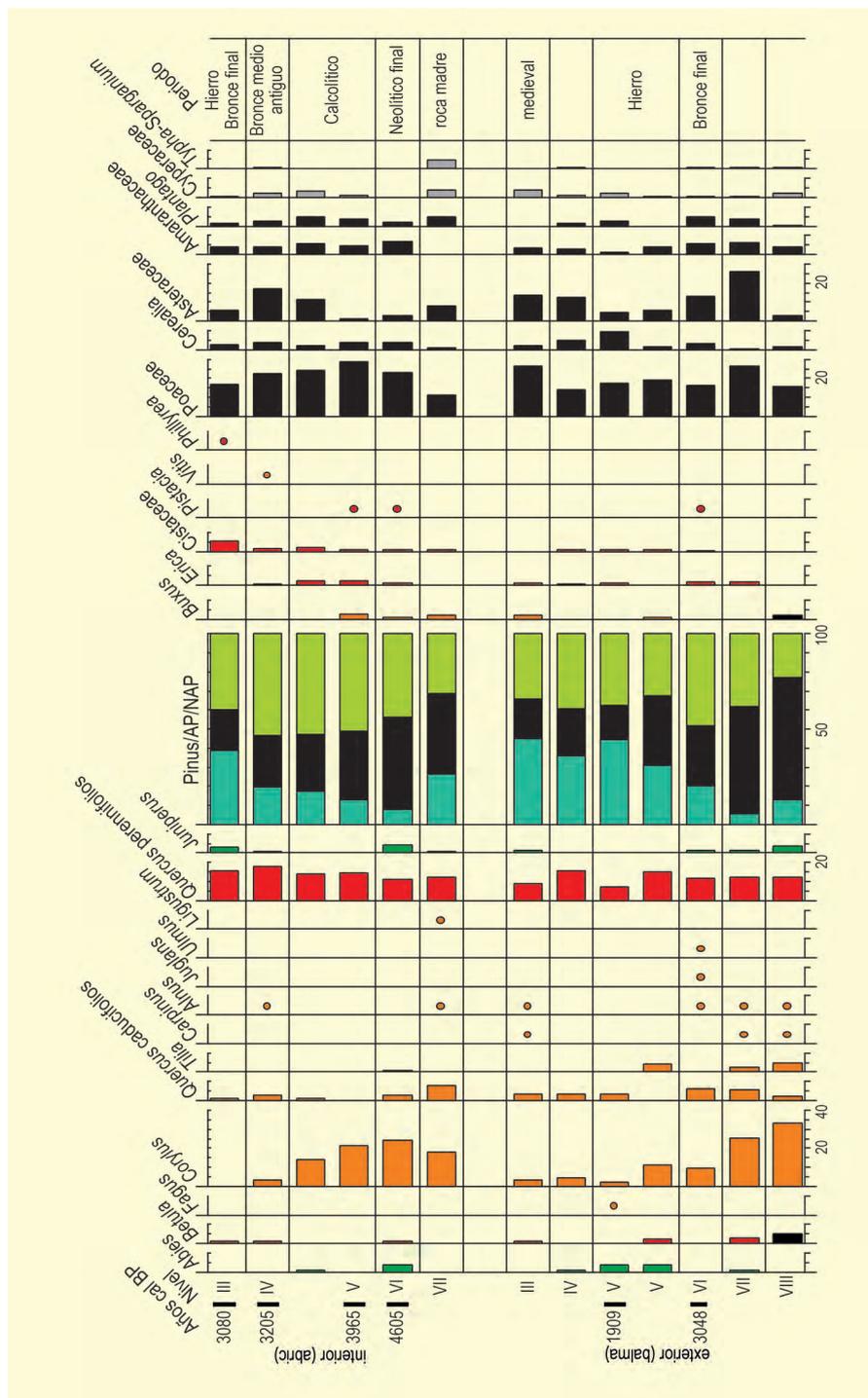


Figura 3. Diagrama polínico de los principales taxones del yacimiento de Les Portes (Burjachs & Expósito 2001)

(*Quercus humilis*) y retazos de encinar (*Quercus ilex*) en los sitios más rocosos y soleados. Una especie omnipresente es el boj (*Buxus sempervirens*), siendo abundantes los caducifolios *Acer campestre*, *A. monspessulanum*, *A. opalus* subsp. *opalus*, *Corylus avellana*, *Prunus avium*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus minor*, *Amelanchier ovalis* y *Coronilla emerus*, junto a otras especies como *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Cytisophyllum sessilifolium*, *Thymus vulgaris*, *Hepatica nobilis*, *Aphyllanthes mons-*

pelensis, *Fragaria vesca*, *Lilium martagon* y *Brachypodium sylvaticum*.

De este yacimiento se han analizado dos secuencias (Figs. 3 y 5), una del interior de la cavidad o abrigo y otra del exterior o *balma*. Estas secuencias han permitido elaborar la historia vegetal entre los ~4600 años (Neolítico final) y la Edad Media (datación relativa por materiales arqueológicos). Así, al inicio de la secuencia

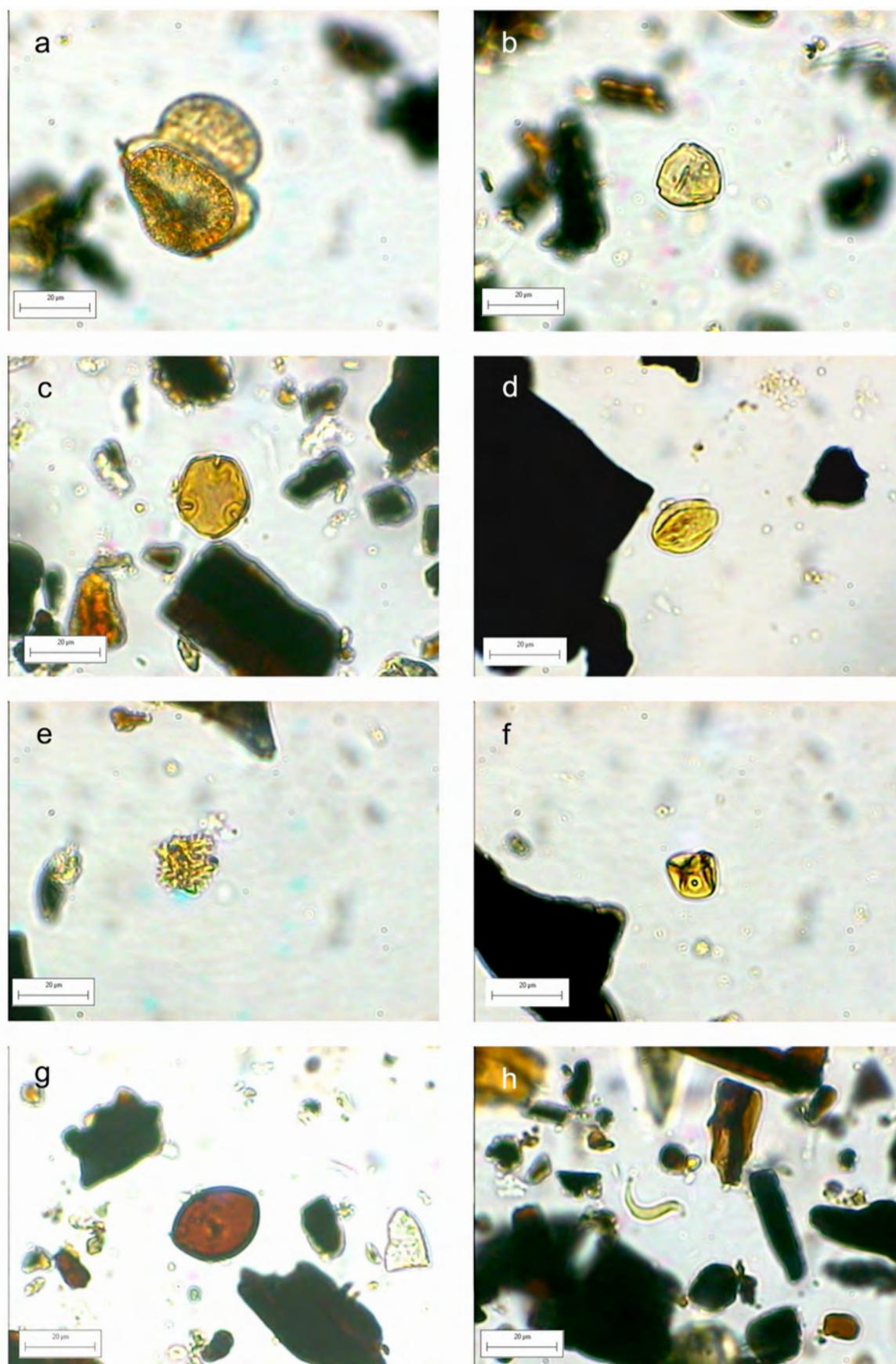


Figura 4. Microfósiles a microscopía óptica del yacimiento arqueológico de Les Portes (El Solsonès). a: *Pinus* (LP, nivell III). b: *Corylus* (LP, nivell VIII). c: *Tilia* (LP, nivell VIII). d: *Quercus caducifolios* (LP, nivell VIII). e: Asteraceae liguliflorae (LP, nivell III). f: Poaceae (LP, nivell VIII). g: *Chaetomium* (LP, nivell VII). h: unglot (LP, nivell VIII)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas del yacimiento de Les Portes (Lleida) (Castany *et al.* 2006). Calibraciones según Calib Rev 8.1.0, intcal20.14c (Reimer *et al.* 2020). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 σ)

Ref. Lab.	Nivel	Material	Años BP	Años cal. BP	Método
UBAR 662	V exterior	Carbón vegetal	1970 \pm 70	1909	Convencional
UBAR 267	III interior	Carbón vegetal	2920 \pm 80	3080	Convencional
UBAR 663	VI exterior	Carbón vegetal	2890 \pm 50	3048	Convencional
UBAR 266	IV interior	Carbón vegetal	3010 \pm 70	3205	Convencional
UBAR 661	V interior	Carbón vegetal	3630 \pm 55	3964	Convencional
UBAR 361	VI interior	Carbón vegetal	4050 \pm 70	4604	Convencional

(sobre la roca madre), que corresponde a la base del nivel del Neolítico final, el bosque estaba bien formado (~73% AP), en una situación de zona de transición entre pinares de montaña (*Pinus sylvestris*), robledales (*Quercus caducifolios*) y de encinar continental (*Quercus perennifolios*), con un componente importante de avellano (*Corylus avellana*). Cabe destacar la presencia de *Carpinus*, actualmente extinguido en el NE peninsular.

Durante el Neolítico final (~4605 años cal BP) se observa un retroceso de los pinares a favor de los abetales y la perturbación del bosque por parte del hombre neolítico, facilitando la extensión de plantas pioneras como *Corylus*, *Juniperus* o Poaceae. Por otra parte, la antracología (Fig. 5) nos demuestra la relevancia que tui-

ron *Buxus* y ciertos caducifolios (*Acer*, Rosaceae t. Poimoidae), invisibles o subrepresentados en el registro palinológico.

Posteriormente, durante el Calcolítico (~3964 años cal BP) se observa un cierto retroceso del bosque de caducifolios (*Quercus*, *Corylus*, *Tilia*) y la expansión de pinares, encinares y prados. La causa la deberíamos encontrar no solo en la presión antrópica, sino también en la tendencia general a la aridez, que se observa después del Óptimo Holoceno y la coincidencia con el evento 4.2. Cabe remarcar la presencia de cf. *Euonymus* y de *Taxus baccata* (Tabla 2).

Durante la Edad del Bronce (3205/3080/3048 años cal BP) sigue la tendencia observada en el período an-

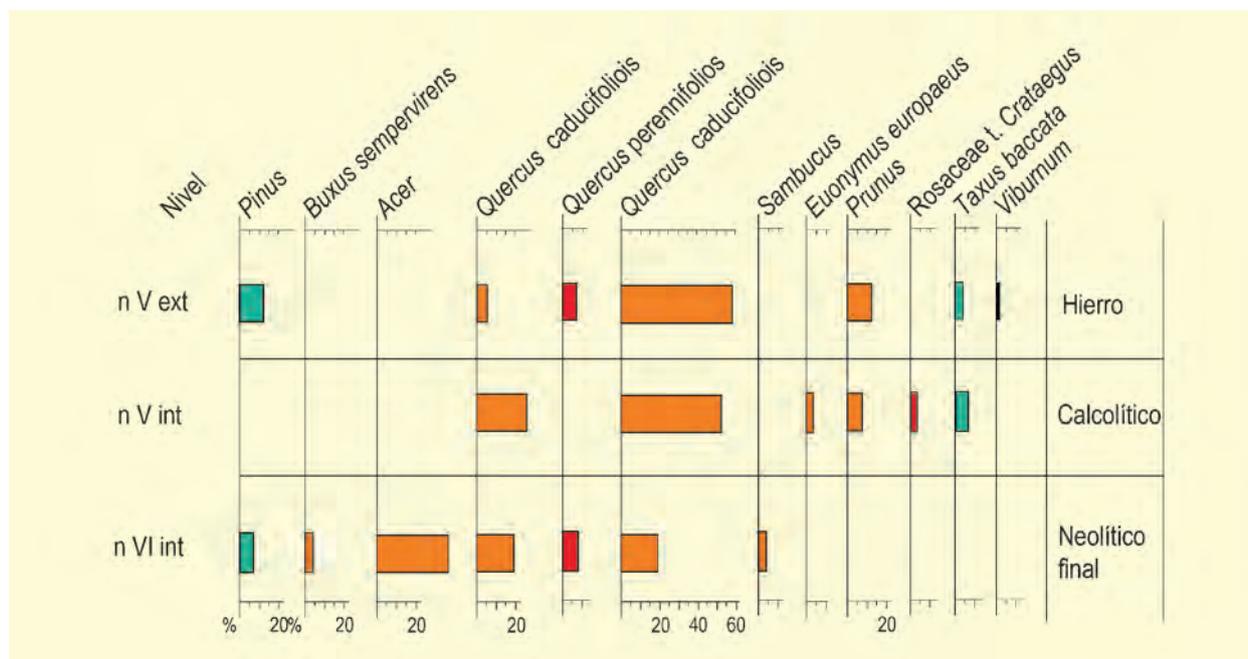


Figura 5. Diagrama antracológico del yacimiento de Les Portes, según C. Cubero (Castany & Guerrero, 2001) y E. Allué & Rodríguez (inédito)

Tabla 2. Resultados antracológicos del yacimiento de Les Portes, según C. Cubero (Castany & Guerrero, 2001) y E. Allué & Rodríguez (inédito)

Taxon	Hierro		Calcolítico		Neolítico final	
	n	%	n	%	n	%
<i>Pinus t. sylvestris</i>	7	12,1			2	7,7
<i>Acer</i>					1	3,8
<i>Buxus sempervirens</i>					10	38,5
<i>Quercus perennifolios</i>	4	6,9			2	7,7
<i>Quercus caducifolios</i>	3	5,2	8	26,7	5	19,2
Rosaceae/Pomoideae	34	58,6	16	53,3	5	19,2
<i>Sambucus</i>					1	3,8
cf. <i>Euonymus europaeus</i>			1	3,3		
<i>Prunus</i>	7	12,1	2	6,7		
Rosaceae t. <i>Crataegus</i>			1	3,3		
<i>Taxus baccata</i>	2	3,4	2	6,7		
<i>Viburnum</i>	1	1,7				
Total	58	100	30	100	26	100

terior; solo destacar la presencia de viña silvestre (*Vitis*). Es en la Edad del Hierro (~1909 años cal BP) cuando se observa la mayor extensión de los pinares de montaña, con avance también del bosque mixto de abeto (*Abies*) y haya (*Fagus*). A nivel local dominaría el bosque mixto de robles y encinas, en donde ciertas rosáceas leñosas tendrían un papel importante (Tabla 2). Los resultados de los niveles posteriores, más recientes, no son del todo fiables por su proximidad a la superficie del yacimiento.

En otro orden de cosas, la presencia de polen de cereales es constante desde el inicio de la secuencia, in-

dicando la existencia de su cultivo en el entorno y, por tanto, la perturbación del medio natural. Interpretamos que los valores elevados (hasta un 9,4 %) de este tipo de polen autógeno en la cavidad es debido al procesamiento de sus espigas, tal como lo atestigua el hallazgo de un molino barquiforme en los niveles del neolítico final. En este mismo nivel se ha determinado carpológicamente *Hordeum vulgare* y *Triticum dicoccum / monococcum*.

Más información

Allué & Rodríguez (inédito, 2004)



LILLO

Puebla de Lillo, León
Holoceno (1700 BP – actualidad)

La turbera ubicada en el espacio conocido como Pinar de Lillo se sitúa en las cercanías de la localidad leonesa de Puebla de Lillo ($43^{\circ} 03' 46''$ N, $05^{\circ} 15' 31''$ O, 1360 m s.n.m.), en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica. Este pinar es un reducto de *Pinus sylvestris* y, dada la ausencia actual de pinares en esta cordillera, su grado de naturalidad ha sido muchas veces discutido.

El pinar se asienta sobre un sustrato constituido por ortocuarcitas silúricas que ha dado lugar a suelos oligotróficos y contrasta con las calizas carboníferas con las que linda hacia el sur y el noroeste, sobre las que se ha desarrollado un suelo de tipo tierra parda eutrófico. El clima es atlántico montano con un cierto carácter submediterráneo. Los inviernos son fríos y la precipitación media anual está por encima de 1500 mm.

La vegetación actual está dominada por *Pinus sylvestris* acompañado por otros elementos eurosiberianos, como *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa*, *Betula alba* y *Vaccinium myrtillus*.

La turbera ocupa una superficie de unos 300 m². El sondeo realizado llega hasta 2,6 m de profundidad y las muestras han sido tomadas cada 5 cm. En conjunto recoge información de los últimos 1700 años, como refleja la datación convencional realizada en la base del sondeo (Tabla 1).

El análisis polínico (Fig. 3) muestra una composición florística propia de la zona eurosiberiana. Toda la secuencia corresponde a bosques densos, pudiendo diferenciarse tres zonas polínicas. La más antigua (LIL-1), entre 1700-860 años cal BP, se corresponde con bosques de *Pinus* y *Betula*, con *Quercus*, *Fagus*, *Corylus*, *Alnus* y brezos. Al final de esta zona hay presencias aisladas de *Castanea* y *Olea*.

Entre 860 y 200 años cal BP (LIL-2) se observa un importante cambio en la composición de la vegetación. Los pinos reducen notablemente sus porcentajes, a la vez que se incrementa la representación de *Betula*. *Juglans* aparece de forma continuada y *Fagus* aumenta su representación al final de la zona. Esta disminución del pinar puede ser debida a una tala selectiva de pinos



Figura 1. Pinar de Lillo desde Pico Lago (Foto: J. González)



Figura 2. *Pinus sylvestris* en el paraje de Pinar de Lillo (Foto: J. González)

Tabla 1. Cronología de la secuencia polínica de la turbera de Pinar de Lillo. García-Antón *et al.* (1997)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
β-67506	115-120	780 ± 80	631-802
β-49284	240-255	1720 ± 60	1522-1740

**Figura 4.** Hayedo de Tronisco en Pinar de Lillo (Foto: J. González)

hallazgo de troncos identificados como *Pinus sylvestris* y datados en torno a 4380 años BP corrobora la presencia de esta especie de pino en la zona (Sánchez-Goñi *et al.* 1999). El Pinar de Lillo puede considerarse uno de los pocos relictos de la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica que se ha mantenido desde el Tardiglacial hasta la actualidad. La permanencia de este pinar probablemente

está relacionada con las particularidades ambientales del territorio que ocupa, un sustrato rocoso y de topografía abrupta donde algunos árboles caducifolios, como hayas o robles, tendrían más dificultades para su colonización.

Más información

García-Antón *et al.* (1997)



LLEIDA

Ciudad de Lleida, Lleida
Holoceno (siglos V BC – V AD)

La ciudad de Lleida ($41^{\circ} 37' 06''$ N, $0^{\circ} 37' 30''$ E; 221 m s.n.m.) se encuentra situada en la parte occidental de Cataluña, concretamente en la mitad occidental de la conocida llanura catalana, atravesada por los ríos Segre y Cinca y sus afluentes. El clima de la ciudad se caracteriza por ser mediterráneo con gran influencia continental. El régimen de precipitaciones es seco, con apenas 385 mm anuales.

La vegetación actual en el entorno del núcleo urbano se caracteriza por su dedicación a la agricultura de cereales, frutales, olivos, almendros, viñedos, etc.

La formación vegetal característica en las elevaciones próximas es el encinar, junto al que crecen numerosas especies arbustivas como el boj (*Buxus sempervirens*) o la coscoja (*Quercus coccifera*). En las umbrías pueden crecer algunos quejigos (*Quercus faginea*), y en los puntos más elevados *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *P. sylvestris*. Las zonas degradadas aparecen recubiertas por matorrales conformados por coscojas, espinos negros (*Rhamnus lycioides*), enebros (*Juniperus oxycedrus*) y sabinas (*Juniperus phoenicea*). En estos puntos el principal elemento arbóreo es *Pinus halepensis*. En cuanto a la ripisilva, aparece compuesta



Figura 1. Vista aérea de la ciudad de Lleida (Foto: Servei Municipal d'Arqueologia, Ajuntament de Lleida)

Tabla 1. Lista de especies de la fase republicana en Lleida (frag.= fragmento)

	INT-48		INT-101		TOTAL	
	Restos	Frecuencia (5 muestras)	Restos	Frecuencia (14 muestras)	Restos	Frecuencia (19 muestras)
Cereales						
<i>Hordeum vulgare</i>	6	3	25	7	31	10
<i>Hordeum vulgare</i> (frag.)			14	1	14	1
<i>Triticum aestivum/durum</i>	10	3	4	2	14	5
<i>Triticum</i>	3	2	1	1	4	3
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag.)			38	9	38	9
Leguminosas						
<i>Lens culinaris</i>	2	2			2	2
<i>Vicia faba</i>	1	1			1	1
<i>Vicia / Lathyrus</i>	1	1			1	1
Frutales						
<i>Ficus carica</i>	168	5	27	7	195	12
cf. <i>Ficus carica</i> (frag.)	13	2			13	2
<i>Juglans regia</i> (frag.)			1	1	1	1
<i>Prunus persica</i> (frag.)			5	2	5	2
<i>Olea europaea</i> (frag.)			3	2	3	2
<i>Vitis vinifera</i>	35	3	2	2	37	5
<i>Vitis vinifera</i> (frag.)	7	3	22	7	29	10
Plantas silvestres						
<i>Agrostemma githago</i>	1	1			1	1
<i>Amaranthus</i>	2	1			2	1
<i>Chenopodium album</i>	3	1			3	1
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>aparine</i>	1	1			1	1
<i>Lolium cf. temulentum</i>			1	1	1	1
<i>Lolium</i>	3	2			3	2
<i>Lolium</i> sp. (frag.)	1	1			1	1
<i>Phalaris</i>	1	1			1	1
<i>Rumex</i>	1	1	1	1	2	2
<i>Vaccaria</i> t.	1	1			1	1
<i>Rumex ulmifolius</i>	1	1			1	1
<i>Aizoon hispanicum</i>	2	1			2	1
<i>Beta</i> t.	1	1			1	1
<i>Lythrum</i> t.	1	1			1	1
cf. <i>Brassica</i>	1	1			1	1
<i>Chenopodium</i>	1	1			1	1
<i>Lepidium</i> t.	2	1			2	1
Papilionaceae	2	1			2	1
Poaceae	2	1			2	1
Poaceae (frag.)	217	5	2	1	219	6
Poaceae (frag. raquis)	1	1			1	1
cf. <i>Solanum</i>	4	1			4	1
<i>Stellaria</i>	1	1			1	1
<i>Veronica</i>	1	1			1	1
Otros restos						
<i>Rosmarinus/Cistus</i> (hojas)	1	1			1	1
<i>Vitis</i> t. (tallo)	6	2			6	2
<i>Cenococcum</i>	7	2			7	2
Indeterminado	4	2	5	1	9	3
Indeterminado (frag.)	31	3	7	2	38	5

por especies como *Salix alba*, *Populus nigra* y *Fraxinus excelsior*.

La historia de la ciudad se remonta al periodo ibérico (finales del siglo V-principios del IV BC), momento

de la fundación de la *ciuitas* de Iltirta. Su posición estratégica en la intersección entre las diferentes vías que comunicaban la costa mediterránea y el interior peninsular y que, a través del valle del Ebro, conectaban con la zona cantábrica, y con Francia, a través de los Piri-

Tabla 2. Lista de especies de la fase imperial en Lleida (frag.= fragmento)

	INT-46		INT-48		INT-85		INT-86		INT-90		INT-101		Total	
	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.								
Cereales														
<i>Hordeum vulgare</i>	19	1			36	2			2	1	1	1	58	5
<i>Hordeum vulgare</i> (frag.)					9	3			1	1			10	4
<i>Hordeum</i> (raquis)	2	1											2	1
<i>Triticum aestivum/durum</i>	16	1	2	1	9	1			2	1	1	1	30	5
<i>Triticum cf. durum</i> (raquis)			2	1									2	1
<i>Triticum dicoccum</i>	1	1											1	1
<i>Triticum</i>					1	1	1	1			1	1	3	3
<i>Triticum</i> (frag.)					1	1					2	1	3	2
<i>Secale cereale</i>	7	1											7	1
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag.)	33	1			211	4	14	1	1	1			259	7
Leguminosas														
<i>Lens culinaris</i>	1	1			1	1					1	1	3	3
<i>Pisum sativum</i>											1	1	1	1
Frutales														
<i>Ficus carica</i>	2	1	66	1	7	3			7	2	7	3	89	10
<i>cf. Ficus carica</i> (frag.)			4	1									4	1
<i>Malus/Pyrus</i>	7	1											7	1
<i>Olea europaea</i> (frag.)					1	1							1	1
<i>Vitis vinifera</i>	18	1	1	1	4	1			4	1	2	2	29	6
<i>Vitis vinifera</i> (frag.)	9	1									3	2	12	3
Plantas silvestres														
<i>Agrostemma githago</i>	9	1											9	1
<i>Amaranthus</i>	1	1											1	1
<i>Asperula</i>	2	1											2	1
<i>cf. Atriplex</i>											1	1	1	1
<i>Avena</i>	11	1	2	1									13	2
<i>Avena</i> (frag.)	1	1											1	1
<i>Bromus</i>					2	2							2	2
<i>Chenopodium album</i>					1	1	1	1			1	1	2	2
<i>Chenopodium</i>													1	1
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>aparine</i>	1	1											1	1
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>spurius</i>					1	12							1	1
<i>Glauclium</i>					1	1							1	1
<i>Lolium cf. perenne/rigidum</i>	44	1			1	1							45	2
<i>Lolium cf. temulentum</i>	3	1			2	1							5	2
<i>Lolium</i>													2	2
<i>Lolium</i> (frag.)	63	1			8	2							63	1
<i>Lolium/Festuca</i>													8	2
<i>Malva</i>	13	2			2	2			2	1			17	5
<i>Polygonum convolvulus</i>	2	1			2	1			1	1			5	3
<i>Portulaca oleracea</i>											1	1	1	2

neos, ha hecho de la ciudad un importante centro urbano que, desde su fundación hasta el presente, ha estado continuamente habitado (Junyent & Pérez 2003).

El estudio arqueobotánico de los niveles romanos de la ciudad ha sido realizado por Alonso (2005) en el marco de las actividades emprendidas por el Servicio Municipal

de Arqueología y la Universidad dentro de un proyecto interdisciplinar sobre paisaje, agricultura y alimentación en época romana e islámica. Las muestras analizadas proceden de diferentes excavaciones en la ciudad antigua (Fig. 1) habiéndose recuperado un total de 19 muestras de 6 excavaciones del periodo imperial y otras 19 muestras de dos intervenciones del periodo republicano.

Tabla 2. Continuación

	INT-46		INT-48		INT-85		INT-86		INT-90		INT-101		Total	
	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.								
Plantas silvestres														
<i>Reseda lutea</i>	1	1											1	1
<i>Rumex</i> sp.	2	1											2	1
<i>Vaccaria hispanica</i>	4	1											4	1
<i>Medicago</i> cf. <i>minima</i>									1	1			1	1
<i>Plantago lanceolata</i>	6	1											6	1
cf. <i>Thalictrum</i>	4												4	1
cf. <i>Fragaria vesca</i>			2	1									2	1
<i>Rubus fruticosus</i>	2	1											2	1
<i>Sambucus nigra</i>					1	1	1	1					2	2
<i>Suaeda</i>	3	1											3	1
Apiaceae	6	1			1	1							7	2
<i>Bupleurum</i>	3	1											3	1
<i>Carex</i>	1	1			1	1							2	2
Caryophyllaceae					2	2							2	2
<i>Cerastium</i>					1	1	1	1		1	1		1	1
Chenopodiaceae			2	1	1	1			3	1	1	1	7	5
Asteraceae	1	1	1	1					2	1			4	3
Cruciferae	1	1			4	1							5	2
<i>Lathyrus</i>	2	1											2	1
Malvaceae					1	1							1	1
<i>Medicago</i>	17	1			1	1			1	1			19	3
<i>Melilotus</i>	9	1											9	1
Fabaceae	4	1	1	1	3	2							8	4
Fabaceae (frag.)	2	1											2	1
Poaceae	13	1	2	1	17	2							33	5
Poaceae (frag.)	3	1			28	6							31	7
Poaceae (frag. raquis)					1	1							4	2
Polygonaceae	1	1											1	1
cf. <i>Silene</i>					1	1							1	1
cf. <i>Salanum</i>									1	1			1	1
Violaceae	1	1											1	1
Otros restos														
<i>Rosmarinus/Cistus</i> hojas			29	1									29	1
Otros (frag. de hojas)			5	1									5	1
<i>Vitis</i> t. (tallo)			1	1									1	1
<i>Cenococcum</i>			1	1	1	1			4	1			6	4
Indeterminado	26	1	4	2	15	4			4	1	1	1	50	9
Indeterminado (frag.)	4	1	40	1	21	3	3	1	16	2	3	3	87	11

Para el Periodo Republicano (siglos II y I BC) se han recuperado un total de 706 restos (Tabla 1) con una baja densidad de restos por litro de sedimento. La mayor parte de las 19 muestras proceden de rellenos y basureros sin que sea posible explorar su relación con estructuras o actividades específicas. Se han identificado un total de 30 taxones, de los cuales 9 corresponden a plantas cultivadas. La mayor parte de los restos se han

conservado por carbonización, excepto algunas semillas de uva (Fig. 2) y de higo que se han conservado mineralizadas. Se constata la presencia de uvas (*Vitis vinifera*), higos (*Ficus carica*), melocotones (*Prunus persica*) (Fig. 3), aceitunas (*Olea europaea*) y nueces (*Juglans regia*). Algunos de ellos como la aceituna, el melocotón y la nuez constituyen las primeras evidencias en la región. Además, los cereales, especialmente el trigo desnudo



Figura 2. Semillas de uva (*Vitis vinifera*) mineralizadas (Foto: SRI Universitat de Lleida)



Figura 3. Fragmentos de pericarpio de melocotón (*Prunus persica*), escala 1 cm (Foto: SRI Universitat de Lleida)

(*Triticum aestivum/durum*) y la cebada (*Hordeum vulgare*), están también bien representados. Las leguminosas, por el contrario, aparecen poco representadas, con algunos ejemplares de lenteja (*Lens culinaris*) y haba (*Vicia faba*). Las malas hierbas están presentes, aunque en números muy reducidos (*Agrostemma githago*, *Chenopodium album* y *Galium aparine*, así como *Lolium* y otras gramíneas).

Para la fase posterior, la Lleida Imperial (siglos I-V d.C.), se cuenta con muestras de 6 intervenciones. Al igual que en el periodo anterior la densidad de restos por litro de sedimento es muy baja. En los 1052 restos identificados se han documentado 43 taxa (Tabla 2). La categoría mejor representada sigue siendo la de los frutales, apareciendo por primera vez *Malus/Pyrus*. Uvas

e higos se mantienen con proporciones altas, y a ellos se unen las aceitunas. Entre los cereales, ahora se documenta el *Triticum diococcum* y el centeno (*Secale cereale*) en el siglo III AD. Este último constituye uno de los datos más antiguos de esta especie en la Península Ibérica. A pesar de ello, y al igual que en la fase republicana, la cebada vestida y el trigo desnudo siguen siendo las especies más representativas. A las lentejas ya documentadas en la fase anterior se une el guisante (*Pisum sativum*) mientras que el haba no se ha documentado en este periodo. Las malas hierbas así como representantes de diferentes comunidades vegetales aparecen bien representados en esta fase.

Más información

Alonso (2005)



LLOMA DE BETXÍ

Río Turia, Paterna, Valencia
Holoceno (4080-3710 años BP)

La Loma de Betxí es un poblado de la Edad del Bronce situado en una pequeña elevación cercana al río Turia ($39^{\circ} 31' 36''$ N, $00^{\circ} 30' 35''$ O; 99 m s.n.m.). La parte superior, está ocupada por dos grandes habitaciones comunicadas por un vano, además de un corredor estrecho adosado al lado oeste. A ella se adosan igualmente una tercera habitación en el extremo norte y una cisterna en el sur (Fig. 1). Se trata de una construcción de mampostería que presenta en la cara interior y en la exterior un revoco de tierra y que ha sido interpretada como un pequeño caserío habitado por un reducido número de personas dedicado a la explotación agrícola y ganadera del entorno (De Pedro 1998). Para el yacimiento se cuenta con varias dataciones radiocarbónicas (Tabla 1).

El entorno bioclimático es termomediterráneo, con una vegetación bastante degradada y carecterizada por una pinada de *Pinus halepensis*, con presencia puntual de *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex* y *Chamaerops humilis*, con una vegetación de ribera totalmente alterada por los cultivos actuales.

Los datos paleocarpológicos fueron publicados junto a la memoria de la excavación (De Pedro 1998) y corresponden a los dos niveles de ocupación detectados en este asentamiento (Tabla 2). Los materiales recuperados en las dos fases de ocupación son mayoritariamente diferentes concentraciones de cereal que en algunos casos han aparecido en el interior de vasos cerámicos o asociadas a ellos. Se trata de conjuntos monoespecíficos de trigo desnudo (*Triticum aesti-*



Figura 1. Vista aérea del yacimiento de La Loma de Betxí, Valencia (Foto: Archivo SIP)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas del yacimiento de La Lloma de Betxí (Pérez-Jordá 1998)

Muestra	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BC	Método
<i>Pinus halepensis</i>	3565 ± 55	3860	1992-1846	Convencional
<i>Pinus halepensis</i>	3725 ± 60	4080	2229-2045	Convencional
<i>Pinus halepensis</i>	3645 ± 65	3980	2143-1925	Convencional
Cereal	3440 ± 70	3710	1870-1660	Convencional
Cereal	3460 ± 80	3730	1885-1670	Convencional
Cereal	3640 ± 70	3980	2120-1900	Convencional
<i>Pinus halepensis</i>	3500 ± 60	3780	1900-1740	Convencional

Tabla 2. Frecuencias de aparición de especies en el yacimiento (Pérez-Jordá 1998)

Nivel	I	II
Plantas cultivadas		
<i>Triticum monococcum</i>	2	1
<i>Triticum aestivum-durum</i>	19	1
<i>Hordeum vulgare</i>	19	2
<i>H. vulgare var. nudum</i>	5	1
<i>Lens</i>	1	
<i>Pisum</i>	4	
<i>Vicia faba</i>	1	
<i>Vicia</i>	1	
<i>Rubus fruticosus</i>	1	
<i>Vitis vinifera</i>		1
Plantas silvestres		
<i>Aegilops</i>	1	
<i>Ajuga</i>	1	1
<i>Avena</i>	2	
<i>Bromus cf. sterilis</i>	6	
<i>Bromus</i>	1	1
<i>Carex</i>	2	
<i>Centaurea</i>	2	
<i>Chenopodium</i>		1
Cruciferae	1	1
<i>Malva</i>	3	
<i>Medicago</i>	2	
<i>Lolium</i>	4	1
<i>Oxalis</i>	1	
<i>Phalaris</i>	5	
<i>Pistacia lentiscus</i>	1	



Figura 2. Cariópside de *Triticum aestivum-durum* (Foto: Guillem Pérez-Jordà)

vum-durum) (Fig. 2) y, en menor medida, de cebada (*Hordeum vulgare*).

La presencia de otras especies de cereal como la escañda (*Triticum dicocum*), la escaña (*Triticum monococcum*) o la cebada desnuda (*Hordeum vulgare var. nudum*) es prácticamente marginal. Se documenta, además, la presencia de otras especies cultivadas mezcladas en estos conjuntos: lentejas (*Lens culinaris*) y guisantes (*Pisum sativum*).

Las escasas malas hierbas aparecen representadas por *Aegilops*, *Avena*, *Bromus cf. sterilis*, *Carex*, *Centaurea*, *Malva*, *Medicago*, *Lolium* y *Phalaris*. Igualmente, se han recuperado algunos frutos silvestres recolectados como uva (*Vitis*), zarzamora (*Rubus fruticosus*) y bellotas (*Quercus*), siendo estas últimas las únicas que aparecen en pequeñas concentraciones que demuestran su importancia como recurso alimenticio.

Más información
Pérez-Jordà (1998)



LOMILLA

Aguilar de Campoo, Palencia
Holoceno inicial (9637-8472 años cal BP)

El yacimiento de Lomilla ($42^{\circ} 44' 46''$ N, $04^{\circ} 16' 15''$ O) se ubica en los depósitos higroturbosos situados en el centro de la cuenca de un pequeño arroyo que discurre de SO a NE hasta su desembocadura en el Pisuerga, cerca de la localidad de Lomilla, a una altitud de 920 m s.n.m., en el término municipal de Aguilar de Campoo. Desde el punto de vista geológico, el fondo del valle está formado por depósitos cuaternarios de poca potencia que rellenan una depresión estructural constituida por sedimentos cretácicos calcáreos algo deformados. El yacimiento se ubica en el piso supramediterráneo. La precipitación media se sitúa alrededor de los 700 mm y la temperatura media es de unos 10°C con media de las máximas de 16°C y media de las mínimas de 4°C . En la actualidad el paisaje vegetal de las proximidades del yacimiento está deforestado; matorrales y pastizales alternan con superficies destinadas al cultivo cerealista. Como restos de vegetación leñosa pueden verse algunos sauces en las riberas del arroyo y, ya a cierta distancia en dirección norte, algunas repoblaciones con distintas especies de *Pinus*.

El espesor del depósito higroturboso alcanza los 10 m y los restos estudiados se hallaron en el perfil del talud que habían dejado al descubierto las obras de construcción de una pequeña presa (Fig. 1). En conjunto, fueron extraídas 33 muestras de madera subfossilizada de diferentes dimensiones, 251 piñas en distinto estado de conservación, dos frutos y numerosos restos de corteza. En el conjunto de muestras se pueden distinguir dos grupos, correspondientes a dos especies diferentes: *Pinus nigra* y *P. sylvestris*. Entre los macrorrestos de frondosas se han reconocido taxones diferentes (*Betula*, *Corylus*, *Fraxinus* y *Salix*). El estado

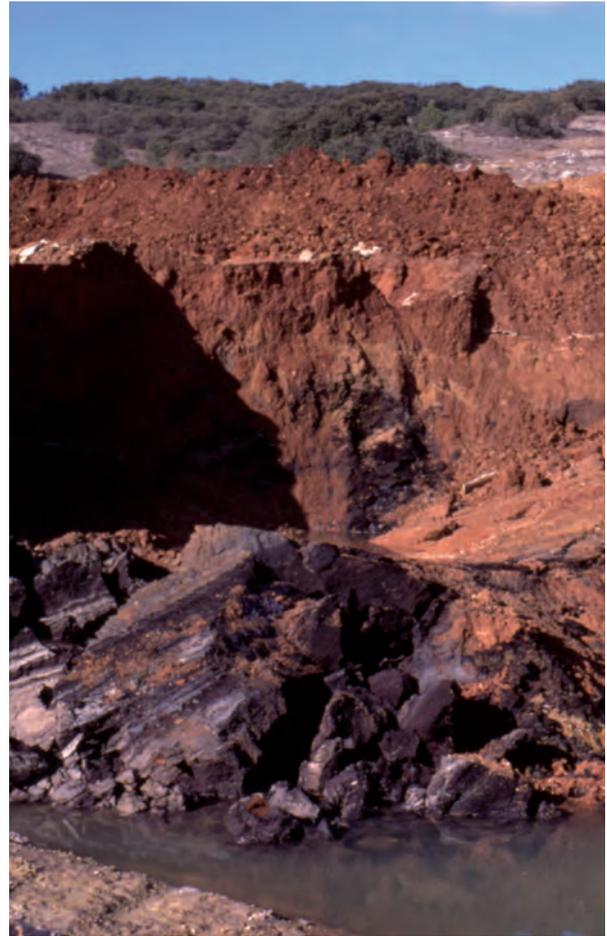


Figura 1. Depósito higroturboso de Lomilla en las obras de construcción de una pequeña presa (Foto: Fernando Gómez-Manzanaque)

de conservación de los cuatro estróbilos extraídos permitió la identificación de 107 piñas de *Pinus nigra* y 27 de *Pinus sylvestris*.

El reconocimiento entre dichos materiales de las especies *Pinus nigra* y *P. sylvestris* es de especial interés

Tabla 1. Dataciones de radiocarbono del depósito de Lomilla (Alcalde-Olivares *et al.* 2001)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP
Beta 111247	7670 ± 80	8472
Beta 111248	7750 ± 80	8531
Beta 111249	8650 ± 80	9637

corológico. La presencia de *P. nigra* destaca por ubicarse fuera del área de distribución actual de esta especie. Las poblaciones más próximas se encuentran en el cañón del río Lobos, en el Sistema Ibérico, y dentro de las referencias basadas en materiales subfósiles debe señalarse la presencia del taxón en plena meseta castellana (Cevico Navero, Palencia) en el tercio final del Holoceno, también fuera de su área natural actual.

La existencia del taxón en una fase mucho más temprana del Holoceno y a más de 100 km al norte de la señalada referencia palentina, pone de manifiesto un área antigua mucho más extensa del mismo. La progresiva ampliación hacia el oeste del área de *Pinus nigra* hace cada vez más verosímil la hipótesis de una distribución pretérita (Tardiglacial u Holoceno temprano) que alcanzara el extremo occidental de la Cordillera Cantábrica. La cita, ligada a los yacimientos estudiados en la cuenca del Duero, hace consistente el planteamiento de una significativa presencia de pinares albares, tanto en el Tardiglacial como en la primera mitad del Holoceno, sobre todo en su sector nororiental.

Más información

Alcalde-Olivares *et al.* (2001)



LOS AZULES

Cangas de Onís, Asturias
Pleistoceno superior-Holoceno inicial (>11000-9430 años BP)

La Cueva de los Azules (43° 21' 22" N, 05° 07' 40" O, Cangas de Onís, Asturias) se abre en la ladera sur del Monte Llueves a unos 80 m s.n.m. en la confluencia de los ríos Güeña y Sella. El yacimiento se encuentra a unos 18 km de distancia del mar en los primeros contrafuertes del macizo de Picos de Europa. La cuenca de Cangas de Onís forma parte de la depresión prelitoral que discurre de este a oeste entre la Sierra del Cuera y los Picos de Europa. La vegetación del entorno del yacimiento forma parte del bosque caducifolio aciófilo con *Quercus robur* y *Castanea sativa*.

La cueva ha registrado una secuencia estratigráfica de 10 niveles adscritos culturalmente al Magdaleniense final (niveles 10 al 6) y al Aziliense (niveles 5 y 3 separados por una costra estalagmítica-nivel 4) (Fernández-Tresguerres 1980). El nivel 3 ha sido subdividido en varias capas, unas inferiores (e-g) con dataciones radiométricas comprendidas entre 11.000-10.000 años BP, y otras capas superiores (a-d) que pertenecen al inicio del Holoceno, datado entre 9500 y 9400 años BP (Meilidjohn & Straus 1986).

El estudio antracológico (Fig. 2) realizado por Uzquiano (1992, 1995), indica el dominio de *Betula* (37%) en los niveles del Magdaleniense final seguido de *Sorbus* y *Salix* (20% y 19%). *Pinus sylvestris* (Fig. 4) aparece en los niveles superiores entre 6-15%. Los *Quercus caducifolios* (Fig. 4), *Corylus*, *Fraxinus* y *Acer* presentan valores muy bajos y su presencia es discontinua (Uzquiano 1992). La cronología de estos niveles se estima anterior a 11.000 años BP. El dominio del abedul estaría en consonancia con condiciones de tipo interstadial análogas a las registradas en La Pila (Cantabria) y en el nivel II de Santa Catalina (País Vasco). *Pinus sylvestris* domina en la base del nivel 3 aziliense pero experimenta un descenso gradual (65-22%) en favor de los *Quercus caducifolios* (12-54%). La presencia de *Betula* es muy discreta (2-4%). Esta dinámica está en relación con la transición Dryas reciente-Preboreal. Hacia 9500 años BP, inicios del Holoceno, *Quercus* (>40%), *Betula* (24%) y *Pinus* (10%) son los taxones principales explotados por los grupos azilienses. Presencias puntuales de *Fagus sylvatica* han quedado registradas hacia >10.900-9500 años BP (Uzquiano 1992, 1995).



Figura 1. Los Mamprodes-Picos de Europa (Foto: JA. Suárez González)

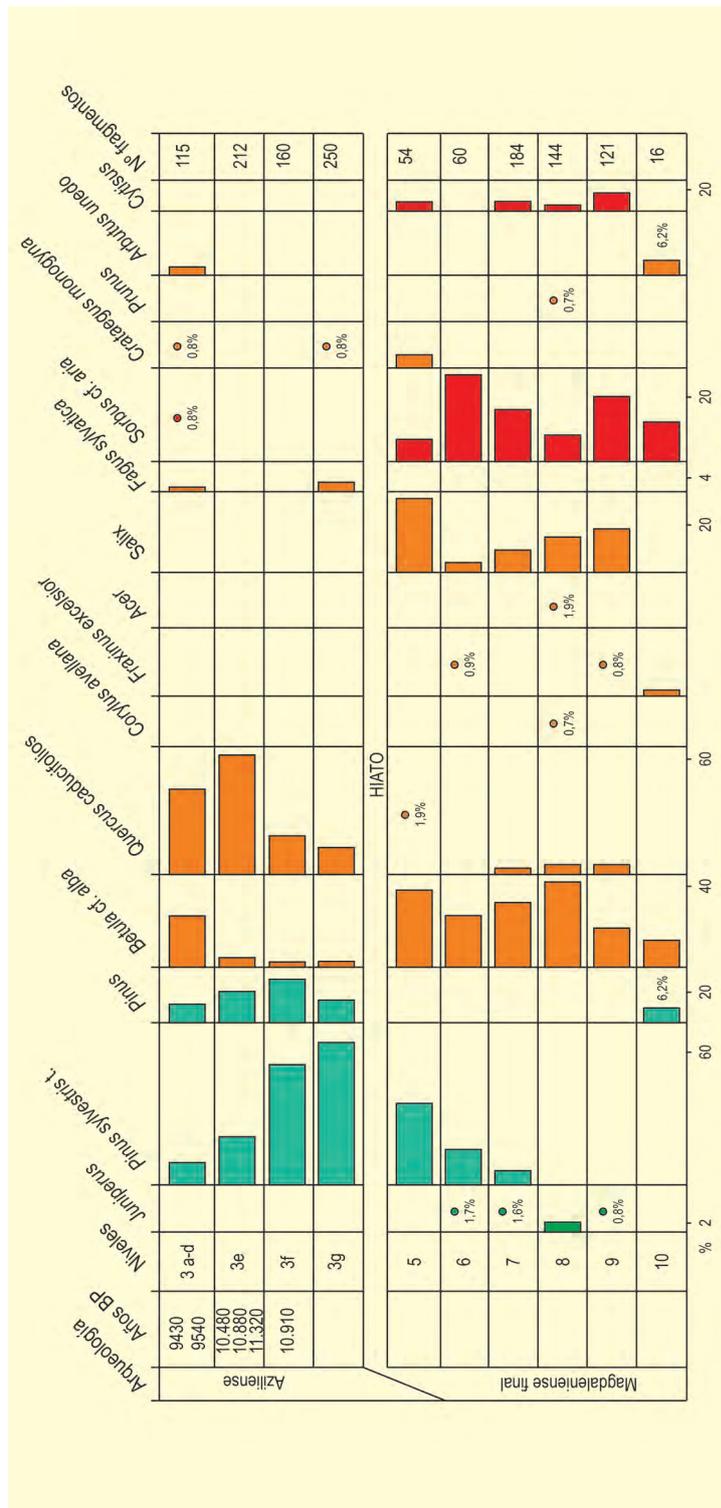


Figura 2. Diagrama antracológico de la cueva de Los Azules. Redibujado de Urquiano (1992, 1995)

Previamente a los trabajos antracológicos, López-García (1981) realizó el estudio palinológico de los niveles 1 a 4 correspondientes al Tardiglacial-Holoceno

(9540-9430 años BP), un periodo muy corto, que según la autora corresponde casi en su totalidad al Aziliense (Fig. 3). El espectro polínico muestra en general altos

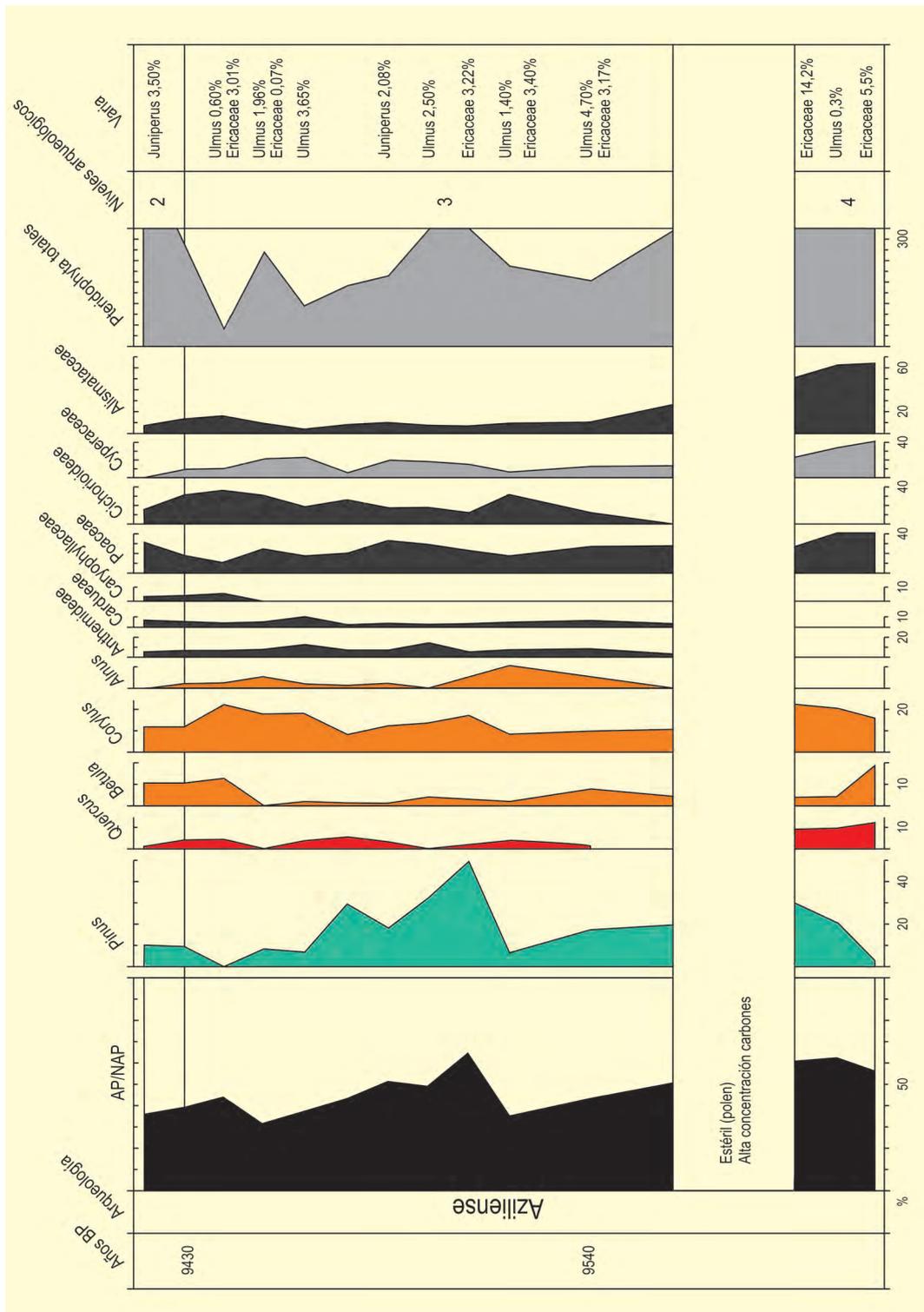


Figura 3. Diagrama polínico de la cueva de Los Azules. Redibujado de López-García (1981)

porcentajes en polen arbóreo, con la presencia casi constante de *Alnus*, *Corylus* y *Ulmus*. Destacar los tres máximos de Cyperaceae, Alismataceae y helechos que

se dan en los tres niveles (2, 3 y 4) indicando momentos húmedos para este territorio.

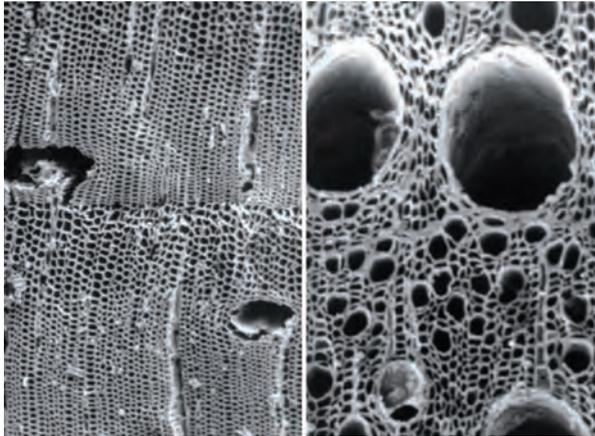


Figura 4. Muestra de carbón de *Pinus sylvestris* (izqda.) y *Quercus caducifolia* (dcha.) (Foto: Paloma Uzquiano)

El nivel 4, viene caracterizado por el máximo desarrollo de AP (*Pinus* y *Corylus*) (Figs. 3 y 5), así como de gramíneas, bien representadas con porcentajes en torno al 40%. La parte inferior del nivel 3 es palinológicamente estéril, aunque sí presenta altos porcentajes en carbones por la presencia de hogares cuyas altas temperaturas podrían, según la autora, haber destruido los pólenes presentes en este nivel. Se observa una tendencia a la disminución de la masa arbórea, sin embargo hacia la mitad de este nivel hay un pico de hasta el 64% en AP debido al aumento de los pinares. Entre las herbáceas predominan las gramíneas respecto a las Cichorioideae. Finalmente en el nivel 2, se

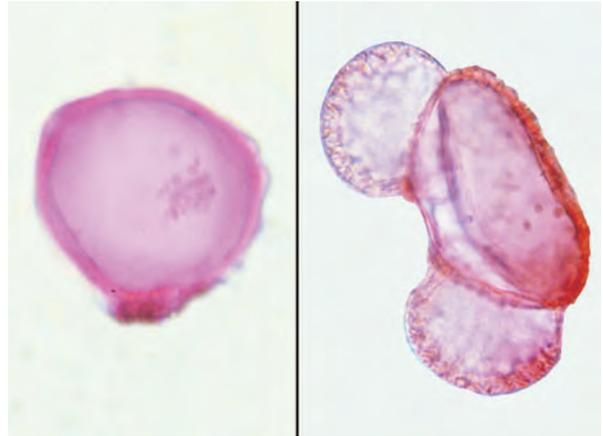


Figura 5. Polen fósil a microscopio óptico de *Corylus* (izqda.) y *Pinus* (dcha.)

observa un predominio de *Corylus* dentro de AP y, a diferencia del anterior nivel, Cichorioideae aumenta con respecto a Poaceae, siendo también un momento húmedo.

En definitiva, la buena representación de la masa arbórea, junto a los indicadores de la alta humedad, sitúan el estudio palinológico de estos niveles en el Preboreal, tal y como lo indican también las dataciones de radiocarbono.

Más información

López-García (1981), Uzquiano (1992, 1995)



LOS BARRUECOS

Malpartida, Cáceres
Holoceno (6080 – c. 4600 años BP)

Ubicado en un paraje muy singular de la península cacereña, en el término municipal de Malpartida de Cáceres (39° 25' N, 06° 29' O; a unos 360 m s.n.m.), el yacimiento al aire libre de Los Barruecos forma parte del Monumento Natural del mismo nombre, un paisaje típico de berrocal granítico de grandes bolos, muy desarrollados por procesos erosivos y que han contribuido sobremanera al refugio y asentamiento de grupos humanos en este entorno (Figs. 1 y 2). La vegetación leñosa es escasa, dominando pies de encina y algún acebuche disperso.

El análisis paleopalinoológico de Los Barruecos (Fig. 3) se basó en el estudio de once muestras procedentes

de dos sondeos, de las cuales ocho son de adscripción neolítica (m1 a m8), dos calcolíticas (mg y m10), y una última del Bronce antiguo (m11) (López-Sáez *et al.* 2005) (Tabla 1). Durante el Neolítico antiguo se constata la existencia de una densa maquia de acebuche (*Olea europaea*), que se acompaña de otros elementos arbustivos de carácter termófilo como el lentisco (*Pistacia lentiscus*) o la jara pringosa (*Cistus ladanifer*), bajo un paisaje típico de encinar. El bosque ripario queda representado por un porcentaje bajo de aliso (*Alnus*).

Entre la flora herbácea, el elemento más significativo es el cereal, en porcentajes suficientes (c. 5%) para poder admitir su cultivo local. Podría, por lo tanto, sugerirse la existencia de actividades de cerealicultura en esta zona extremeña en torno al cambio del VI al V milenio cal BC. Se trataría de una agricultura posiblemente incipiente, la más antigua documentada hasta el momento en Extremadura, que iría paralela al desarrollo de un pastoreo trasterminante, en un momento en que el poblado de Los Barruecos no tendría aún un carácter estable y el sistema económico era posible-

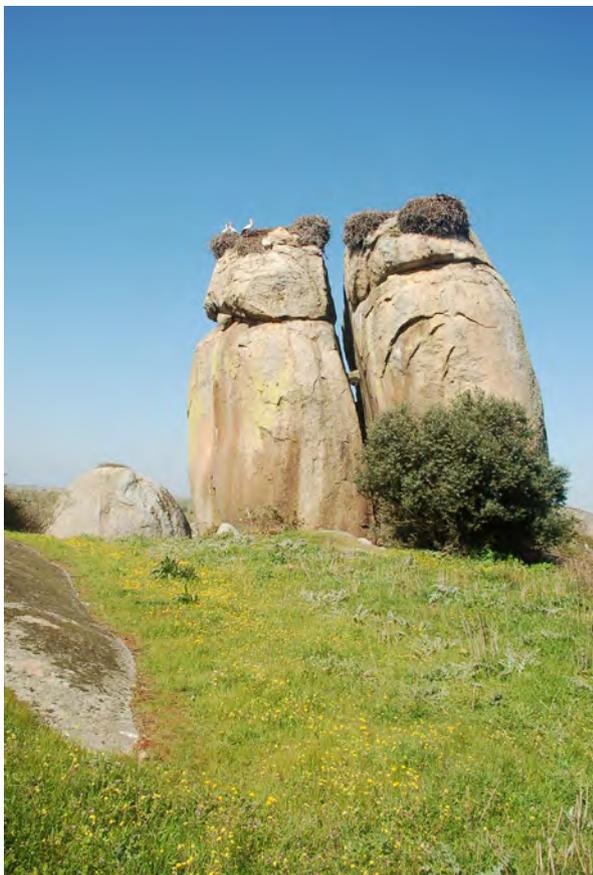


Figura 1. Monumento natural de Los Barruecos (Foto: José Antonio López-Sáez)



Figura 2. Vista del yacimiento de Los Barruecos (Foto: José Antonio López-Sáez)

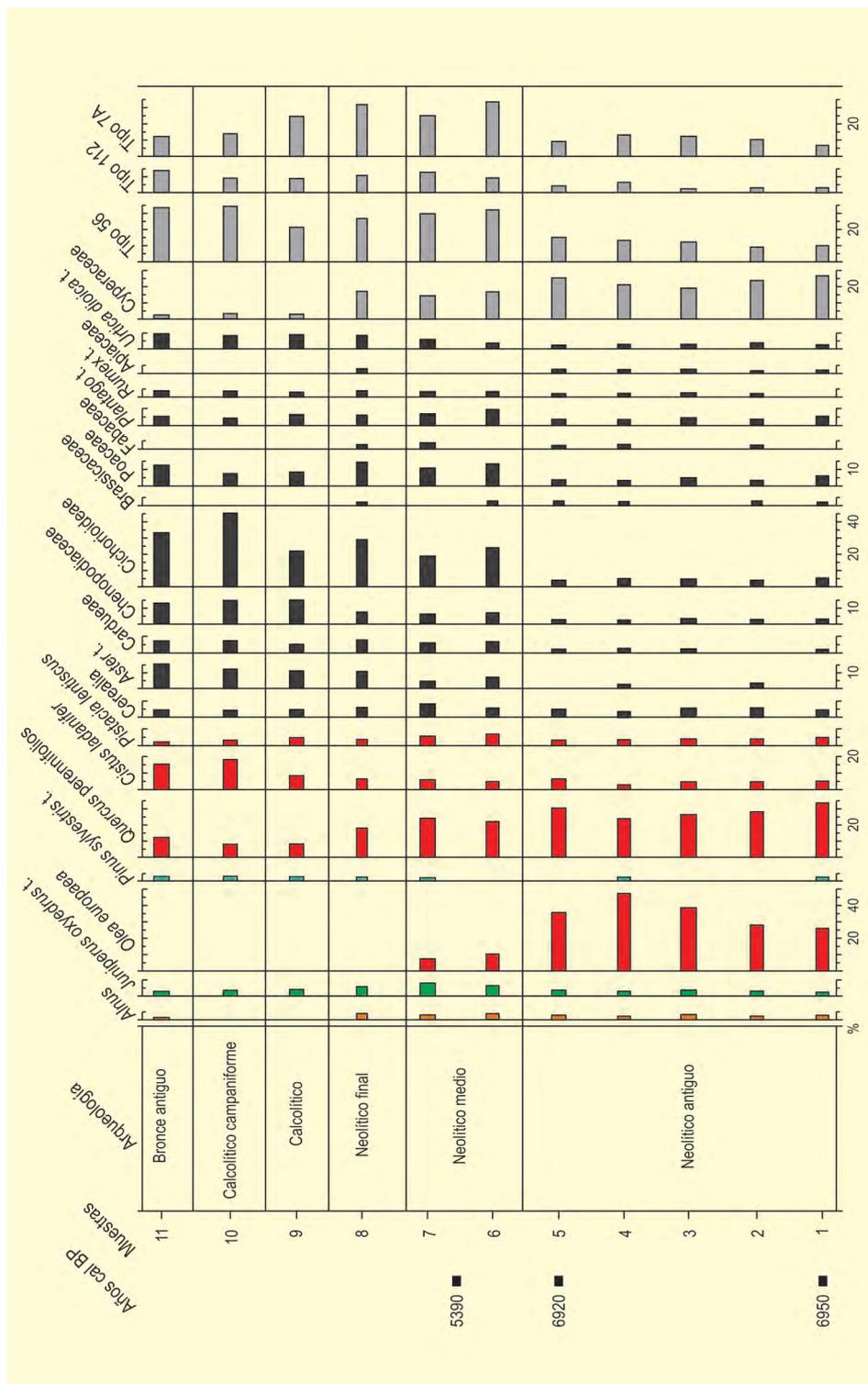


Figura 3. Diagrama polínico de Los Barruecos. Redibujado de López-Sáez et al. (2007b)

mente de carácter seminómada, sin existir una antropización aparente del entorno.

El paso al Neolítico medio supuso un cambio notable en la fisonomía del paisaje, ya que la densa maquia de acebuche que dominaba en el Neolítico antiguo se restringe severamente aunque sin llegar a desaparecer.

Además de la ganadería, la agricultura, como en el Neolítico antiguo, sigue siendo una constante, documentándose de nuevo polen de cereal. La abundancia de esporas de *Chaetomium* sugiere la intervención del fuego. Este tipo de paisaje, gestionado durante el Neolítico medio, tiene numerosas afinidades con la actual dehesa.

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Los Barruecos (López-Sáez *et al.* 2005)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Nivel	Arqueología
Ua-21585	4640 ± 50	5390	UE 110	Neolítico medio
Beta-159899	6060 ± 50	6920	UE 117	Neolítico antiguo
Beta-171124	6080 ± 40	6950	UE 133	Neolítico antiguo

A lo largo del Neolítico final, Calcolítico y Bronce antiguo, se documenta la desaparición total del acebuche y la regresión progresiva del encinar. La flora arbustiva está únicamente representada por formaciones propias de las etapas degradativas del encinar, del tipo jaral (*Cistus ladanifer*), o por ciertos elementos típicos de climas térmicos como el lentisco (*Pistacia lentiscus*). Entre la flora herbácea se sigue confirmando el cultivo de cereal, el desarrollo de actividades de pastoreo, una am-

plia representación de la flora nitrófila-antrópica y de pastos zoógenos, la abundancia de pastizales gramínoideas, así como la constante aparición de hongos coprófilos y carbonícolas que corroboran procesos semejantes a los ya descritos.

Más información

Cerrillo-Cuenca *et al.* (2005, 2006), López-Sáez *et al.* (2005, 2007b), López-Sáez (2006)



LOS CASCAJOS

Valle del Ebro, Los Arcos, Navarra
Holoceno (7082-5823 años cal BP)

El yacimiento arqueológico de Los Cascajos se encuentra situado al sur del término municipal de Los Arcos (Navarra) en una zona transicional entre el alto y el medio Valle del Ebro ($42^{\circ} 32' 14''$ N, $02^{\circ} 11' 45''$ O; 445 m s.n.m.) y está emplazado sobre una terraza del río Odrón cuya superficie se encuentra a 6 m sobre el nivel del actual cauce (García Gazólaz & Sesma Sesma 2001). El yacimiento se localiza en una zona de gran diversidad ecológica extendiéndose por una superficie de más de 14 ha. El clima de la zona es mediterráneo, con importantes influencias continentales, siendo los veranos muy cálidos y los inviernos fríos y secos, teniendo, por lo tanto, características semiáridas. Los alrededores del yacimiento presentan un paisaje antropizado y abierto en donde las extensiones herbáceas y arbustivas, junto con superficies dedicadas al cultivo son los elementos más importantes. La vegetación esteparia herbácea es la más importante, encon-

trándose tan solo algunos parches con arbustos xerófitos, *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera* y *Juniperus thurifera* entre el escaso componente arbóreo-arbustivo.

Los trabajos de excavación se iniciaron con carácter de urgencia tras la destrucción de una parte del yacimiento debido a la instalación en la zona de una cantera de gravas en los años setenta. De forma sistemática, el yacimiento se empezó a excavar en 1996 prolongándose los trabajos durante varias campañas (García Gazólaz & Sesma Sesma 1999). Los trabajos arqueológicos pusieron de manifiesto la existencia de diferentes estructuras: cabañas con diferentes tipos de cubierta (Fig. 1), enterramientos (Fig. 3), estructuras de combustión (tanto hogares como manchas de fuego), depósitos de almacenamiento y depósitos rituales (García Gazólaz & Sesma Sesma 2007). El yacimiento posee varias dataciones radiocarbónicas realizadas sobre elementos



Figura 1. Estructura circular correspondiente a una cabaña en Los Cascajos, Navarra (Foto: J. Sesma)

Tabla 1. Datos carpológicos de los niveles neolíticos de Los Cascajos (*Enterramientos, x presencia), Peña-Chocarro et al. (2005b)

LOS CASCAJOS	180*	183*	497*	517*	Dep. ritual 265	Silos (4 muestras)	Basureros (4 muestras)	Estr. Combustión (7 muestras)	Depósitos (2 muestras)	Foso	Postes (22 muestras)
Plantas cultivadas											
<i>T. monococcum</i> (grano)							2	5			1
<i>T. monococcum</i> (glumas/horquillas)							3	52			2
<i>T. mon/dicoccum</i> (glumas/horquillas)			5	2		2	2				2
<i>T. dicoccum</i> (grano)							122	82	1		9
<i>T. dicoccum</i> (glumas/horquillas)	1		150	2		15	13				3
<i>Triticum</i> (grano)											1
<i>H. vulgare</i> (grano)		212			19						11
<i>H. vulgare</i> (fragmentos)					11						
<i>Hordeum</i>							1				
cf. <i>Setaria</i>						1					
Cereal indet. (grano)		16	1			4	4		2		2
Cereal indet. (fragmentos)		xxx	xxx	x	x	25	150	125	2	3	120
Plantas silvestres											
<i>Corylus avellana</i>							2				1
<i>Chenopodium</i>						3		1		1	
<i>Cornus sanguinea</i>							1				
Poaceae						1		2			
<i>Vitis sylvestris</i>							1				
Indeterminados			5								

de vida corta que oscilan entre 7082-5823 años cal BP y se han identificado niveles desde el Neolítico antiguo hasta la Edad del Hierro.

El estudio arqueobotánico realizado por Peña-Chocarro et al. (2005b), a partir de 101 muestras, incluye carpología (Tabla 1) y antracología. El objetivo del estudio fue mejorar el conocimiento sobre el papel de la agricultura entre las primeras sociedades campesinas y profundizar sobre el papel de las plantas en la subsis-

tencia de los habitantes de Los Cascajos. Los niveles del Neolítico antiguo, que comprenden enterramientos, y posibles silos y/o basureros, proporcionaron un importante conjunto de semillas (Tabla 1), entre las que se identificaron trigos vestidos (*Triticum monococcum* y *T. dicoccum*) y cebada vestida de seis carreras (*Hordeum vulgare*). La presencia de cereales vestidos está bien atestiguada en otras zonas del interior peninsular como los yacimientos de La Lámpara y La Revilla en Soria (Stika 1999a) o la Cueva de La Vaquera en Segovia



Figura 2. Horquilla de la espiguilla de posible *Triticum dicoccum* encontrado en el yacimiento (Foto: Leonor Peña-Chocarro)



Figura 3. Enterramiento de un individuo en posición fetal en el yacimiento de Los Cascajos (Foto: J. Sesma)

(López-García *et al.* 2003). Uno de los datos más interesantes del estudio arqueobotánico es la presencia tanto de semillas como de elementos de la espiga (bases de glumas y horquillas de las espiguillas), siendo los últimos los tipos de restos más numerosos y frecuentes. De hecho, las bases de glumas y las horquillas de las espiguillas de *T. dicoccum* aparecen de forma constante en casi todos los contextos muestreados. La cebada aparece representada por numerosos restos, pero siempre asociada a enterramientos o depósitos rituales, lo que abre la posibilidad de estudiar la asocia-

ción de determinadas especies a contextos específicos y el posible papel de algunas especies en la esfera religiosa y simbólica. Por lo que se refiere a otras plantas cultivadas, éstas están ausentes del registro arqueobotánico de Los Cascajos en este periodo. Entre las plantas silvestres se han identificado avellanas (*Corylus avellana*), una pepita de uva silvestre (*Vitis vinifera* var. *sylvestris*), un fruto del cornejo (*Cornus sanguinea*) y semillas de Poaceae y *Chenopodium*.

El análisis antracológico ha puesto de manifiesto un limitado número de taxones probablemente relacionado con la naturaleza del yacimiento (al aire libre) y con los procesos postdeposicionales. Las 10 muestras analizadas hasta el momento muestran poca variabilidad de especies; *Juniperus* es el taxón predominante en los hogares, mientras que en otro tipo de contextos como silos y basureros se documentan, además, otros taxones como *Quercus perennifolios* y *Prunus avium*. En términos ecológicos, la presencia de estas especies concuerda con el tipo de vegetación que conocemos para el valle del Ebro al final del Holoceno para el que se supone un bosque dominado por *Quercus ilex* ssp. *ballota* con *Juniperus oxycedrus* y *Juniperus phoenicea*.

Más información

Peña-Chocarro *et al.* (2005b)



LOS MILLARES

Santa Fé de Mondújar, Almería
Holoceno (4870 años cal BP)

El poblado y la necrópolis calcolíticos de Los Millares (Fig. 1) se asientan sobre la meseta de este mismo nombre, que en forma de espolón queda enmarcada en sus flancos norte y este-sureste por el río Andarax y la rambla de Huéchar, respectivamente, y que dista 1400 m del pueblo de Santa Fé de Mondújar (Almería). Sus coordenadas geográficas son 36° 58' N y 02° 31' O. Su altitud media es de 240 m s.n.m., elevándose su flanco norte unos 50 m sobre el cauce del río Andarax.

La realización del antracoanálisis efectuado sobre 5875 fragmentos de carbón procedentes de todas las áreas del asentamiento ha proporcionado una lista florística compuesta por 35 taxones (Fig. 3). Esta riqueza taxonómica nos indica, de primeras, que nos encontra-

mos con una vegetación rica en especies y biotopos diferentes. En el diagrama de Los Millares son bastantes los taxones que aparecen en toda la secuencia y zonas, como es el caso de *Pinus halepensis*, *Pinus nigra-sylvestris*, *Quercus perennifolios*, Fabaceae, *Olea europaea*, *Pistacia*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *Populus*, *Salix* y *Tamarix*. Dentro de esta lista, algunas especies como el acebuche y el lentisco son indicadoras de condiciones medioambientales de tipo termomediterráneo. Asimismo, los álamos, sauces y tarayes indican la presencia de una importante vegetación de ribera. El resto de taxones, salvo *Tetraclinis articulata* (Fig. 2), *Quercus suber*, *Crataegus* y *Viscum*, aparecen al menos en dos o tres periodos y/o zonas.

La especie con una representación mayor es el acebuche, el cual junto con el lentisco, jaras, brezos, rome-



Figura 1. Yacimiento de Los Millares (Foto: J. Escámez)

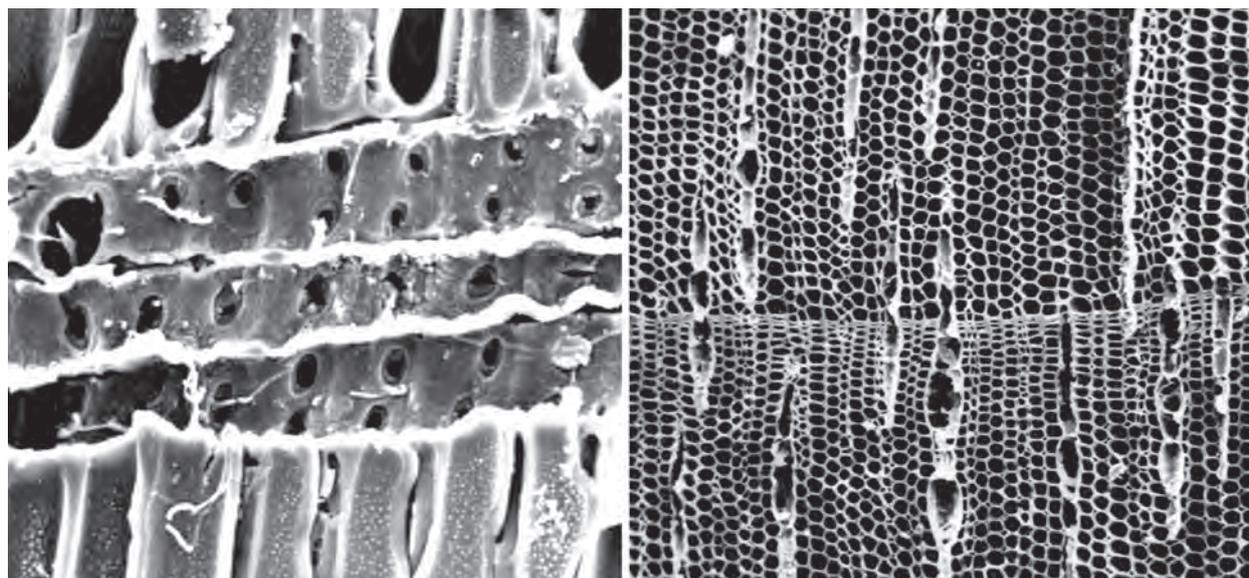


Figura 2. Microfotografías al MEB. de *Tetraclinis articulata*. Plano radial/x1000 (izda) y plano transversal/x150 (dcha) (Fotos: Oliva Rodríguez Ariza)

ros, *Quercus perennifolia* y leguminosas arbustivas, expresan la existencia de matorrales de comunidades vegetales similares al actual *Quercus lentiscetum*. Esta comunidad sería la más extendida por los alrededores del asentamiento, ubicándose tanto al norte como al sur del río Andarax.

El pinar está representado por cuatro especies diferentes: el pino carrasco, marítimo, salgareño y silvestre, aunque no ocuparía grandes zonas, si nos atenemos a sus bajas frecuencias a lo largo de la secuencia de Los Millares. Hay que señalar que los pinos salgareño y silvestre deberían localizarse en zonas de mayor altitud, pues, de toda la flora identificada, son las especies que peor soportan las temperaturas elevadas. En la actualidad su máximo potencial se alcanza en el piso mesomediterráneo superior y supramediterráneo para el primero y en el oromediterráneo para el segundo, lo cual puede significar un acarreo de leña desde lugares relativamente alejados en la Sierra de Gádor, en relación con la actividad metalúrgica constatada en varias partes del Poblado y el Fortín 1.

Este mismo argumento es válido para el quejigo, si bien esta especie puede descender al piso termomediterráneo, alojándose en zonas con humedad edáfica elevada, y en el Poblado se asocia a la ripisilva. Especies como *Ephedra* y sobre todo *Lycium intricatum*, pueden indicar parámetros ombroclimáticos de tipo seco e incluso semiárido si consideramos la última, que es un buen indicador

del piso termomediterráneo inferior, lo cual señala unos parámetros termoclimáticos cálidos, es decir, exentos de heladas a lo largo del año.

La formación de ribera es rica en especies: alisos, fresnos, álamos, sauces, tarayes, saúco y cañas, algunas de ellas con porcentajes importantes como son los álamos y tarayes. Actualmente, se describen algunas alisadas en el piso supramediterráneo de Sierra Nevada (Molero *et al.* 1992). Por tanto, las especies de la ripisilva determinadas en Los Millares abogan por la existencia de cursos fluviales importantes y regulares a lo largo del año, que permiten el sostenimiento de un bosque de ribera en los valles de ríos y ramblas.

Para conocer la distribución espacial de estas formaciones vegetales en el entorno de Los Millares y su posible utilización se han representado en un diagrama de barras los porcentajes de los taxones con mayores porcentajes tanto del Poblado como del Fortín 1 (Figs. 4 y 5). Se observa que la mitad tienen mayoría en el Fortín 1 y la otra en el Poblado. De los ocho con más alto porcentaje en el Poblado, cinco de ellos pertenecen a la ripisilva, no encontrándose ninguna de las especies pertenecientes a ésta dentro del grupo con mayores porcentajes en el Fortín 1. La figura 5 representa a los taxones agrupados según pertenezcan o no a la ripisilva. En este conjunto se han incluido *Alnus glutinosa*, *Fraxinus*, *Populus*, *Salix*, *Salix-Populus*, *Sambucus*, *Tama-*

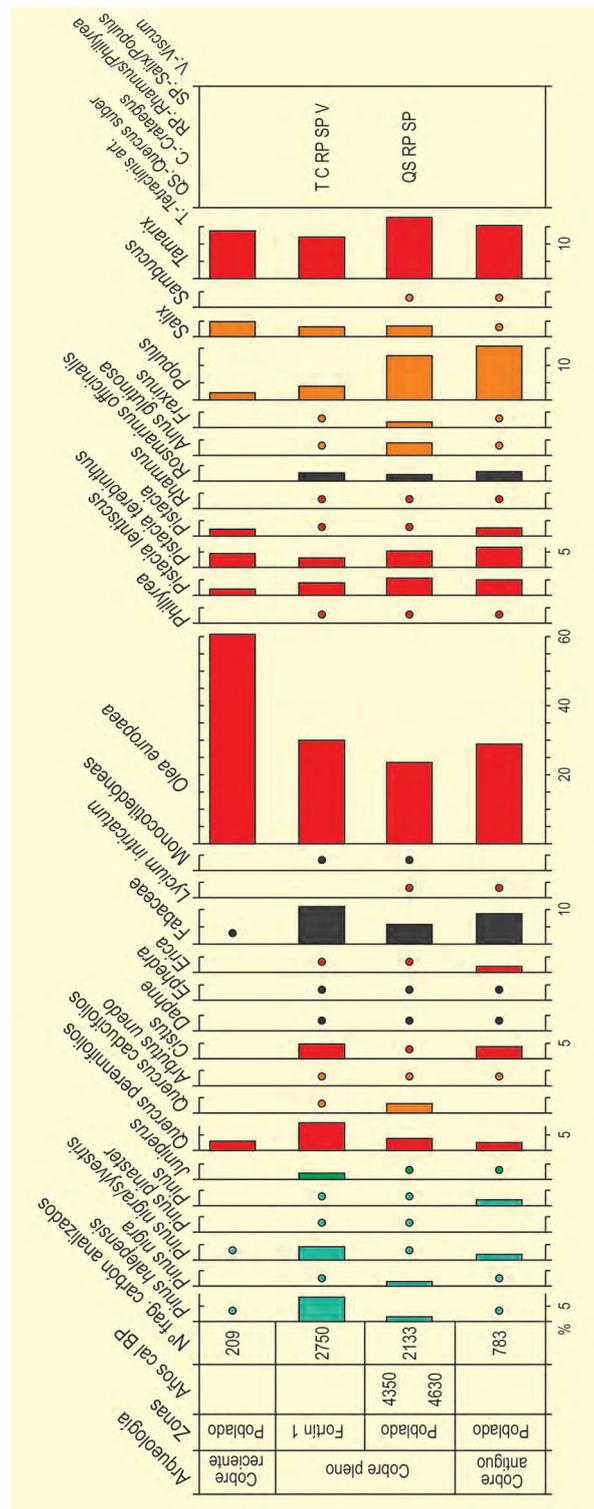


Figura 3. Diagrama antracológico de Los Millares. Redibujado de Rodríguez-Ariza & Vernet (1991)

rix y Monocotiledóneas (*Arundo*). En el grupo de vegetación climácica se ha incluido el resto de especies. Como vemos, el grupo de la vegetación climácica es el principal, tanto en el Poblado como en el Fortín 1, si bien, se observa que la ripisilva tiene una representación en el poblado que casi dobla a la existente en el

Fortín 1. Estos resultados demuestran la existencia de una vegetación en mosaico y, especialmente, el desarrollo de una vegetación de ribera bien diferenciada, más accesible desde el Poblado que desde el Fortín 1 (este último a 1 km aproximadamente de la Rambla de Huéchar).

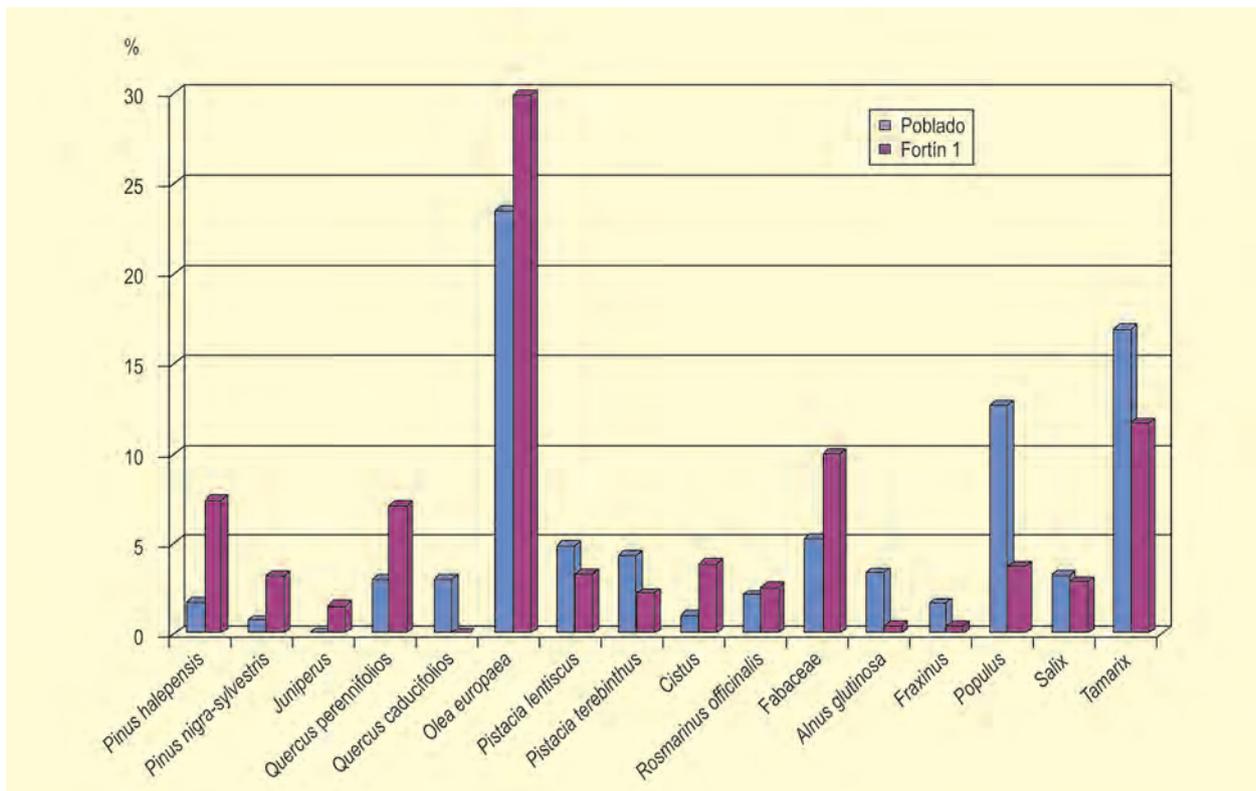


Figura 4. Frecuencia relativa de los elementos más importantes en el antracoanálisis de Los Millares. Redibujado de Rodríguez-Ariza & Vernet (1991)

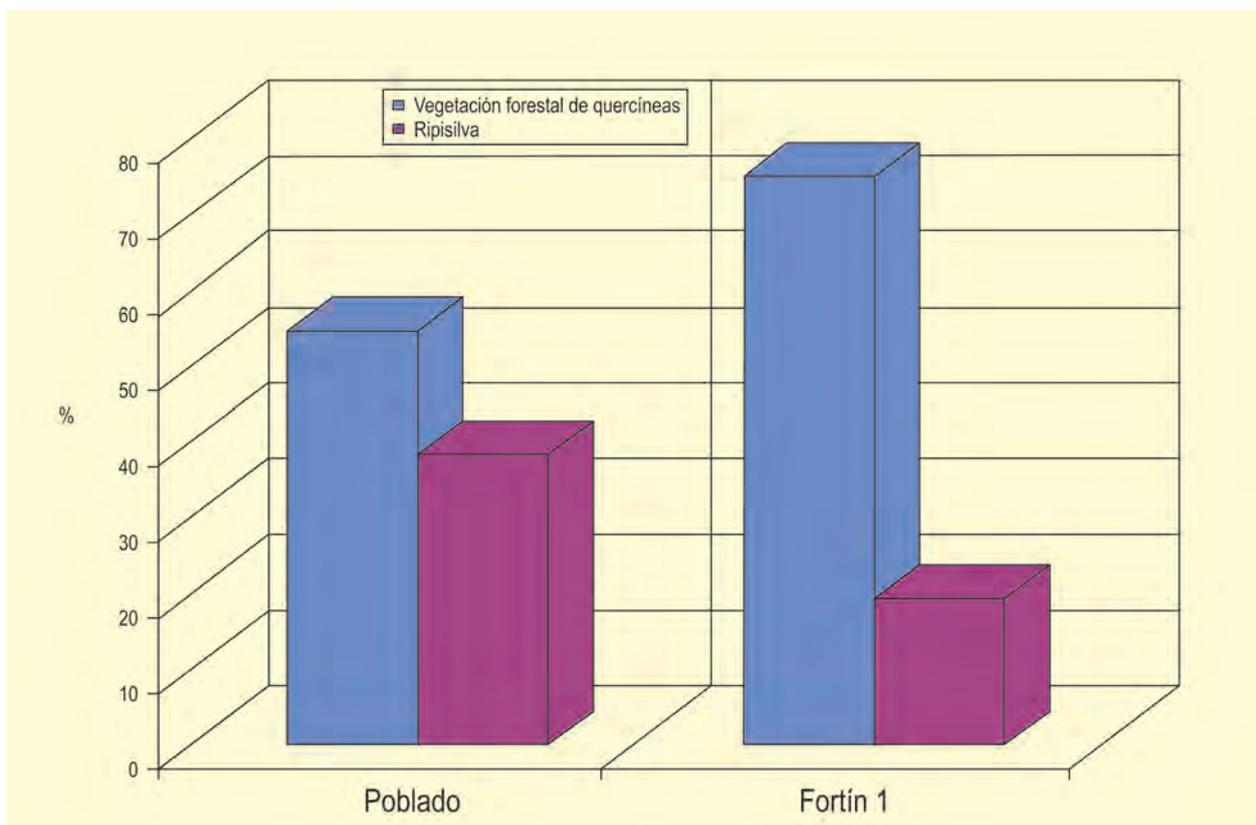


Figura 5. Frecuencias relativas agrupadas del Poblado y Fortín 1 según el antracoanálisis de los Millares. Redibujado de Rodríguez-Ariza & Vernet (1991)

A nivel diacrónico hay especies que se mantienen con porcentajes prácticamente iguales en toda la secuencia: pino salgareño-silvestre, encina-coscoja, cornicabra y taray (Fig. 3). El resto presentan cambios significativos en algún período. Así, presentan un cierto aumento el pino carrasco y el sauce en el Cobre pleno y el acebuche-olivo en el Cobre reciente, disminuyen el lentisco, las leguminosas arbustivas y el álamo todos en el Cobre reciente y desaparecen las jaras, brezos, romeros, alisos y fresnos en el mismo periodo.

Por tanto, la tendencia más importante es la disminución y desaparición de varias especies en el Cobre reciente. Hay una disminución importante de la ripisilva con la desaparición de alisos, fresnos y la casi desaparición de los álamos, lo que puede indicar que a partir del 2160 años BC la circulación hídrica es más esporádica que anteriormente. Esta tendencia al empobreci-

miento de la ripisilva tal vez esté en relación con estaciones áridas marcadas y prolongadas a lo largo del año, es decir, las precipitaciones no están repartidas regularmente a lo largo del año, aunque tampoco hay que olvidar que esta formación ocupa los suelos más fértiles y que la roturación de estas tierras supondría la desaparición de parte de estas especies.

También hay una disminución significativa del lentisco y las leguminosas junto con la desaparición de las jaras, brezos y romeros. Esta reducción no se corresponde con el gran aumento del acebuche-olivo, que podría pensarse que en este momento comienza a explotarse.

Más información

Rodríguez-Ariza & Esquivel (1989-90), Rodríguez-Ariza & Vernet (1991), Rodríguez-Ariza (1997)



LOS REALES

Sierra Bermeja, Genalguacil, Málaga
Holoceno (9810-1674 años cal BP)

El pico de Los Reales constituye la tercera cima más elevada de Sierra Bermeja con 1451 m s.n.m. –solo superada por las cumbres del Cerro Abanto y Encinetas, con 1508 y 1473 m s.n.m. respectivamente–. Este macizo bético se localiza entre la Serranía de Ronda y la costa mediterránea, y constituye uno de los mayores afloramientos de peridotitas del planeta. Esta roca ígnea, ultramáfica, presenta gran dureza y densidad, y está compuesta por minerales ferromagnésicos denominados genéricamente serpentinas una vez que se alteran por procesos geoquímicos de meteorización; un roquedo que condiciona la práctica totalidad de las características abióticas y bióticas de este sistema petrográfico. En particular, los suelos serpentiniticos resultantes, de elevada xericidad y alta sus-

ceptibilidad a la erosión, presentan una destacada ausencia de nutrientes esenciales y cationes básicos para las plantas, tales como N, P, K, además de un alto contenido en metales pesados sin función biológica conocida y/o tóxicos (Cr, Ni, Co, Cu). Unas características que, más allá de excluir a una parte importante de las especies vegetales integrantes de las formaciones mediterráneas circundantes, provocan fenómenos de serpentinomorfosis en las plantas, determinando la existencia de un número notable de taxones endémicos exclusivos del macizo (serpentinófitos).

El ámbito objeto de estudio corresponde a la vertiente norte de Los Reales (término municipal de Genalguacil, provincia de Málaga), en el intervalo



Figura 1. Abetal-pinar en la vertiente norte del pico Los Reales, donde se llevó a cabo el primer sondeo (Los Reales 1) (Foto: Olmedo-Cobo)

Tabla 1. Tasas de antracomasa por nivel de muestreo y globales (en mg/kg) obtenidos en los sondeos de Los Reales 1 y 2 (Olmedo-Cobo *et al.*, 2018ab, 2019ab)

Antracomasa por nivel de muestreo (mg/kg)	Los Reales 1	Los Reales 2
I	1.219,4	735,9
II	441	993,3
III	304,6	217,9
IV	0	168,1
V	0	
TOTAL	1.965	2.115,2

altitudinal 1150-1250 m s.n.m. (36° 29' N, 5° 12' O), caracterizado por una gran pendiente y en donde los suelos son predominantemente rocosos (alternancia entre leptosoles y regosoles). Este ambiente presenta unas condiciones bioclimáticas mesomediterráneas de transición al piso supramediterráneo hiperhúmedo. El microclima de este enclave es notablemente húmedo, condicionado por su orientación, la altitud y la influencia atemperadora de los vientos marítimos. Los valores medios anuales de precipitación para Los Reales están en torno a 1000-1200 mm, con una destacada criptoprecipitación resultado de nubosidad de retención orográfica asociada a los vientos de levante, incluso en los meses estivales; para la cumbre, se calcula un promedio térmico anual de 9-10 °C.

En este contexto geográfico, se han llevado a cabo dos sondeos pedoantracológicos con el objeto de encontrar carbón vegetal en suelos naturales procedente de especies leñosas quemadas como consecuencia de incendios forestales o quemas antrópicas. Tras la identificación de los taxones o géneros de las muestras recuperadas, se obtienen mediante datación radiocarbónica las correspondientes cronologías. Los suelos se convierten así en un incomparable archivo paleoecológico para reconstruir con gran precisión espacial la historia de la vegetación leñosa incendiada.

El primero de los sondeos, Los Reales 1 (36° 29' 43" N, 05° 12' 38" O; 1165 m s.n.m.), se realizó en un leptosol-regosol peridotítico de moderada pedregosidad (103 cm de profundidad), en el seno de un abetal-pinar resinero (*Abies pinsapo*, *Pinus pinaster*) de notable densidad, aunque no cerrado (Fig. 1). La cohorte de especies leñosas presentes en la localidad, junto a *A. pinsapo* y *P. pinaster*, se completa con *Berberis hispanica*, *Rosa*

spp., *Cistus populifolius*, *C. salvifolius*, *Lavandula stoechas*, *Genista lanuginosa*, *Ulex baeticus*, *Juniperus oxycedrus* y *Phlomis purpurea*. El segundo de los muestreos, Los Reales 2 (36° 29' 22" N, 05° 12' 10" O, 1247 m s.n.m.), situado ladera arriba a unos 500 m en línea recta del anterior, se desarrolló en un leptosol peridotítico entre grandes bloques de roca (profundidad de hasta 52 cm), en el seno de un abetal monoespecífico y cerrado (Fig. 2); junto con *A. pinsapo*, tan solo cabe destacar la presencia aislada de rodales de *Pteridium aquilinum*, junto a un notable estrato liquénico-muscinal.

Las tasas de antracomasa halladas en los distintos niveles de muestreo efectuados en los sondeos (5 niveles en Los Reales 1 y 4 niveles en Los Reales 2) muestran valores modestos en general (Tabla 1, Fig. 3), con un máximo de 1219,4 mg/kg en el nivel superior de Los Reales 1 (hasta 11 cm de profundidad) y de 993,3 mg/kg en Los Reales 2 (segundo nivel, profundidad de 7 a 18 cm); en el caso de Los Reales 1, no se ha encontrado carbón en los niveles de muestreo III y IV (a partir de una profundidad de 63 cm). De manera global, la tasa de Los Reales 1 asciende a 1965 mg/kg, mientras que en Los Reales 2 ha sido de 2115,2 mg/kg.

Se ha sometido a identificación un total de 386 y 390 carbonos respectivamente a partir de las muestras recuperadas de los perfiles edáficos de Los Reales 1 y 2 (Fig. 3), de las que 129 y 154 no han podido ser adscritas a ninguna categoría taxonómica al no haber sido posible reconocer característica anatómica alguna (fragmentos vitrificados, intensamente deformados o afectados por hongos). Las identificaciones válidas corresponden, por un lado, a 2 taxones arbóreos a nivel de especie, *P. pinaster* (153 fragmentos en Los Reales 1



Figura 2. Aspecto del pinsapar monoespecífico de Los Reales donde se desarrolló el sondeo número 2 (Los Reales 2) (Foto: Olmedo-Cobo)

y 52 en Los Reales 2), y género, *Abies* (20 y 98 muestras respectivamente). En el primer caso, su identificación ha sido posible gracias a la determinación de la presencia de canales resiníferos en la sección transversal de las muestras con una abertura superior a 200 μm y por la existencia de traqueidas transversales claramente dentadas en la sección radial (Fig. 4); en el caso de *Abies*, su identificación ha sido posible dada la presencia tanto de hendiduras radiales en el campo de cruce de la sección transversal como de radios de más de 15 células en la sección longitudinal (Fig. 5). Por otra parte, se han hallado carbones de diferentes familias de leñosas arbustivas y de matorral (Cistaceae, Fabaceae, Ericaceae y Berberidaceae), aunque con una escasa representación (3 fragmentos en Los Reales 1 y 15 en Los Reales 2). Asimismo, se han identificado parcialmente otros fragmentos que quedan agrupados en las categorías de gimnospermas (57 muestras en Los Reales 1 y 6 en Los Reales 2) y angiospermas (24 y 65 carbones respectivamente).

En cuanto a las dataciones, se han obtenido 19 cronologías para otras tantas muestras identificadas de *P.*

pinaster (5 fragmentos procedentes de Los Reales 1 y 4 de Los Reales 2) y *Abies* (5 de cada uno de los sondeos). La serie temporal resultante cubre el periodo de los últimos 9800 años (Tabla 2, Fig. 6), si bien las muestras de Los Reales 2 se circunscriben exclusivamente a los últimos 3500 años.

Los taxones identificados y las cronologías correspondientes corroboran de forma inequívoca que las coníferas han formado parte de las formaciones forestales dominantes sobre sustratos ultramáficos a lo largo del Holoceno. En el caso concreto del sector de Los Reales, la presencia de *Abies* es segura durante los últimos 10000 años, en un contexto pretérito para el que se apuntaba que los abetales ocupaban un área corológica más amplia que la actual en el sur de España, lo cual ha sido plenamente ratificado en el marco geográfico de la Serranía de Ronda con el hallazgo de diversas paleopoblaciones de abetal. Estos resultados empíricos se pueden relacionar positivamente tanto con la restante información paleoecológica disponible para esta especie como con los corolarios teóricos derivados de los modelos de distribución de especies

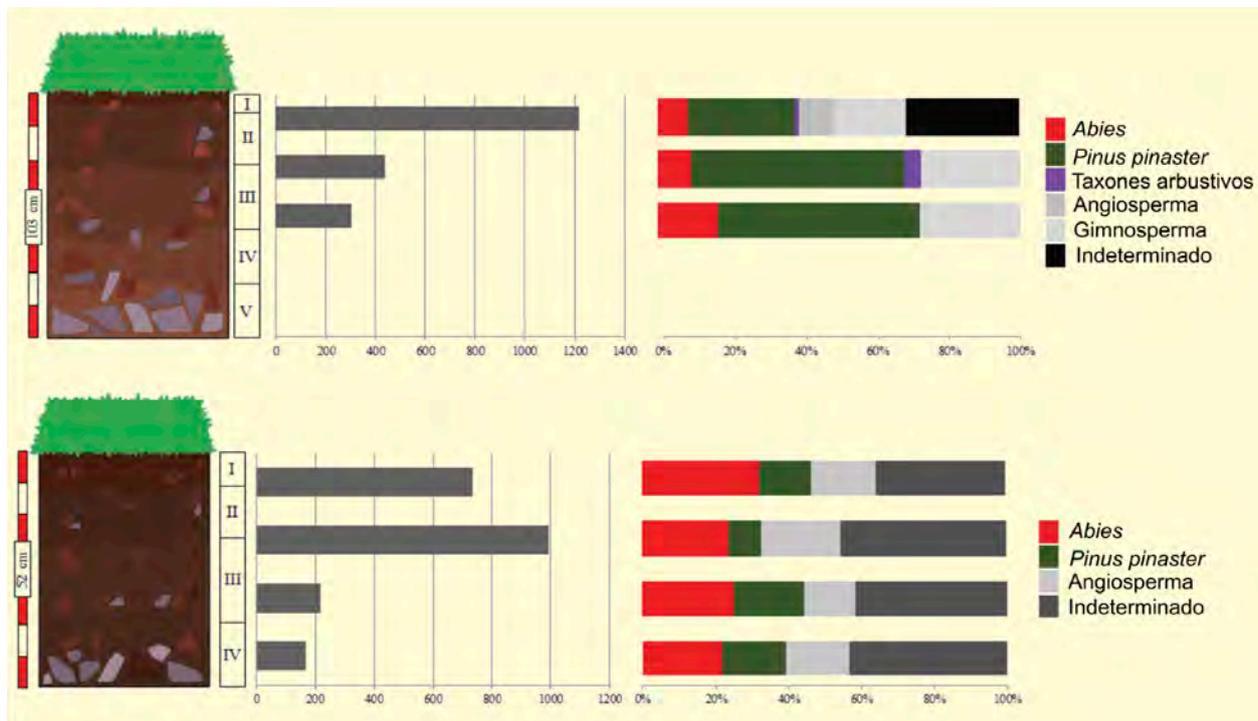


Figura 3. Valores de antracomasa (mg/kg) y taxones identificados por nivel de muestreo en los perfiles edáficos de Los Reales 1 (arriba) y Los Reales 2 (abajo)

(MDE) más recientes aplicados a *A. pinsapo*. En el primer caso, las señales polínicas de abeto encontradas en determinadas lagunas, turberas y cuevas del sur y sureste de la Península Ibérica respaldan la hipótesis de la existencia de un areal biogeográfico más amplio en el pasado en la Cordillera Bética. En segundo lugar, el registro de carbón edáfico permite validar para Sierra Bermeja los MDE aplicados a *A. pinsapo*, los cuales, a partir de pautas de idoneidad y regresiones multivariantes para establecer la potencialidad de esta especie en montañas del sur y sureste de España, indican que existe una elevada habitabilidad para el pinsapo en Sierra Bermeja por encima de 800-1000 m s.n.m.

Respecto a *P. pinaster*, las evidencias más antiguas encontradas se remontan a unos 7200 años, lo que permite aseverar que los pinares resineros se desarrollan de manera espontánea sobre peridotitas en consonancia con los presupuestos fitosociológicos recientes, defensores del carácter autóctono de *P. pinaster* sobre estos sustratos. Hasta ahora tan solo se había podido evaluar el carácter o no autóctono de la especie a partir de los registros polínicos de las cuevas del Bajondillo (Málaga) y de Gorham (Gibraltar), localidades situadas respectivamente a 70 y 40 km en línea recta del macizo. Sin embargo, las condiciones mesológicas de dichas lo-

calidades son notablemente diferentes a las existentes en Los Reales, lo que impedía asimilar esos resultados con presencia *in situ* de *P. pinaster* en Sierra Bermeja. Este macizo se incorpora así al conjunto de territorios ibéricos donde la antracología ha confirmado el área natural de distribución del pino resinero y su rol principal dentro de los bosques de coníferas característicos del paisaje vegetal holoceno de zonas como la cuenca del Duero, la vertiente sur de la Sierra de Gredos, el SO y SE ibérico, además de distintas regiones de Portugal. Por otra parte, queda confirmado que esta conífera pertenece al selecto grupo de especies arbóreas que son capaces de prosperar sobre los suelos serpentínicos naturalmente tóxicos desarrollados sobre los sustratos ultramáficos. Además, las cronologías obtenidas apuntan al posible refugio glacial de *P. pinaster* en Sierra Bermeja, montaña que habría actuado como núcleo original de difusión postglacial de la especie una vez ésta quedó aquí acantonada, migrado hacia el norte y en altitud aprovechando la mejora de las condiciones ambientales tardiglaciales y holocenas hasta lograr su distribución moderna, al igual que lo habría hecho desde el resto de refugios glaciales würmienses de baja latitud (Algarve y norte de África).

En cualquier caso, considerando todo el espectro

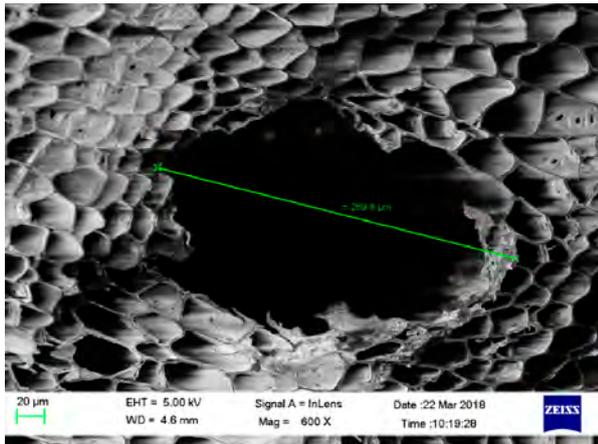


Figura 4. Imagen fotográfica de canal resinífero con una abertura superior a 200 µm (sección transversal) que, junto a la determinación de la existencia de traqueidas transversales claramente dentadas (sección radial), ha permitido la identificación de *P. pinaster* (Foto: Olmedo-Cobo)

cronológico, parece que los bosques de coníferas han presentado continuidad en este sector desde comienzos del Holoceno hasta el día de hoy; las muestras subactuales, en este caso, son representativas de las formaciones boscosas predominantes en este enclave durante los últimos 4 siglos, es decir, abetales y pinares, lo cual queda refrendado con el análisis de las fuentes históricas. Asimismo, la ausencia de muestras de frondosas arbóreas, en esencia del género *Quercus*, permite asegurar el rol tan secundario que este tipo de formaciones ha presentado históricamente sobre las peridotitas de Sierra Bermeja.

En cuanto a la dinámica de estos bosques de coníferas, parece inferirse la existencia de formaciones mixtas *Abies-Pinus* a partir de las cronologías de ambos taxones, que en el caso de Los Reales 1 son seguras en torno a 6150 años cal BP. La concentración de dataciones en torno a esta fecha permite sospechar que fue un momento clave en la configuración de paisaje vegetal del Holoceno medio, con episodios relativamente frecuentes de incendios forestales. Además, ante la mayor cantidad de fragmentos de esa edad obtenidos para *P. pinaster* respecto a *Abies*, se podría especular con que el pinar resinero pudo ser el bosque dominante como corresponde a su carácter pirófilo; a este hecho habría que añadir que dicha secuenciación sería también una respuesta lógica a los notables pulsos de aridez que acompañaron al rápido desarrollo del clima mediterráneo al comienzo del Holoceno. Todo ello en conjunción —fuegos, calentamiento y desecamiento climático y competidores mejor adaptados a estas nuevas condiciones ambientales— habría favorecido el acantonamiento en altitud de los abetales.

Respecto a las cronologías milenarias obtenidas en Los Reales 2, que cubren el periodo 3516-1674 años cal BP, apuntan, por una parte, a un ascenso del límite forestal del pinar respecto a la actualidad, habida cuenta de que en este punto hoy día se desarrolla un abetal

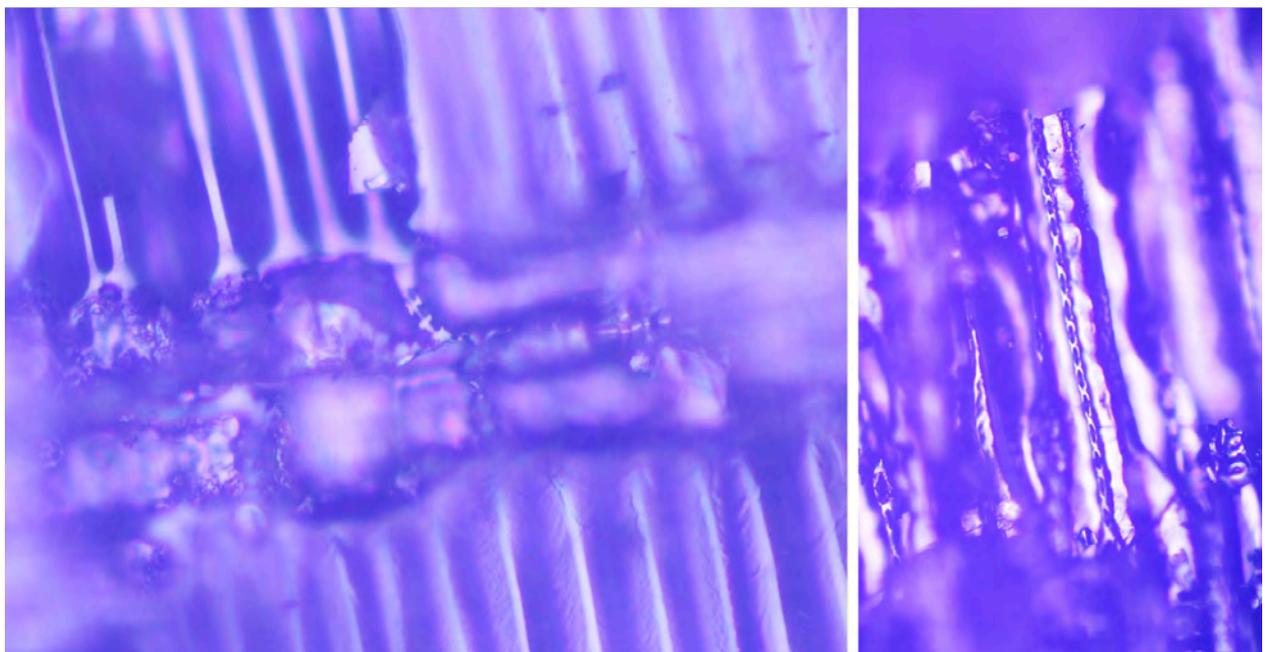


Figura 5. Capturas fotográficas de las características que han permitido la identificación del género *Abies*: izquierda, hendiduras radiales en el campo de cruce de la sección transversal; derecha, se observa la presencia de radios con más de 15 células en la sección longitudinal (Foto: Olmedo-Cobo)

Tabla 2. Dataciones radiocarbónicas de los sondeos pedoantracológicos de Los Reales 1 y 2. Calibraciones según a partir de la base de datos Oxcal 4.4 (95,4%, 2 σ) (Olmedo-Cobo et al., 2018ab, 2019ab)

LOS REALES 1				
Ref. Lab.	Prof. (cm)	Taxón	Años BP	Años cal. BP
Poz-83919	31-62	<i>Abies</i>	8860 \pm 50	9810
Poz-83918	12-31	<i>Abies</i>	6160 \pm 40	7014
Poz-78858	0-11	<i>Abies</i>	200 \pm 30	326-208
Poz-78859	0-11	<i>Abies</i>	195 \pm 30	325-143
Poz-78885	0-11	<i>Abies</i>	60 \pm 30	294-102
Poz-78861	12-31	<i>Pinus pinaster</i>	6200 \pm 40	7274-7052
Poz-78862	31-62	<i>Pinus pinaster</i>	6170 \pm 40	7017
Poz-78886	31-62	<i>Pinus pinaster</i>	6070 \pm 40	7197-6863
Poz-83916	31-62	<i>Pinus pinaster</i>	6140 \pm 40	7006-6974
Poz-78860	0-11	<i>Pinus pinaster</i>	110 \pm 30	282-82
LOS REALES 2				
Ref. Lab.	Prof. (cm)	Taxón	Años BP	Años cal. BP
Poz-82525	33-52	<i>Abies</i>	3270 \pm 30	3516-3476
Poz-82527	18-33	<i>Abies</i>	1800 \pm 30	1832-1674
Poz-83913	7-18	<i>Abies</i>	40 \pm 30	295-103
Poz-83914	0-7	<i>Abies</i>	45 \pm 30	295-103
Poz-83912	7-18	<i>Abies</i>	110 \pm 30	282-82
Poz-83915	0-7	<i>Pinus pinaster</i>	2895 \pm 30	3011
Poz-82528	18-33	<i>Pinus pinaster</i>	2405 \pm 30	2715-2419
Poz-82524	33-52	<i>Pinus pinaster</i>	1955 \pm 30	2220-2031
Poz-82526	33-52	<i>Pinus pinaster</i>	2005 \pm 30	2135-2104

monoespecífico, lo que podría relacionarse con el periodo árido detectado entre 3800 a 3100 años cal BP en el suroeste mediterráneo tras la recuperación climática previa en esta misma región, asociada al óptimo climático atlántico. Por otra parte, la presencia de *Abies* al inicio y al final de ese lapso de 2000 años, con la existencia intermedia segura de *P. pinaster*, podría interpretarse asimismo como indicadora del desarrollo de una franja forestal de ecotono entre ambos bosques; solo al final del periodo —dentro de los últimos 1500 años—, dicho ecotono habría evolucionado hacia un abetal puro, quedando en la actualidad el bosque mixto a una cota inferior de unos 100 metros, en todo caso como estrecha banda que da paso a la amplia extensión hoy ocupada por el pinar en la umbría de Los Reales en cotas medias y bajas. Una mayor significación y extensión en época reciente que parece apuntar, asimismo, a que los ciclos de fuego han afectado en menor medida este sector desde entonces hasta permitir un

años bosque de abetos monoespecífico.

Sí parece seguro que, de existir estos bosques mixtos de coníferas, los límites forestales del ecotono habrían ido variando en altitud, así como la extensión de las manchas puras, en virtud de las condiciones microclimáticas y los episodios de fuego locales; la diferenciación solana-umbría también habría determinado, tal y como sucede en la actualidad, una mayor extensión del abetal puro ladera abajo en las vertientes orientadas a norte —mayor en los periodos climáticos más húmedos y frescos, que seguramente serían los menos pirófilos—, mientras que en las laderas orientadas a mediodía se desarrollaría un bosque de pinos igualmente monoespecífico, que se haría dominante hacia cotas inferiores independientemente de la orientación considerada.

A modo de conclusión, a partir de los resultados expuestos en este trabajo, por un lado, se puede asegurar

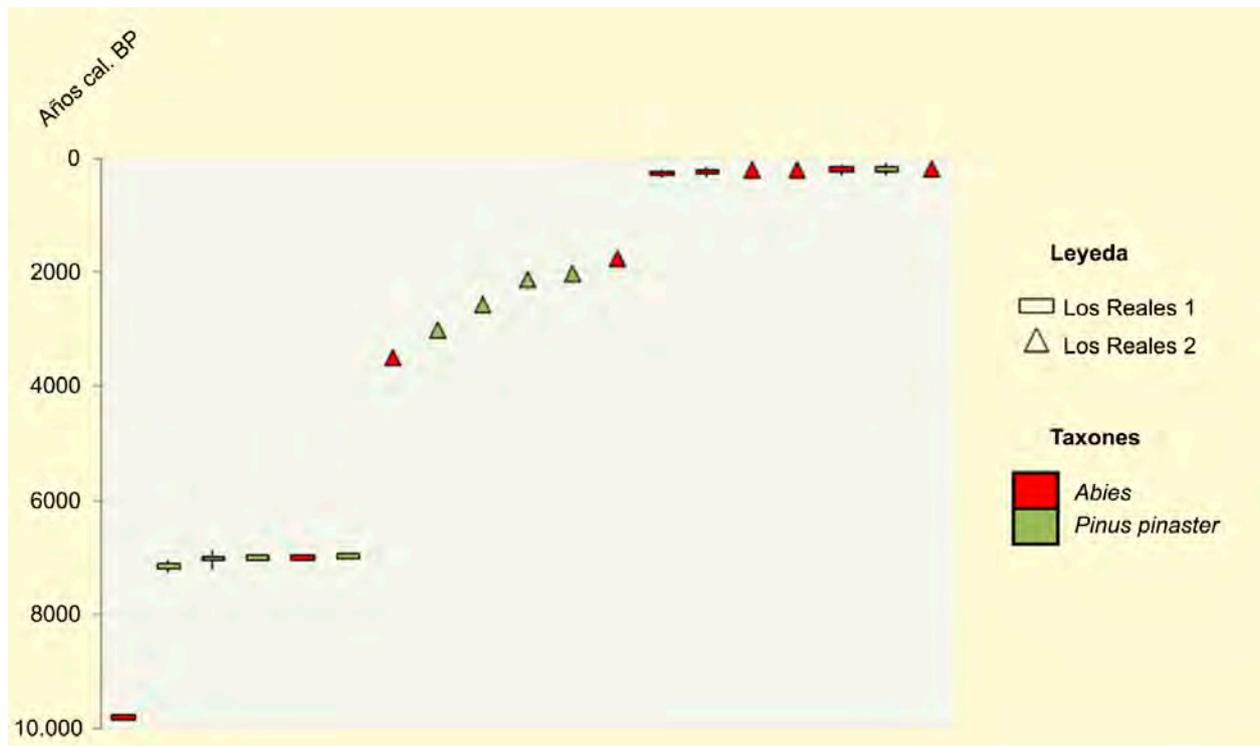


Figura 6. Cronologías de las muestras de carbón de *P. pinaster* y *Abies* sometidas a datación radiocarbónica en Los Reales 1 y 2

que Sierra Bermeja en su conjunto, y el sector de Los Reales en particular, forma parte del grupo de ambientes mediterráneos de montaña en donde el fuego ha tenido una importancia notable en la configuración de sus paisajes vegetales. En el caso concreto del macizo bermejense se ha establecido una recurrencia media de los episodios de fuego en época reciente de 14,5 años, lo que adquiere más relevancia si cabe en un área donde la toxicidad de los suelos serpentínicos y su precario desarrollo, en un medio de fuertes pendientes, condicionan la regeneración vegetal post-incendio tanto de la cubierta arbórea como de los estratos leñosos de matorral. Una dinámica forestal natural en la que los límites altitudinales de las distintas bandas de bosque, la significación y extensión de las formaciones mixtas de ecotono *Abies-Pinus* y la propia configuración de cada masa arbórea monoespecífica como dominante habría estado directamente determinada espacio-temporalmente por la dualidad entre fases climáticas e incendios forestales. A ello habría que añadir el previsible impacto del ser humano al final del pe-

riodo, si bien, y a diferencia de lo acontecido en los macizos calizo-dolomíticos del entorno, la escasa utilidad para casi cualquier tipo de aprovechamiento de los suelos serpentínicos también habría favorecido en cierta medida la conservación de los bosques.

Finalmente, la información paleoecológica derivada de la aplicación de la metodología pedoantracológica en este ámbito debe sumarse a los esfuerzos que ya se están realizando para el desarrollo de una estrategia de preservación y regeneración de los frágiles y singulares ecosistemas forestales de Sierra Bermeja. Se abre así un nuevo abanico de posibilidades de gestión conservacionista apoyada en este conocimiento de la paleo-evolución de los bosques bermejenses que ha de permitir afrontar con mayores garantías de éxito el gran reto de la supervivencia de los abetales y pinares ultramáficos endémicos béticos ante el escenario futuro de cambio global que los amenazan.

Más información

Olmedo-Cobo et al. (2018a,b, 2019a,b)



LOS TORNOS

Puerto de Los Tornos, Soba, Cantabria
Holoceno (8596 años cal BP – actualidad)

Esta turbera se localiza en la parte superior del puerto de Los Tornos (municipio de Soba, Cantabria), la carretera nacional 629 (Santoña-Burgos) la atraviesa ($43^{\circ} 09' 02''$ N, $03^{\circ} 26' 28''$ O; 920 m s.n.m). Partiendo del Valle de Soba se asciende hasta este paraje amesetado (Fig. 1), en el límite entre las vertientes atlántica y mediterránea. Puede considerarse también en el límite entre la Cordillera Cantábrica y los Montes Vascos. La cumbre del monte Zalama, en los Montes de Ordunte (Burgos), dista 3 km al sureste.

El clima en la región es templado y húmedo, aunque se da una relativa sequía estival. En la actualidad el entorno del depósito se encuentra deforestado, dominando un mosaico de brezales (*Ericaceae*) con *Sphagnum*, *Cyperaceae* y pastizales (Fig. 2), pero existen en las cercanías algunas masas boscosas de frondosas: hayas (*Fagus*), robles (*Quercus*), y fresnos (*Fraxinus*), particularmente en laderas protegidas a menor altitud. Hacia el sur, la influencia mediterránea se intensifica en la vegetación.

Están registrados dos estudios palinológicos para esta turbera. El primero (Peñalba 1989) muestra que la profundidad de la turba es máxima junto a la carretera (1,88 cm) y solo en un lugar de la ladera. En este (sondeo TOR5) se reconoció bajo la turba una capa inferior de arcillas arenosas con un máximo de 20 cm de potencia. La secuencia polínica de Los Tornos 1 (Fig. 3) cubre el período comprendido entre 8596 años cal BP (Tabla 1) y el siglo XX.

La vegetación de la turbera en el inicio de su formación (zona 4) era boscosa, dominada por *Betula* y *Salix*, con la presencia próxima de *Quercus* y *Pinus* (Fig. 3). En cambio, anteriormente a este período, las arcillas de la base en el sondeo TOR5C (Peñalba, 1989) registran una vegetación muy abierta, con menos *Betula* y sin *Quer-*



Figura 1. Puerto de Los Tornos, Cantabria (Foto: M. Ruiz Alonso)



Figura 2. Vista de la turbera estudiada en el Puerto de Los Tornos (Foto: M^a Cristina Peñalba)

cus ni *Pinus*. El espectro polínico representativo de esta vegetación está dominado por *Calluna*, *Betula*, *Poaceae* y esporas monoletas. La arcilla suprayacente muestra un espectro de transición, con la disminución de las frecuencias polínicas de *Calluna*, *Poaceae* y esporas monoletas, el aumento de las de *Betula* y la presencia de *Pinus* (20%). Estos cambios apuntan a la existencia de un clima más frío y seco con anterioridad a 8596 años

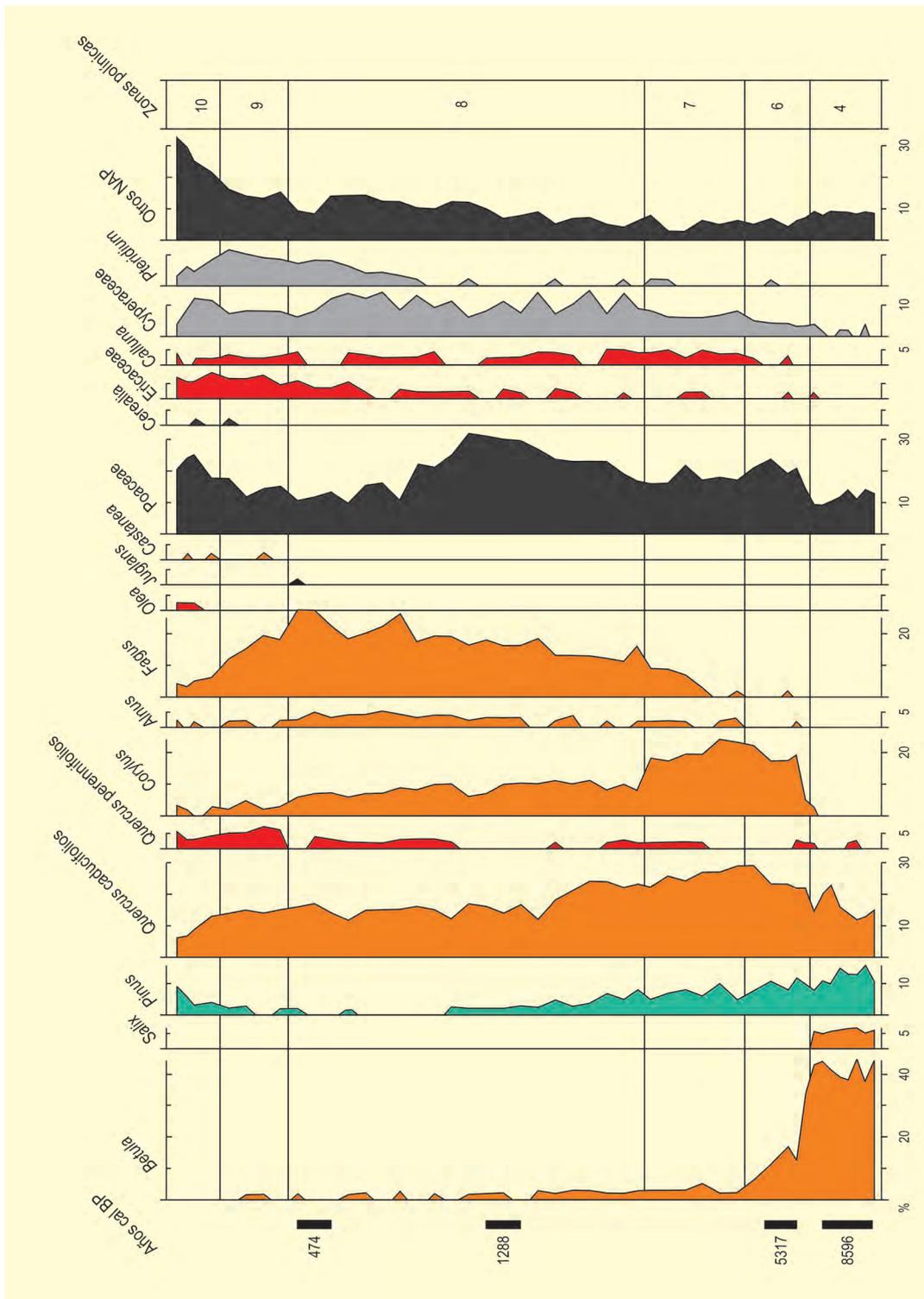


Figura 3. Diagrama polínico de la secuencia de Los Tornos 1. Redibujado de Peñalba (1989)

cal BP, atribuyéndose estas arcillas al Tardiglacial. El registro es puntual y denota la pobre conservación del sedimento de ese período con clima poco favorable.

El paso de la zona 4 a la 6 se da tras un hiato sedimentario, con la pérdida del registro de aproximada-

mente 3000 años en los 3 cm de espesor de turba que separan la fecha basal de 8596 años cal BP de la de 5317 años cal BP para la zona 6. De nuevo, ello apunta a una irregularidad en el depósito y/o sobre todo a la erosión del mismo, que denotan la inestabilidad de esta turbera de ladera, principalmente en la primera mitad del Ho-

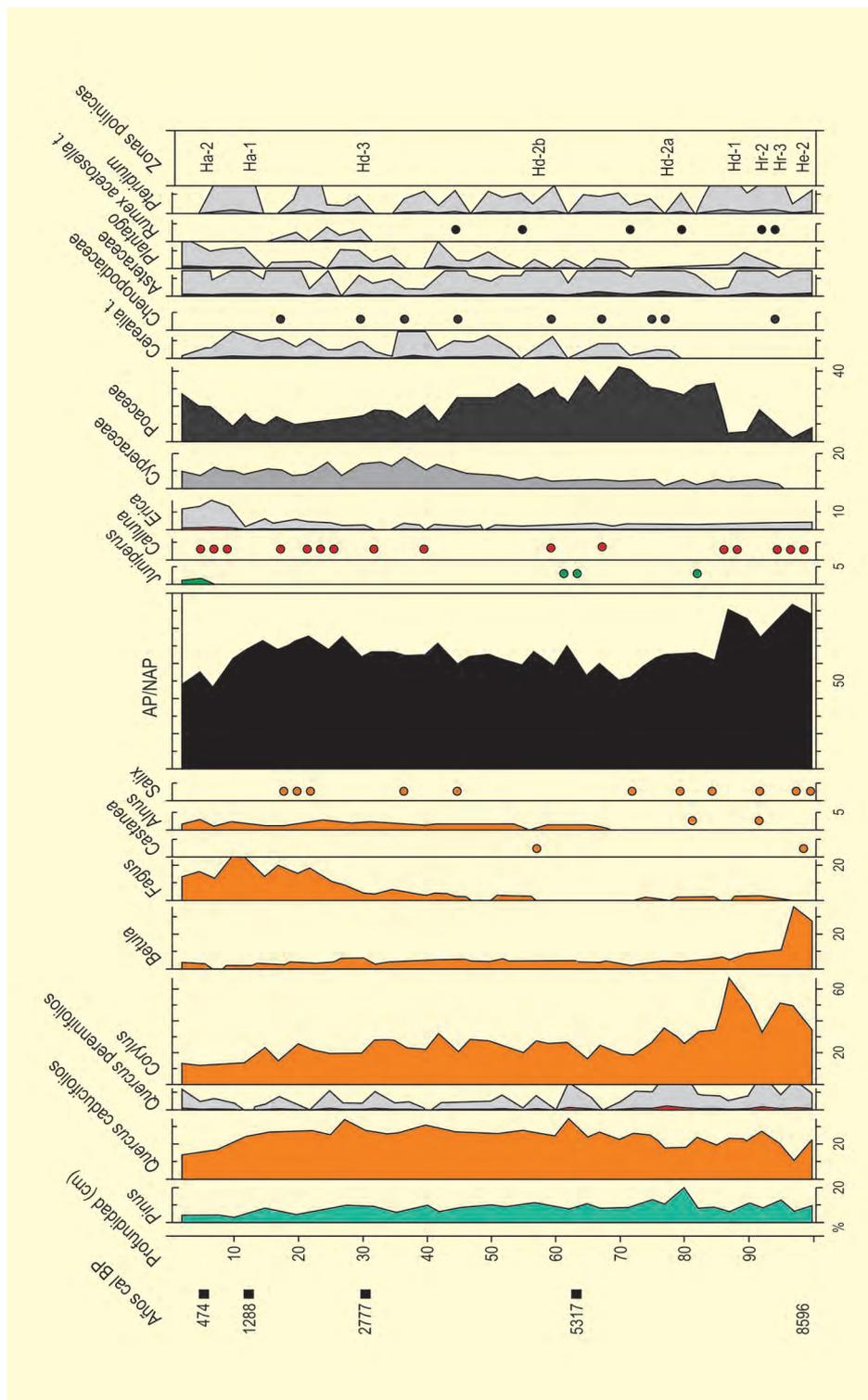


Figura 4. Diagrama polínico de la secuencia de Los Tornos 2. Redibujado de Muñoz-Sobrino et al. (2005)

loceno. A partir de 5317 años cal BP, no se aprecian hiatus conspicuos en los registros polínicos. La zona 6, que tiene dicha edad, se caracteriza por la codominancia de *Quercus* y *Corylus*, la presencia de *Ulmus*, *Acer*, *Tilia*, *Hedera* y *Fraxinus*, y una disminución progresiva de *Betula*. *Corylus* ocupa probablemente los bordes de la turbera;

los alrededores están cubiertos por un robleal mixto. Hay una presencia puntual aislada de polen de *Fagus*.

La zona 8, dominada por *Fagus*, está precedida por la zona 7, de transición, con el inicio de la curva polínica de dicho taxón. En una primera fase de la zona 8 dismi-

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de la Turbera de Los Tornos (sondeo TOR 1). Calibraciones según Reimer *et al.* (2004) (Calib 5.0, intervalo de probabilidad 95,4 %). Peñalba (1989). * La fecha 2777 años cal BP es obtenida por Muñoz-Sobrino *et al.* (2005)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Joo32	30	2690 ± 70	2777*
Gif-7663	35-40	390 ± 70	474
Gif-7664	90-100	1360 ± 70	1288
Gif-7665	172-178	4620 ± 70	5317
Gif-7666	182-188	7830 ± 90	8596

nuye progresivamente el registro de *Quercus*, aparentemente remplazado por *Fagus* en una buena parte de su área, y también disminuyen las frecuencias de *Corylus*, probablemente sustituido por Cyperaceae en las lindes de la turbera. Estos cambios se pueden relacionar con el clima pero también con la acción antrópica: el polen de cereales se hace presente de manera continua al final de esta fase, poco antes de 1288 años cal BP. Entonces inicia la segunda fase de la zona 8, con los mayores porcentajes de *Fagus*, alta proporción de Poaceae y presencia continua de indicadores antrópicos como cereales, *Plantago* tipo *lanceolata*, *Castanea* y *Juglans*, que se desarrolla hasta 474 años cal BP.

Después de 474 años cal BP, alrededor del siglo XVI (zona 9), se produce una disminución de las frecuencias polínicas de *Fagus* y *Corylus* y el aumento de las de *Olea* y *Castanea*, taxones antrópicos. El paisaje empieza a estar más abierto. En este siglo hay una demanda fuerte de madera en los astilleros cantábricos para la industria naval española, que se traduce en la tala exhaustiva de árboles.

La deforestación se intensifica en la zona 10, la más reciente, con el aumento de frecuencias polínicas de Poaceae, Cichorioideae, *Plantago* tipo *media* y *P.* tipo *lanceolata* en un paisaje muy abierto (más de 70% de PNA), pero la acción antrópica culmina en sentido contrario, con el inicio de las repoblaciones de *Pinus radiata*

(especie maderable de crecimiento rápido) que datan particularmente de mediados del siglo pasado.

El segundo estudio polínico (Muñoz Sobrino *et al.* 2005) en Los Tornos muestra una secuencia muy similar a la anterior (Fig. 4). Los autores utilizan las mismas dataciones radiocarbónicas para fechar los cambios de vegetación y obtienen adicionalmente una nueva fecha: 2777 años cal BP para el inicio de la expansión de *Fagus*.

La nueva secuencia tiene en la base una particularidad en la curva de *Corylus*, que sufre una disminución de frecuencias relacionada con el aumento de Poaceae en el denominado "evento Hr2" (Fig. 4). Este evento es atribuible a una acción antrópica temprana en forma de claros del bosque por fuego (es previo al cultivo de cereales en la región), pero los autores sugieren que también pueda tener una implicación climática y estar relacionado con el evento 8,2 ka.

Posteriormente, se recupera *Corylus*, dando paso a los inicios del óptimo climático del Holoceno, período más cálido relacionado con una expansión de los bosques en altitud. Sin embargo, con anterioridad a 5317 años cal BP, tiene lugar de nuevo, una fase de Poaceae (Hd-2a), ligada a un período más frío y húmedo, con turberas de alimentación pluvial en las cimas de los montes.

La colonización de *Fagus* en altitud está fechada en 2777 años cal BP. Finalmente, se inicia la fase catatérmica del Holoceno reciente (biozona Ha), caracterizada por inversiones climáticas y acción antrópica, poniendo en evidencia la reducción del bosque y la recuperación de taxones locales como Poaceae, Ericaceae, *Potamogeton*, Cyperaceae, así como el aumento de indicadores antrópicos, como cereales y *Pteridium*.

Más información

Peñalba (1989), Muñoz-Sobrino *et al.* (2005)



MAÍLLO

Sierra de Francia, Rivera del Maíllo, Salamanca
Holoceno (10500 años cal BP – actualidad)

La Sierra de Francia es uno de los macizos más occidentales del Sistema Central y se caracteriza por presentar altitudes moderadas (La Hastiala, 1735 m s.n.m. y Peña de Francia, 1728 m s.n.m.) así como una fuerte asimetría entre sus vertientes, siendo más abrupta la parte meridional. Esta asimetría se traslada al clima que, aunque es mediterráneo con una cierta influencia oceánica en toda la sierra, resulta más frío, seco y continental en la vertiente septentrional. Las rocas son silíceas, principalmente cuarcitas, pizarras y conglomerados, con algún afloramiento granítico.

La turbera estudiada se encuentra en la vertiente septentrional de la sierra, en el fondo del valle de la Rivera del Maíllo ($40^{\circ} 32' 48''$ N, $6^{\circ} 12' 35''$ O, 1100 m s.n.m., Fig. 1). La cubierta vegetal de la turbera se encuentra dominada por *Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Genista anglica*, *Molinia coerulea* y *Pteridium aquilinum*, creciendo en los bordes de la misma algunos especímenes de *Betula pubescens*, *Salix atrocinerea* y brezales con *Erica arborea* y *E. australis*. En cuanto a masas arboladas, en las laderas próximas se pueden encontrar algunos rodales de encina y roble melojo (*Quercus pyrenaica*) así como repoblaciones de *Pinus sylvestris* y *P.*



Figura 1. Rivera del Maíllo en plena Sierra de Francia, Salamanca (Foto: César Morales-Molino)

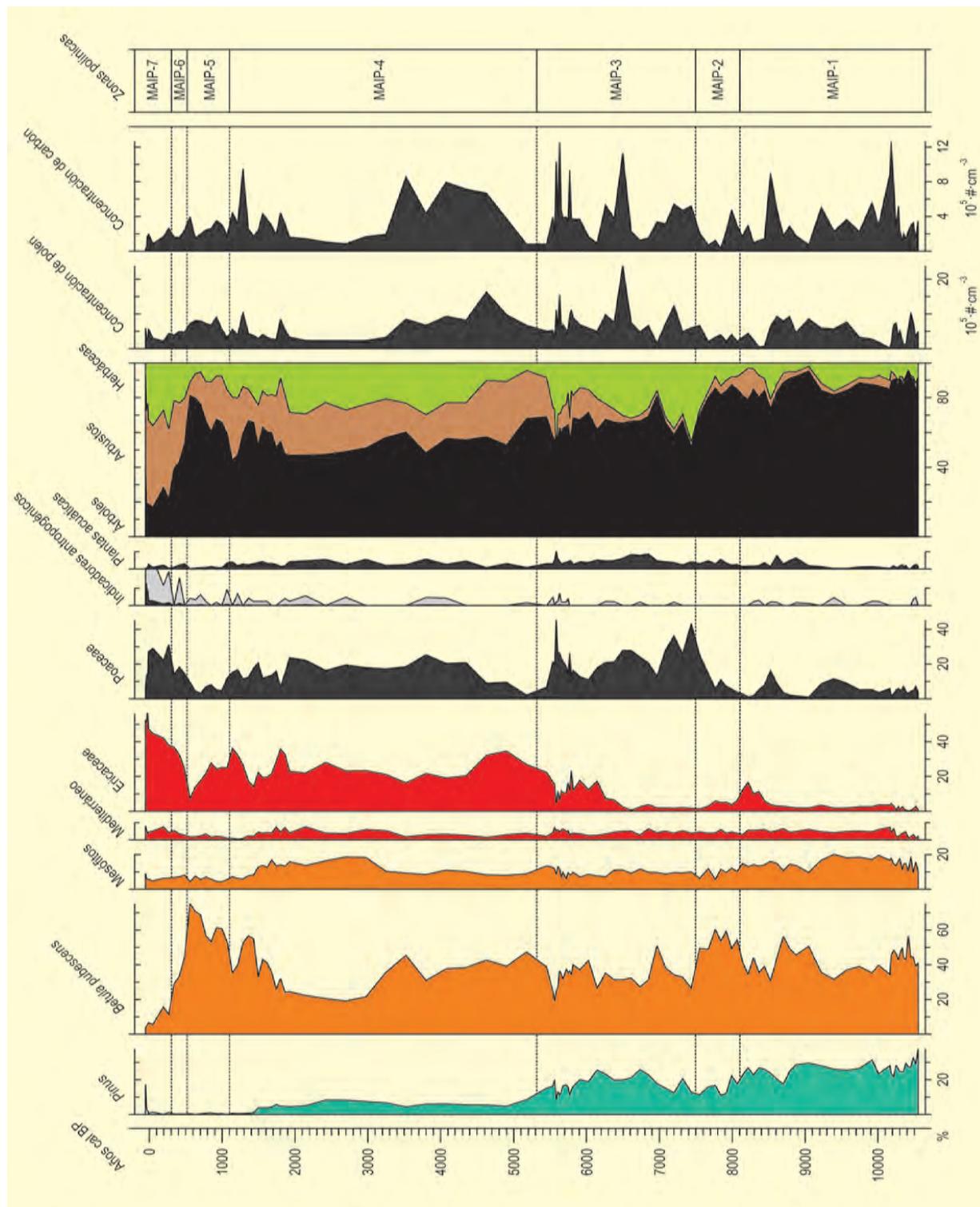


Figura 2. Diagrama polínico sintético de la rivera del Maillo. Redibujado de Morales-Molino et al. (2013)

pinaster. Los brezales (*Erica* y *Calluna*) y los escobonales (*Genista* y *Cytisus*) ocupan amplias extensiones, formando parte del sotobosque de formaciones naturales y repoblaciones forestales, y constituyendo un matorral en los claros. Algunos otros árboles como *Betula pu-*

bescens, *Quercus robur* e *Ilex aquifolium* (acebo) cuentan con poblaciones relictas en estas montañas.

El marco cronológico se ha establecido con una serie de diez dataciones radiocarbónicas por AMS

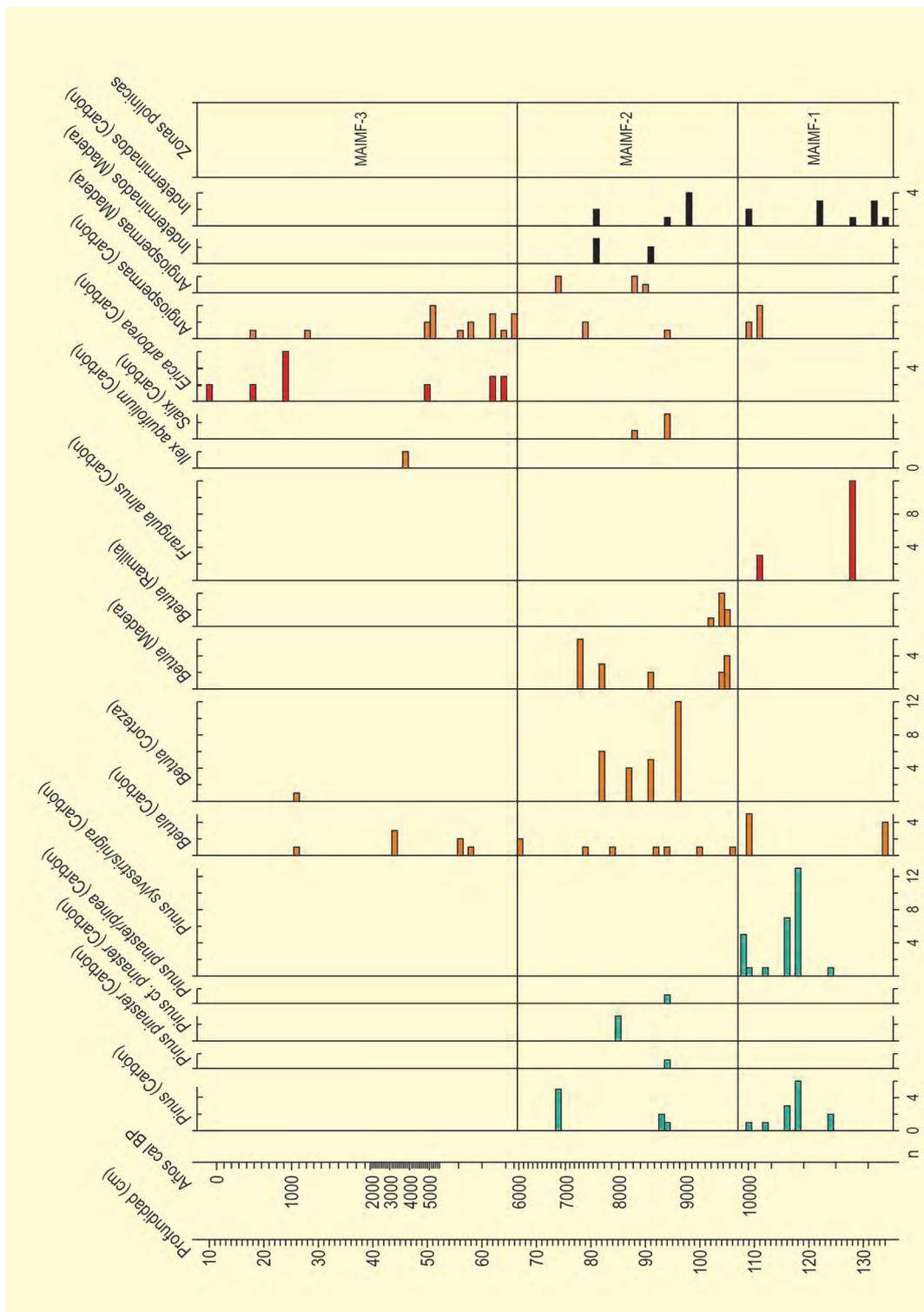


Figura 3. Diagrama de macrofósiles estudiados en la rivera del Mailló. Redibujado de Morales-Molino et al. (2013)

(Tabla 1), a la cual se ajustó un modelo edad-profundidad por interpolación lineal a través de la mediana del intervalo de edades calibradas. Para la reconstrucción de la vegetación se han analizado polen, esporas y macrofósiles, mientras que para estudiar los incendios se

cuantificaron las concentraciones de las partículas microscópicas de carbón.

En la secuencia polínica se han identificado un total de 126 tipos palinológicos, lo cual la hace altamente di-

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de El Maillo. ^aLas edades calibradas se han obtenido con el programa CALIB 6.0 (Stuiver & Reimer 1993) y la curva de calibración INTCAL09 (Reimer *et al.* 2009). ^bPara calibrar esta datación se utilizó el programa CALIBomb (<http://calib.qub.ac.uk/CALIBomb>) y la base de datos NH zona 1 (Hua & Barbetti 2004)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP ^a	Material
CNA-775	11-11.5	105.03 ± 0.27	AD 1956 ^b	Turba
UBA-17599	31-31.5	1550 ± 40	1450	Turba
CNA-776	39-39.5	1990 ± 30	1940	Turba
UBA-18434	52-52.5	4790 ± 40	5520	Turba
CNA-777	65-65.5	5040 ± 30	5820	Turba
UBA-17601	81-82	6900 ± 40	7730	Madera, carbón y corteza de <i>Betula</i>
Beta-258141	91-91.5	7670 ± 40	8460	Carbón
UBA-17602	111	8970 ± 40	10160	Carbón de <i>Frangula alnus</i>
Beta-258142	133-133.5	9330 ± 50	10540	Carbón

versa, mostrándose en la figura 2 un diagrama polínico de síntesis. Se han identificado siete zonas estadísticamente significativas dentro de la secuencia, cuyas principales características se describen a continuación:

- MAIP-1 (10500-8100 años cal BP). Paisaje dominado por bosques de pinos y abedules con una cierta presencia de *Quercus caducifolios*, en un periodo de alta frecuencia y/o severidad de incendios.

- MAIP-2 (8100-7500 años cal BP). Los abedules ganan importancia en el paisaje sustituyendo parcialmente a los pinos. Las concentraciones bajas de carbonos sugieren una menor incidencia del fuego a escala regional.

- MAIP-3 (7500-5300 años cal BP). Los abedules se abren y sus claros son ocupados principalmente por formaciones abiertas de gramíneas y ciperáceas. Pinos y robles melojos mantienen su moderada representación en el paisaje. Los brezos y las genisteas aumentan su representación desde hace unos 6400 y 5700 años cal BP respectivamente. Mayor relevancia de los incendios en el funcionamiento del ecosistema, con varios episodios importantes en torno a 7500, 6400 y 5800 años cal BP.

- MAIP-4 (5300-1100 años cal BP). Apertura progresiva de claros en el bosque, donde el abedul se mantiene como elemento dominante, aunque con

marcadas oscilaciones. Los robles cuentan con una representación baja pero aumentan su representación entre 3000 y 1500 años cal BP. Los brezales y pastos pasan a ser elementos muy importantes en el paisaje regional. Hace 2700 años cal BP comienza a registrarse la presencia de cultivos de cereales, aunque de forma débil y discontinua. Los incendios fueron importantes entre 4700 y 3200 años cal BP, después su frecuencia y/o severidad disminuye apreciablemente entre 3200 y 2000 años cal BP y posteriormente vuelve a ascender hasta valores moderados.

- MAIP-5 (1100-500 años cal BP). Los abedules se expanden, mientras los pinos y los robles melojos ven su representación reducida, aunque podría tratarse de una sobrerrepresentación del abedul en el registro polínico. También desciende la representación relativa de brezos y gramíneas. La concentración de carbonos se mantiene en valores medios, indicando una incidencia moderada del fuego a escala regional.

- MAIP-6 (500-300 años cal BP). Sustitución rápida de los abedules por brezales, jarales, escobonales y pastos herbáceos, acompañada de un incremento en los indicadores polínicos de actividades antrópicas. Los incendios se mantienen como en la zona anterior.

- MAIP-7 (300 años cal BP-presente). Deforestación acusada, con valores mínimos de *Betula*. Dominan las formaciones de matorral y los pastos, así como los cul-

tivos tanto herbáceos (cereales) como leñosos (olivo, polen procedente probablemente de la vertiente sur de la sierra). Los incendios pasan a ser muy severos en las últimas décadas.

Se han identificado un total de 357 macrofósiles leñosos procedentes de 47 niveles diferentes (Fig. 3). Existe una buena correspondencia entre los resultados obtenidos del análisis de los mismos y los de la secuencia polínica. Lo más destacable es la sustitución durante el Holoceno inicial de *Pinus sylvestris* por *P. pinaster*, una especie menos adaptada a climas fríos y más resistente a la sequía.

Esta secuencia de El Maíllo contribuye a completar el registro paleoambiental del Sistema Central y la Meseta Norte Ibérica, mostrando que ha habido ciertos cambios en la vegetación que se han producido de forma asincrónica a lo largo de la cordillera. El ejemplo más claro y notable sería la mayor persistencia temporal de los pinares como vegetación dominante hacia el interior de la península Ibérica, reflejando el gradiente de continentalidad creciente hacia el interior. De hecho, en las sierras más interiores como Guadarrama y en el sector oriental de la Meseta Norte la hegemonía de los pinares se ha mantenido hasta el Holoceno reciente e incluso la actualidad.

Algunos de los cambios en la vegetación de la Sierra de Francia parecen responder a las oscilaciones climáticas que se han detectado a lo largo del Holoceno en el Mediterráneo occidental. Esas oscilaciones se han asemejado en unos casos a las registradas en áreas meridionales de la Península y en otros a las del norte de la región Mediterránea y Europa central, lo cual iría li-

gado a la localización intermedia de la Sierra de Francia entre las áreas de clara influencia atlántica y las puramente mediterráneas.

El fuego ha sido un factor ecológico de gran importancia en la Sierra de Francia desde el inicio del Holoceno, y las comunidades vegetales han mostrado una alta resiliencia frente al mismo. La sucesión vegetal post-incendio ha consistido en una primera etapa de pastos y helechares seguida de matorrales dominados por brezos y escobones para llegar a una recuperación final del bosque de abedules. Sin embargo, la intensificación del régimen de incendios pudo cruzar ciertos umbrales de funcionamiento del ecosistema a partir de los cuales el bosque no se pudiera recuperar, instalándose entonces como dominantes los matorrales (sobre todo brezales) y los pastos. Esta sustitución se registró entre 5800 y 5400 años cal BP y no se puede vincular de forma definitiva a la acción humana, ya que las primeras evidencias inequívocas de impacto humano las hemos encontrado en la Edad del Hierro, hace unos 2700 años cal BP.

Por último, el registro de El Maíllo pone de manifiesto que ciertas formaciones vegetales como los abedules han experimentado un declive muy acusado en fechas relativamente recientes asociado a la actividad humana. Por tanto, su restringida distribución actual tiene un origen antrópico (al menos en parte) y se deberían hacer esfuerzos para recuperarlas, especialmente en espacios naturales protegidos como el Parque Natural de las Batuecas-Peña de Francia.

Más información

Morales-Molino *et al.* (2013)



MANADEROS

Sierra de Gredos, Piedralaves, Ávila
Holoceno (1260 años cal BP – actualidad)

La turbera de Manaderos (40° 20' 32" N, 4° 41' 38" O; 1292 m s.n.m.) se localiza en la vertiente meridional del Macizo Oriental de la Sierra de Gredos, en la denominada Sierra del Valle (Fig. 1), en el piso bioclimático supramediterráneo. La vegetación de la zona corresponde a formaciones mixtas de pino resinero (*Pinus pinaster*) (Fig. 3) y roble melojo (*Quercus pyrenaica*). No obstante, en esta zona aún persisten algunos ejemplares centenarios de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Fig. 2), así como un pequeño bosque de *P. sylvestris* a mayor altitud y ejemplares dispersos en el orosubmediterráneo.



Figura 1. Robles centenarios en la Sierra del Valle (Foto: Antonio López-Sáez)

Entre 1260 y 1170 años cal BP (MAN-1) (Fig. 4, Tabla 1), el paisaje del entorno de la turbera de Manaderos estuvo dominado por amplios robledales de *Quercus*

pyrenaica, aunque algunos ejemplares dispersos de *Pinus nigra* probablemente se encontrarán en su seno, mientras que los pinares de *P. pinaster* poblarían los



Figura 2. Poblaciones de *Pinus nigra* en el entorno de la turbera de Manaderos. (Fotos: Antonio López-Sáez)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Manaderos (Robles-López *et al.* 2020)

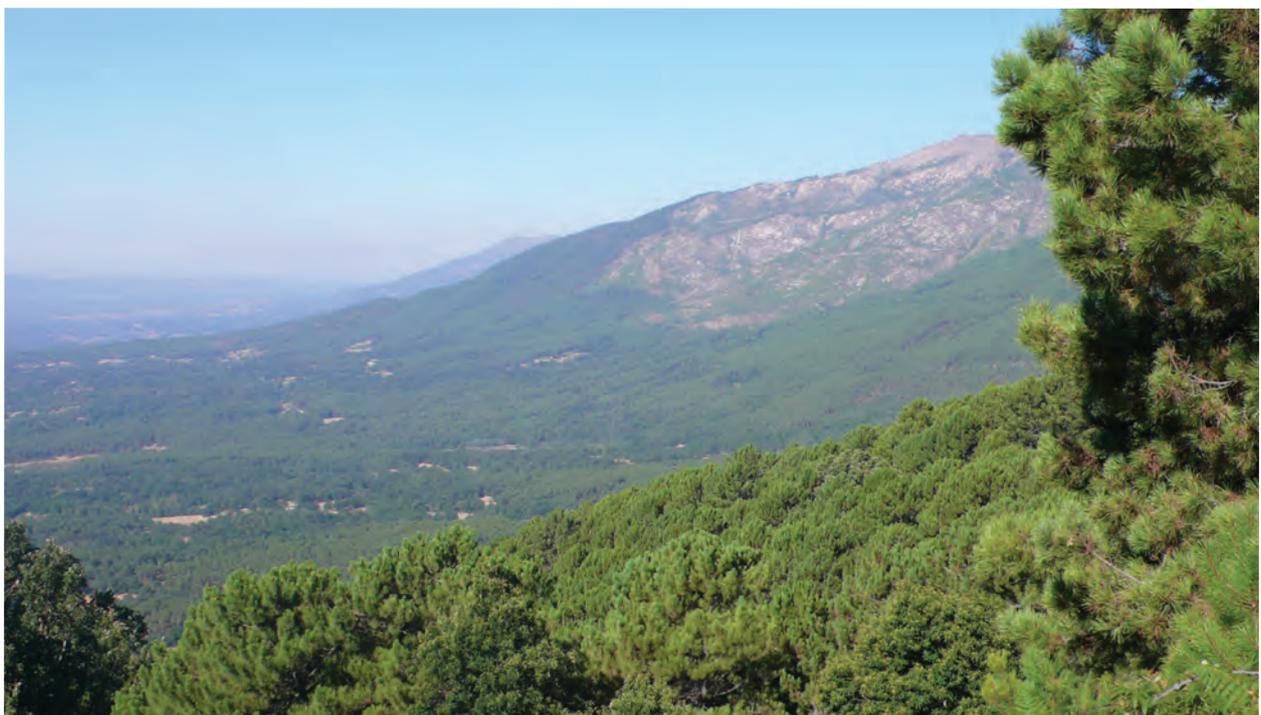
Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Ua-55296	42	560 ± 30	499-606
Poz-83939	50	653 ± 28	581-659
Ua-55297	60	770 ± 30	686-743
Poz-83940	78	1035 ± 30	926-988
Ua-55298	90	1206 ± 27	1044-1129
Poz-83941	102	1210 ± 30	1109-1208
Ua-55299	110	1240 ± 29	1145-1240
Poz-84223	120	1332 ± 26	1185-1294

piedemonte serranos. Castaños y olivos eran cultivados ya por entonces. Los altos porcentajes de herbáceas antrópico-nitrófilas y antropozoógenas, así como de hongos coprófilos, son el reflejo de un impacto humano importante, en relación directa con la presión pastoral y la explotación de los pastos de esta zona de montaña. Se documenta el cultivo de centeno y vid.

El intervalo comprendido entre 1170 y 950 años cal BP (MAN-2) muestra el declive progresivo, aunque oscilante, de los robledales, y la tendencia ascendente del

pino resinero. Todo ello fruto de una actividad antrópica cada vez mayor relacionada con la gestión pastoril del monte, es decir con la quema y roza del bosque para tener una mayor disponibilidad de pastos (máximos valores de Poaceae y hongos coprófilos). En esta fase no se documenta el cultivo de centeno o vid, tampoco del olivo.

Entre 950 y 380 años cal BP (MAN-3) la dinámica antrópica es semejante a la descrita en las fases precedentes, con una recuperación inicial del robledal en los

**Figura 3.** Denso pinar de *Pinus pinaster* en las laderas de Piedralaves (Foto: Antonio López-Sáez)

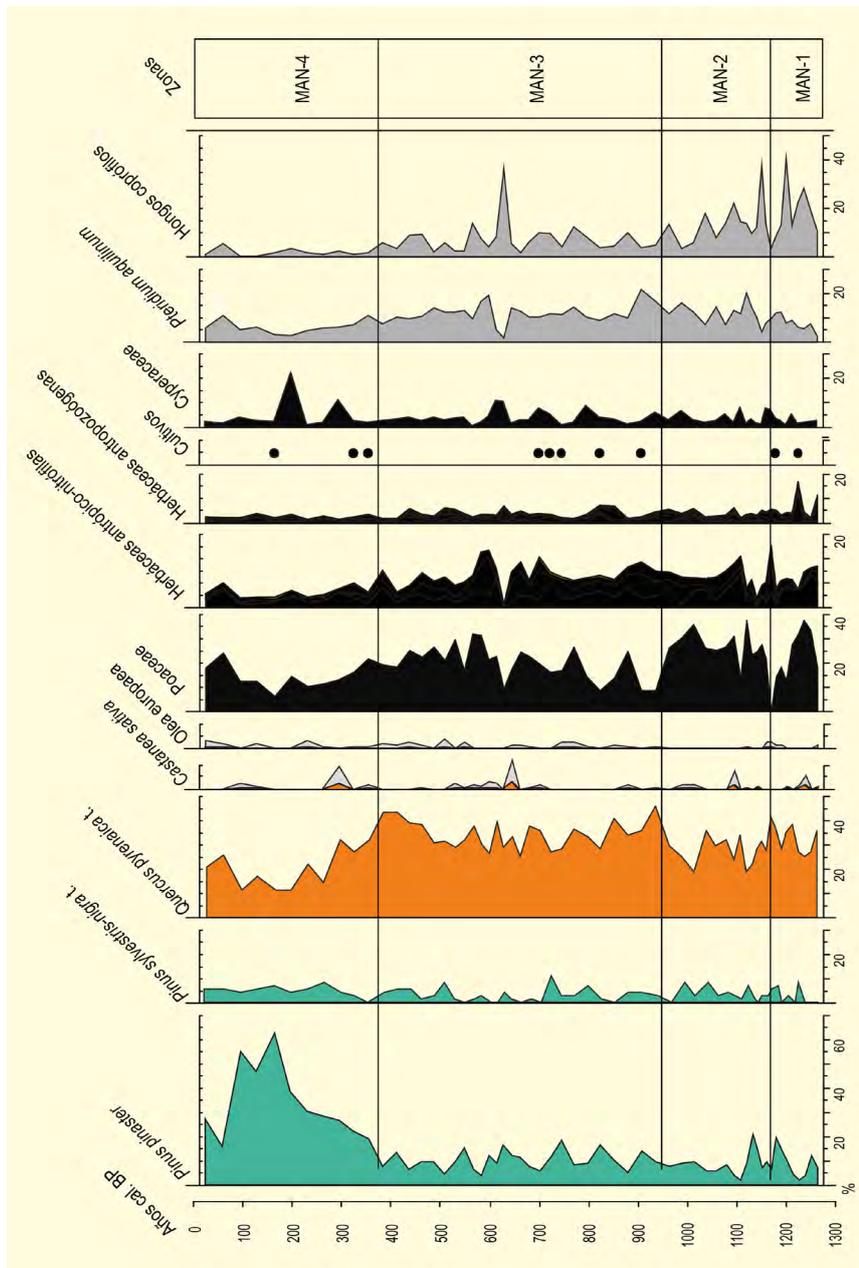


Figura 4. Diagrama palinológico de la turbera de Manaderos. Redibujado de Robles-López et al. (2020)

últimos años de la dominación islámica, y una tendencia regresiva posterior en época feudal; aunque a partir de 500 años cal BP los robledales parecen recuperarse de nuevo durante el primer siglo de la Edad Moderna. Se mantiene el cultivo del castaño y se recupera el del olivo, mientras que la cerealicultura es atestiguada fundamentalmente durante el episodio cálido bajo medieval.

Finalmente, entre 380 años cal BP y el presente, la característica más sobresaliente es la regresión absoluta de los robles frente al desarrollo espectacular del pinar de pino resinero (*Pinus pinaster*), como consecuencia de la recurrencia de incendios.

Más información

Robles-López et al. (2020)



MAR MENOR

Laguna del Mar Menor, Murcia
Holoceno (~6500 años cal BP – actualidad)

El sondeo MM2 se localiza en la laguna del Mar Menor (Murcia), a 800 m de la barrera arenosa llamada "La Manga del Mar Menor" (0° 45' 1" O, 37° 43' 24" N) (Fig. 1). La laguna, situada en la costa mediterránea, presenta poca profundidad (~3,6 m de media) siendo una de las lagunas salinas más grandes de Europa con una extensión de 135 km². Esta laguna es alimentada por las aguas marinas del Mediterráneo, así como de las aguas torrenciales de ramblas del Campo de Cartagena, que parten de las sierras próximas como Sierra de Carrascoy y sierras mineras de Cartagena, aportando sus sedimentos a la misma.

El clima del entorno es mediterráneo, con precipitaciones que oscilan entre los 190 mm en las cotas más bajas y los 400 mm en los sistemas montañosos, con una temperatura media anual de 16-17 °C y prácticamente ausencia de heladas invernales. Su vegetación natural se limita a las zonas montañosas dominada por pinares de *Pinus halepensis* en mosaico con formaciones de "sabina de Cartagena" (*Tetraclinis articulata*) y puntualmente encinares de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, con un matorral termófilo rico en iberoafricanismos

(*Periploca laevigata*, *Ziziphus lotus*, *Withania frutescens...*), lentiscas y palmitares termófilos (*Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*); así como de una vegetación psammófila en áreas dunares (*Ammophila arenaria*, *Crucianella maritima*, *Helichrysum stoechas*, *Ononis natrix*, etc.). Esta vegetación contrasta con las grandes extensiones de cultivos de regadío, y urbanizaciones que cubren desde el Campo de Cartagena hasta la costa.

El registro polínico MM2 tiene una potencia de 3,97 m, y sus materiales son fundamentalmente arcillas finas y limos con capas de arena gruesa y fragmentos de concha. Se analizaron 93 muestras de una serie continua con un intervalo de tiempo medio entre dos muestras de 70 años (Azua *et al.* 2020). *Pinus* domina la secuencia polínica con porcentajes que oscilan entre el 20-75 % (Fig. 2). La composición de los espectros calculados excluyendo *Pinus* muestra un paisaje relativamente equilibrado entre árboles y arbustos, representados principalmente por *Quercus* caducifolios, *Quercus* perennifolios, *Pistacia* y *Olea* por un lado, y pastizales de *Artemisia*, Poaceae y Amaranthaceae.



Figura 1. Laguna del Mar Menor, Murcia (Foto: juliohdez -pixabay-)

Tabla 1. Fechas de radiocarbono a lo largo del núcleo MM2. Azuara *et al.* (2020)

Muestras	Prof. (cm)	Años BP
MM2A005	5	500 ± 30
MM2A031	31	1190 ± 30
MM2A-42	42	1395 ± 30
MM2A066	66	1950 ± 30
MM2A-81	81	2025 ± 30
MM2A095	95	2230 ± 30
MM2A113	113	2395 ± 31
MM2A-117	117	2520 ± 30
MM2A137	137	2545 ± 30
MM2A-141	141	2710 ± 30
MM2A-153	153	2875 ± 30
MM2A172	172	3210 ± 32
MM2B-09	209	3835 ± 30
MM2B016	216	3930 ± 30
MM2B103	303	5290 ± 34
MM2B-117	317	5300 ± 30
MM2B150	350	5470 ± 35

Se han establecido siete zonas polínicas: la zona MM-VII (6580-5160 años cal BP) presenta altas concentraciones de AP dominando *Quercus* caducifolios (15-20%), *Quercus* perennifolios (15-20%) y en menor medida *Pistacia* (7-15%) y *Olea* (3-8%), junto a una buena representación de Amaranthaceae (~10%). La zona MM-VI (5160-3640 años cal BP) muestra un aumento progresivo de *Pinus* de 40 a 70 % y *Quercus* caducifolios (25-35 %), con valores máximos de *Quercus* perennifolios (~20 %), *Olea* y *Pistacia* (~5 %); *Artemisia* presenta bajos porcentajes (>5 %). En MM-V (3640-2460 años cal BP) destaca un aumento de *Artemisia* a partir de 3650 años cal BP, mientras que Poaceae disminuye (<5 %) junto a AP, sin tendencias claras en los taxones individuales excepto por *Olea*. En MM-IV (2460-1710 años cal BP) es significativo los bajos porcentajes de *Pinus* (~35%), la caída de *Pistacia* (10-3 %), mientras que *Olea* aumenta (0,5-5 %). MM-III (1710-1340 años cal BP) muestra un aumento de AP y arbustos (*Pinus*: 70-75 %), con disminución en el espectro de *Olea* (8 al 1 %). En MM-II (1340-80 años cal BP) se dan las proporciones mínimas de AP (25-35 %), con la disminución de *Pinus* (60 a 40 %) y aumento de *Artemisia* de 15 a 30 %. Finalmente MM-I (80-(-50) años cal BP) muestra un aumento de *Olea* del 2 al 30 % seguido de

una disminución al 15 %, mientras que *Quercus* perennifolios aumentan del 7 al 15 % y *Artemisia* cae del 25 al 12 %.

Entre 5000 y 4200 años cal BP, la secuencia MM2 muestra que los porcentajes de *Quercus* caducifolios disminuyen antagónicamente a las de *Pinus*, los cuales aumentan en más de un 10 %, tendencia similar en las secuencias polínicas de Gádor y Siles, donde Carrión (2002b) y Carrión *et al.* (2003) al correlacionar dichos taxones con los microcarbones y *Pseudoschizaea* sugieren que dicho cambio de vegetación está relacionado con el aumento de la aridez y la mayor frecuencia de incendios; sin embargo, en la secuencia MM2 la ausencia de microcarbones y NPPs impide abordar las causas de este cambio en las formaciones arbóreas del Mar Menor. Por otro lado, el aumento progresivo de *Artemisia* a valores del 20 % por encima de los ~3800 años cal BP, son también similares a los observados en Gádor y Siles coincidiendo con la aparición de poblaciones de la Edad del Bronce, por lo que es probable que su presencia esté más asociada a impactos antropogénicos que a la creciente aridificación por cambios climáticos.

Durante el Calcolítico, en torno a 5000 años cal BP, la secuencia MM2 no muestra un cambio significativo en la vegetación, aparte de la disminución de *Quercus* caducifolios; sin embargo, es durante 3900-3700 años cal BP, en la Edad del Bronce, cuando se observan los mayores cambios en la vegetación del entorno del Mar Menor. *Pinus* registra una fuerte disminución junto al resto de elementos arbóreos y paralelamente se da un aumento de *Artemisia*, que al igual que ocurre en Baza (Carrión *et al.* 2007) podría sugerir una deforestación por impacto antropogénico. Al final del Bronce (~3400 años cal BP) a pesar del moderado aumento del AP, los arbustos mediterráneos siguen siendo altos junto a *Artemisia*, sugiriendo una recuperación moderada de la vegetación tras el impacto de la cultura del Argar. Sin embargo, a pesar de la citada presión antrópica sobre la vegetación, la creciente aridez en la segunda mitad del Holoceno pudo favorecer el aumento de taxones xerofíticos como *Artemisia* y otros arbustos mediterráneos, por lo que no es descartable una influencia climática.

Según Azuara *et al.* (2020) durante la Edad del Hierro la disminución y casi desaparición de *Olea* en torno

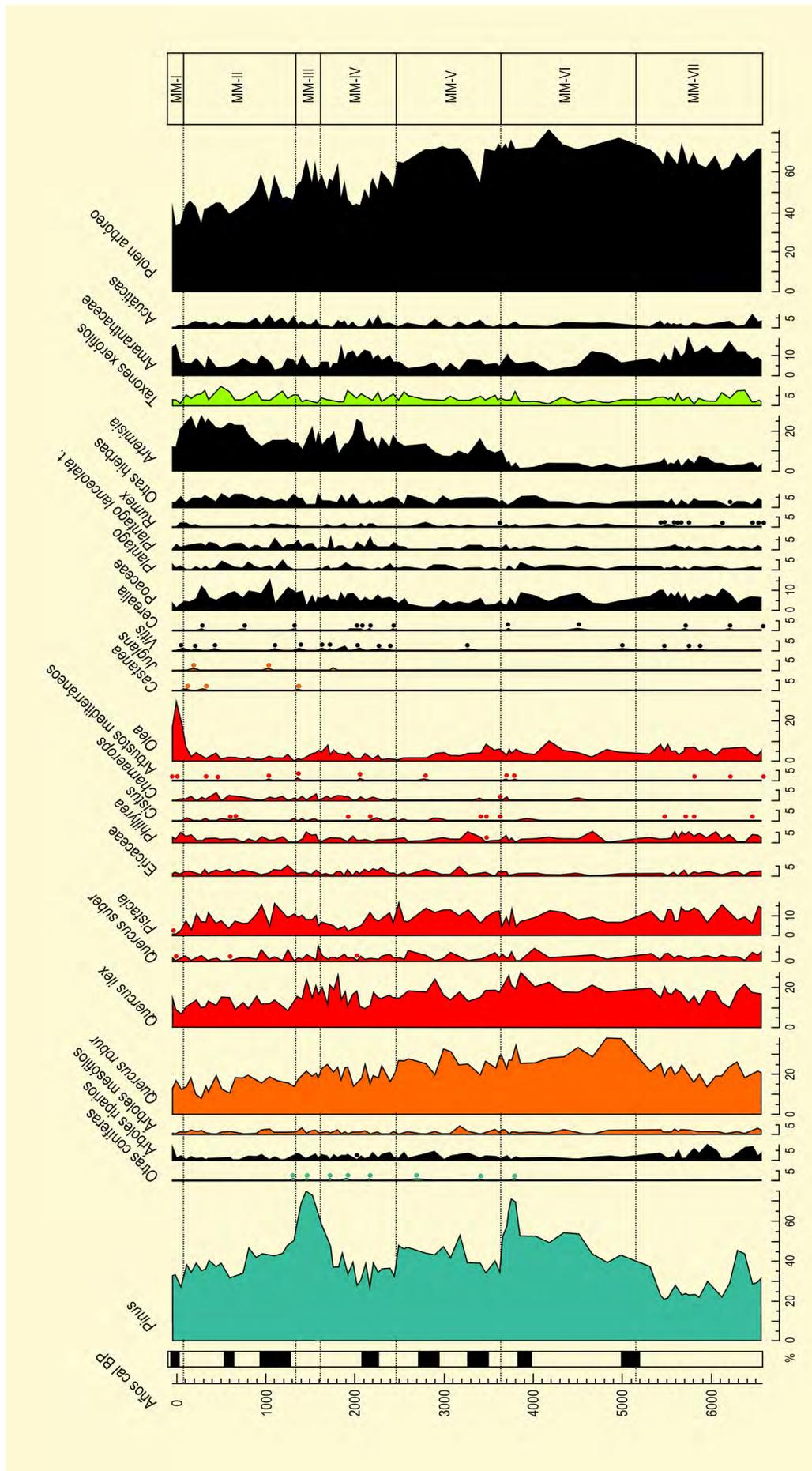


Figura 2. Diagrama polínico sintético de la secuencia del Mar Menor. Modificado de Azuara et al. (2020)

a 2400 años cal BP unido al aumento de *Chamaerops* puede sugerir una presión del pastoreo sobre acebuches, muy forrajeros, favoreciendo el aumento del palmito, resistente al pastoreo. Sin embargo, en torno a 1750 años cal BP, *Olea* vuelve a alcanzar valores en torno al 10 %, junto a *Vitis* y *Cerealia*, lo que sugiere un aumento favorecido por su cultivo.

Las proporciones de polen arbóreo y arbustivo (*Pinus*, *Quercus* perennifolios y *Q.* caducifolios, *Pistacia*) disminuyeron drásticamente a partir de la época romana, con valores similares al Neolítico, aludiendo un importante desarrollo de las actividades agrícolas y mineras en torno a Carthago Nova (Azua *et al.* 2020).

Tras el declive del Imperio Romano, el abandono agrícola puede explicar el aumento significativo de *Pinus* al ocupar los cultivos abandonados, que rápidamente vuelve a ser deforestado en torno al siglo V AD con un aumento del matorral mediterráneo. Las proporciones de *Pinus* y AP (excluido *Pinus*) seguirán siendo bajas desde mediados del siglo XIII hasta el siglo XIX, mientras que las proporciones de *Artemisia* se estabilizarán con valores muy altos (20-25 %), y a pesar de la despoblación y abandono agrícola no hay una recuperación de AP, cuya explicación a este paisaje abierto pudo ser debida a la presión ganadera hasta finales del siglo XIX.

Más información

Azua *et al.* (2020)



MARISMAS DE DOÑANA

Parque Nacional de Doñana, Huelva-Sevilla
Holoceno (~2304 años BP – actualidad)

Denominamos bajo este epígrafe diversos análisis polínicos realizados por Yáñez (2005) y Yáñez *et al.* (2006) sobre depósitos superficia-

les en el sector SO del Parque Nacional de Doñana (Fig. 1). Estos incluyen Carrizosa, Lucio de Mari López, Vetalengua, Huerto Taraje, Cherrí, Lucio del Membrillo, Caño de la Madre y Juncabalejo. Como ejemplo, tomamos las tres secuencias polínicas del área de Vetalengua (36° 54' 40" N, 06° 22' 54" O) (VL-1, VL-2, VL-3) (Fig. 3). El trabajo tuvo como objetivo incrementar el conocimiento paleoambiental para los últimos 2000 años en un sector limítrofe entre la marisma (Fig. 2) y la flecha litoral, muy próximo a la franja litoral. El estuario del Guadalquivir se sitúa en el suroeste de la península Ibérica, bajo la influencia del Océano Atlántico.

Los sondeos para la Palinología se hicieron sobre depósitos arcillosos que presentan intercalados niveles arenosos con alto contenido en malacofauna. Como referencia cronológica se cuenta con dos dataciones ¹⁴C, una de ellas de 1726 años cal BP, realizada en bivalvos (*Cerastoderma*) del sondeo VL-2 y la otra de 2304 años cal BP, realizada en el cordón arenoso (Fig. 3).

El sondeo VL-1 supone unos 28 cm de potencia cuya cronología se situaría en una fecha anterior a 2304 años

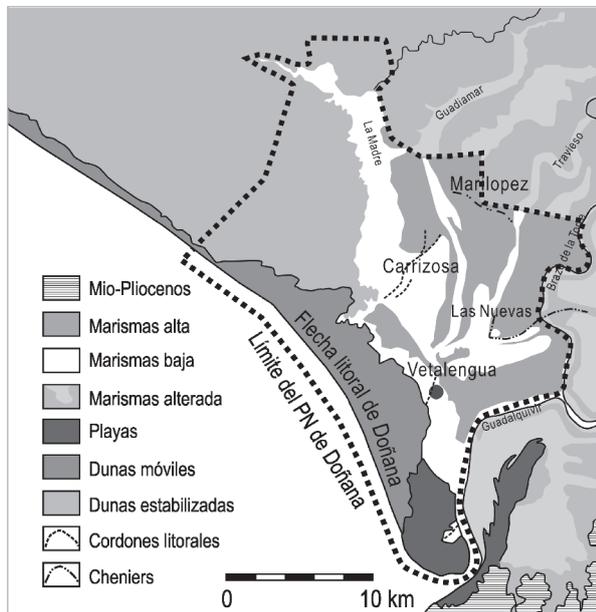


Figura 1. Límites y ambientes del Parque Nacional de Doñana. Redibujado de Yáñez (2005) y Yáñez *et al.* (2006)



Figura 2. Marismas del Parque Nacional de Doñana (Foto: J. de Nicolás Briegas)

Edad	Perfil	Nivel	Polen dominante	Microfósil dominante	Tipo de medio	Fase
Actualidad	VL-3	VII	Cyperaceae (15%), Ranunculaceae (15%), Chenopodiaceae (100%)	<i>Gloetrichia</i> (200%), Tipo 221 (85%), Tipo 119 (40%)	Marisma Pluvio/Fluvial	E-F
		VI	Estéril			
		V	Cyperaceae (80%), Chenopodiaceae (425%)	<i>Gloetrichia</i> (150%), Tipo 221 (30%), Tipo 119 (20%)		
		IV	Estéril			
		III	Cyperaceae (25%), Alismataceae (65%), Chenopodiaceae (500%)	<i>Gloetrichia</i> (60%), Zygnemataceae (250%), Tipo 119 (30%)	Marisma Pluvio/Fluvial	D
1726BP		III	<i>Typha</i> (40%), Ranunculaceae (20%), <i>Plantago</i> (20%), Asteraceae (25%), Chenopodiaceae (25%)	Zygnemataceae (20%), Tipo 222 (30%)		
		IIB	Cyperaceae (30%), Alismataceae (3%), Myriophyllum (40%), <i>Plantago</i> (50%), Asteraceae (50%), Chenopodiaceae (25%)	<i>Botryococcus</i> (40%), Zygnemataceae (20%)		
	IIA	Cyperaceae (50%), <i>Lemna</i> (20%), Alismataceae (10%), Chenopodiaceae (10%)	<i>Botryococcus</i> (40%), Zygnemataceae (60%), <i>Pseudoschizaea</i> (40%)	Marisma Fluvial/Mareal		
	I	Estéril		Marisma Mareal/Fluvial		
2304BP	VL-2	IIC	Ranunculaceae (45%), Myriophyllum (15%), Papaveraceae (70%), Polygonaceae (50%)	<i>Pseudoschizaea</i> (40-5%), Tipo 315 Tipo 222 (500%)	Marisma Mareal/Fluvial	D
		IIB	<i>Lemna</i> (45%), <i>Polygonum</i> (20%), Chenopodiaceae (30%), Poaceae (80%)	Tipo 222 (150%)	Marisma Fluvial/Mareal	C
		IIA	<i>Lemna</i> (10%), Myriophyllum (20%), <i>Plantago</i> (20%)	Tipo 222 (100%)	Marisma Mareal/Fluvial	
		I	Chenopodiaceae (45%), Asteraceae (20%), Apiaceae (20%)	<i>Pseudoschizaea</i> (30%), Tipo 132 (15%), Tipo 165, Tipo 222 (200%)		
	VL-1					

Figura 3. Microfósiles presentes en las tres secuencias polínicas del área de Vetallengua. Redibujado de Yáñez *et al.* (2006)

BP. Los espectros polínicos están caracterizados por variaciones bruscas en las concentraciones de ranunculáceas, quenopodiáceas, asteráceas, poligonáceas, gramíneas, papaveráceas, *Campanula*, *Myriophyllum* y *Lemna*. Algunos microfósiles no polínicos son relevantes, como es el caso de *Pseudoschizaea*, que podría estar indicando el régimen de oscilación hídrica del sistema. Otros microfósiles son los tipos 222 y 315, entre otros.

El sondeo VL-2 corresponde a un depósito de unos 40 cm de potencia anterior a 1726 años BP. Las características palinológicas incluyen Alismataceae, *Lemna*, *Typha*, *Myriophyllum*, *Plantago*, *Polygonum*, Astera-

ceae, Chenopodiaceae y Cyperaceae. Otros microfósiles acuáticos (Zygnemataceae, *Botryococcus* y *Pseudoschizaea*) tienen una representación importante.

El sondeo VL-3 tiene 84 cm de potencia y recoge el período comprendido entre los 1726 años BP y la actualidad. Es una fase caracterizada por la abundancia eventual de Cyperaceae, Alismataceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, *Plantago*, Asteraceae, Ranunculaceae, *Botryococcus*, *Gloetrichia*, Tipo 221 y Zygnemataceae.

Los cambios observados en la vegetación autóctona marismeña durante el Holoceno reciente en estos registros se presentan controlados primordialmente por



Figura 4. Pinares de pino piñonero (*Pinus pinea*) semienterrados por las dunas en el Parque Nacional de Doñana (Foto: J. de Nicolás Briegas)

la dinámica geomorfológica del medio. Queda abierta la hipótesis de que la variación palinomorfológica indicadora de la vegetación alóctona haya sido causada por otros agentes. De entre éstos, cabe considerar que, en efecto, el clima y la acción antrópica pueden ser prevalentes. Dicho esto, queda también claro que la respuesta vegetal al cambio climático no habría sido, en

ningún caso, inmediata, debido a la dinámica interna y a la interferencia de las condiciones locales. Los eventos de prevalencia de las condiciones marinas en el estuario quedan reflejados por hiatos palinológicos.

Más información

Yáñez (2005), Yáñez *et al.* (2006)



MAS CASTELLAR DE PONTÓS

Pontós, Girona
Holoceno (2520-2484 años BP)

El yacimiento de Mas Castellar (Pontós, Girona, 42° 12' 02" N 2° 54' 06" E) se ubica en el extremo noroccidental de la llanura ampurdanesa, entre 140 y 150 m s.n.m., en una zona interfluvial entre la riera de Àlguema y el río Fluviá.

Actualmente dominan encinares (*Quercus ilex*) desde el litoral a las zonas montañosas junto a robledales (*Quercus humilis*). En las proximidades del yacimiento se pueden encontrar también bosques de ribera formados por chopos (*Populus nigra*), álamos (*Populus*

alba), fresnos (*Fraxinus angustifolia*), alisos (*Alnus glutinosa*), olmos (*Ulmus minor*) y tarayes (*Tamarix*).

Los trabajos arqueológicos desarrollados desde los años 90 del pasado siglo hasta la actualidad, han proporcionado una secuencia de ocupación que va desde el siglo VII hasta el II BC, diferenciada en siete fases (Pons *et al.* 2002, 2006). La primera fase, IIa (650-575 aC), está caracterizada por un campo de fosas y silos de carácter claramente indígena. En la segunda fase (IIb - 575-500 BC), de carácter también indígena, pero con



Figura 1. Principales sectores de la excavación de Mas Castellar de Pontós (Foto: Jordi Cabané)

contactos con la fundación de la colonia de Emporion, continúan las fosas-silos y aparecen las primeras construcciones sólidas (documentadas recientemente en 2020). La tercera fase (II-III - 450-420 BC, Fig. 1A) corresponde al nivel de ocupación y de destrucción de una construcción con clara influencia griega; el edificio señorial ES516. La cuarta y quinta fase, (IIIa - 425-400 BC, y IIIb - 400-375 BC, Fig. 1B) corresponden a la ocupación y al abandono del poblado íbero fortificado respectivamente. La sexta fase (IV - 375-275 BC) corresponde a un momento de fosas y silos ubicadas en un espacio abierto más allá de los muros del antiguo poblado y con influencias tanto indígenas como griegas. Por último, la séptima fase (V - 275-190 BC, Fig. 1C) corresponde a la ocupación y abandono de un establecimiento rural con claras características helenísticas, especialmente en la construcción y en los recipientes anfóricos.

El estudio de los carbones arqueológicos recuperados a lo largo de diferentes campañas de excavación ha proporcionado un registro único sobre el entorno y su explotación por parte de los habitantes de Mas Castellar. El carbón procede principalmente de la combustión de leña, ya sea para satisfacer necesidades de carácter doméstico o artesanal, aunque algunos episodios puntuales de incendio han permitido también la carbonización de elementos arquitectónicos o bienes muebles de madera. En este trabajo se presentan los resultados del estudio de los carbones recuperados en contextos tipo silo, fosa, hogar u horno que responden a residuos de combustible y que son más representativos del entorno al yacimiento, obviando los carbones correspondientes a niveles de destrucción y que, por lo tanto, representan elementos arquitectónicos o bienes muebles. Las variaciones que se observan a lo largo de la secuencia pueden reflejar diferentes formas de explotar el entorno, pero también los cambios que se produjeron en el paisaje como consecuencia de la intervención humana en el entorno.

Los carbones se han muestreado sistemáticamente en las unidades estratigráficas identificadas durante las diferentes campañas de excavación y se han recuperado mediante la flotación de sedimentos. El muestreo ha tenido el objetivo de representar todo tipo de unidades estratigráficas, así como una amplia representación espacial y cronológica. Se han seleccionado 5419

fragmentos de carbón provenientes de las siete fases de ocupación identificadas en el yacimiento.

La fase de ocupación más antigua conocida hasta el momento corresponde al período IIa, fechado mediante tipología cerámica entre el 650 y el 575 BC, y mediante datación radiocarbónica en 2485 años BP. Se trata de una fase formada por fosas y silos cuyos materiales arqueológicos tienen un carácter claramente indígena. En este conjunto de fosas y silos se han identificado un total de 98 restos antracológicos, el número más bajo de las diferentes fases estudiadas, razón por la cual es difícilmente comparable con el resto de fases. Aun así, se identifican nueve taxones diferentes, entre los que predomina la encina o coscoja (*Quercus ilex-coccifera*), pero con porcentajes también destacables de sauce (*Salix*), brezo (*Erica*), madroño (*Arbutus unedo*), olmo (*Ulmus*) y aladierno/falsa aladierna (*Rhamnus/Phillyrea*). Así, domina la vegetación mediterránea, con presencia relevante tanto de las especies de ribera y arbustivas, y con presencia mínima de la vegetación mesófila.

La siguiente fase (IIb) es inmediatamente posterior a la fase anterior y continúa estando dominada por estructuras de tipo fosa y silo, pero en ella también se identifican las primeras construcciones, siempre manteniendo el carácter indígena de los materiales arqueológicos. Estos materiales permiten fechar esta fase entre el 575 y 500 BC. El número de restos antracológicos identificados es de 307, un número significativamente superior a la fase anterior, pero aún muy inferior a las posteriores. Entre estos carbones estudiados se identifican 12 taxones diferentes, entre los que continúa la predominancia de la encina o coscoja. El segundo taxón en importancia es el brezo, que aumenta mucho su presencia respecto a la fase anterior, mientras que el madroño mantiene la importancia relativa observada anteriormente. El resto de especies presenta porcentajes inferiores al 4 %. En general, continuamos viendo el dominio e incluso incremento tanto de las especies de bosque mediterráneo como de las especies arbustivas. En cambio, el porcentaje de las especies mesófilas se mantiene en niveles muy bajos, las especies de ribera casi desaparecen, y aparecen por primera vez la explotación aunque residual de especies de montaña.

Después de la segunda fase, el yacimiento de Mas Castellar se abandona y, hasta el momento, no existen evidencias de ocupación del yacimiento entre la segunda (IIb) y la tercera fase (II-III). La tercera fase presenta unas características tanto arqueológicas como antracológicas claramente diferentes a lo observado tanto en las fases anteriores como en las posteriores. Arqueológicamente esta fase está caracterizada por un nivel de ocupación y otro de abandono de una construcción con una influencia claramente griega. A partir del contexto estratigráfico y de los materiales arqueológicos esta fase se fecha entre el 450 y el 420 BC. En este caso también se ha podido fechar un fragmento de carbón por radiocarbono con el resultado de 2520 años BP. El número de carbones identificados en esta fase es de 938 y se identifican 15 taxones distintos. A pesar de haber descartado los restos antracológicos que claramente se podían determinar como elementos arquitectónicos relacionados con el nivel de destrucción de la estructura, parece que el registro antracológico en esta fase continúa estando claramente influenciado por este episodio y no tanto por el entorno. De esta forma se observa cómo el taxón claramente dominante (superior al 75 %) es el pino silvestre o salgareño (*Pinus t. sylvestris-nigra*), un taxón que hasta el momento tan solo había aparecido con porcentajes residuales en la fase IIb y que difícilmente crecería con estos porcentajes en el entorno de Mas Castellar en el s. V BC. Al mismo tiempo se observa también la casi desaparición de la encina o coscoja (3,8 %), que hasta ahora había sido la especie dominante. El segundo taxón en importancia es el roble (*Quercus caducifolios*) (9,5 %), el cual ha aumentado significativamente sus porcentajes respecto a fases anteriores. El resto de taxones identificados presenta porcentajes inferiores al 2,5 %. Debido al dominio del pino silvestre o salgareño, la comunidad vegetal mejor representada es la de las especies de montaña, con porcentajes importantes de los bosques mesófilos (10 %), y porcentajes muy inferiores (2-4 %) de los bosques de ribera, bosques mediterráneos y arbustos.

Justo después de la destrucción y abandono de la fase II-III, se inicia la construcción de un poblado ibérico fortificado, cuyo nivel de ocupación identificamos como la fase IIIa. Este período de inicio y ocupación del poblado se fecha a través de la estratigrafía y de los materiales arqueológicos entre el 425 y el 400 BC. En esta fase se identifican 852 restos antracológicos y se deter-

minan 22 taxones distintos. La especie principal vuelve a ser la encina o coscoja, tal y como se había observado en las fases IIa y IIb, pero con porcentajes inferiores a entonces (31 %). En cambio, el pino silvestre o salgareño que dominaba en la fase anterior vuelve a ser casi residual. También cabe destacar el aumento muy importante de especies que hasta ahora eran residuales como el arce (*Acer*) (12,4 %), el olmo (*Ulmus*) (17,3 %), el roble (13 %) o la haya (*Fagus sylvatica*) (9,6 %). Entre los demás taxones los porcentajes son muy bajos (2,3-0,1 %), pero es destacable la explotación por primera vez de muchos taxones hasta ahora ignorados como el aliso (*Alnus*), el avellano (*Corylus avellana*) o el fresno (*Fraxinus*). En esta fase la explotación del bosque mediterráneo vuelve a recuperar relevancia (33,7 %), junto con la vegetación mesófila (29,2 %) que incrementa mucho sus porcentajes con respecto a la fase anterior. La vegetación de ribera y los arbustos también incrementan su presencia, mientras que la vegetación de montaña disminuye considerablemente debido probablemente a que en esta fase los elementos arquitectónicos no están tan representados en el registro antracológico.

La fase IIIb corresponde al abandono del poblado ibérico fortificado que, mediante la estratigrafía y los materiales arqueológicos, se ha podido fechar entre el 400 y el 375 BC. Los carbones identificados en esta fase son 725 que han permitido determinar la explotación de al menos 18 taxones distintos. En esta fase se produce un incremento considerable del brezo. Este taxón representa el 46,8 % de los carbones estudiados, cuando en las anteriores fases no había llegado nunca al 20 % y en la fase anterior era casi residual. Estos cambios porcentuales difícilmente pueden explicarse sin la acción antrópica, el brezo es un colonizador de los espacios degradados por lo que su elevada presencia puede indicar un entorno deforestado que habría propiciado su expansión. El segundo taxón en importancia en esta fase es la encina o coscoja (25,8 %) con un porcentaje ligeramente inferior a lo que se había visto en las fases anteriores. Otras especies destacables son el pino silvestre o salgareño (7,9 %) o roble (9,5 %), que presentan una tendencia ascendente desde la primera fase. Los demás taxones presentan porcentajes inferiores al 3,5 %. El incremento en la presencia del brezo hace que por primera vez los arbustos sean la comunidad vegetal más explotada (49 %), se-

guido por la vegetación mediterránea (27,5 %) y mesófila (10,9 %).

El abandono del poblado ibérico no implica el abandono del yacimiento, ya que se ha podido determinar el uso de una zona abierta fuera muros con estructuras de combustión y silos y fosas de residuos con una cronología inmediatamente posterior y con influencia tanto indígena como griega. Este espacio abierto se ha determinado como fase IV, se ha fechado mediante estratigrafía y materiales arqueológicos entre el 375 y 275 BC, pero también se ha podido fechar por paleomagnetismo unas muestras de arcilla cocida provenientes de la base de un horno probablemente cerrado. Estas muestras dan una cronología amplia, entre 398 y 137 BC. En este espacio abierto se han identificado 824 carbones correspondientes a 18 especies leñosas distintas. En esta fase la especie más representada vuelve a ser la encina o coscoja (4,0,7 %), mientras que las especies secundarias son el pino silvestre o salgareño (16 %) y el roble (12,45 %) que continúan su incremento paulatino observado en las fases anteriores, y el brezo (16,4 %) que disminuye mucho su porcentaje sobre la fase anterior dónde estaba claramente sobrerrepresentado. Así, el bosque mediterráneo es el grupo más explotado en esta fase (45,6 %), mientras que los árboles de montaña, el bosque mesófilo y los arbustos presentan porcentajes muy parecidos (14,4-21,4 %).

La fase V es, hasta la fecha, la más moderna del yacimiento de Mas Castellar. Se trata de una fase con nivel de uso y de abandono de un establecimiento rural con características claramente helenísticas. Se ha podido fechar mediante estratigrafía y tipo de materiales arqueológicos entre el 275 y el 190 BC, por lo que su ocupación sería justamente posterior al uso del espacio abierto de la fase IV. La fase V es la fase que ha permitido un estudio más amplio de carbones, pudiendo identificar 1675 restos que representan 24 taxones distintos. De nuevo, la especie más representada vuelve a ser la encina o coscoja (48,8 %), mientras que las especies secundarias vuelven a ser aquellas que en las fases anteriores ya presentaban una tendencia a incrementar: el pino silvestre o salgareño (11,6 %) y el roble (17,6 %). La siguiente especie en relevancia en esta fase es el abeto (*Abies alba*) (6 %) una especie que aparece por primera vez en Mas Castellar en esta fase y que, además, es una de las especies cuyo hábitat natural se en-

cuentra más alejado del yacimiento, sino la que más. Los demás taxones identificados representan porcentajes inferiores al 4 %. Entre estas especies minoritarias cabe destacar aquellas que aparecen por primera vez en el yacimiento en esta fase, como son el enebro (*Juniperus*), la higuera (*Ficus carica*), el tamarisco (*Tamarix*) o las prunáceas (*Prunus*). La comunidad vegetal más explotada en esta fase son los bosques mediterráneos (50 %), seguida por la vegetación mesófila (19,3 %) y la de montaña (17,9 %) con porcentajes muy parecidos, mientras que los arbustos y árboles de ribera aparecen en porcentajes muy bajos.

A nivel general, de entre los 32 taxones identificados en total, los taxones más representativos de las diferentes cronologías del yacimiento de Mas Castellar de Pontós son la encina o coscoja, el pino silvestre o salgareño, el brezo, el roble, el olmo y el madroño. De esta forma la comunidad vegetal más explotada es claramente el bosque mediterráneo (42 %), seguido por la vegetación de montaña (19,5 %), los arbustos (18 %), la vegetación mesófila (13,4 %) y los bosques de ribera (7 %).

Estos taxones mejor representados presentan dinámicas distintas a lo largo de la cronología. La encina o coscoja es el taxón principal en todas las fases de la cronología a excepción de aquellas dónde parece evidenciarse una clara selección taxonómica a nivel antrópico ya sea para funciones arquitectónicas (fase II-III) o de combustible (fase IIIb). Aunque desde el inicio de la secuencia (56-60 %) va disminuyendo ligeramente su presencia manteniendo su importancia hasta el final (49 %). El pino silvestre o salgareño es el segundo taxón en porcentaje global, pero este dato se ve claramente alterado por la fase II-III, dónde muy probablemente su incorporación al registro arqueológico se debe a una selección antrópica para responder a ciertas funciones arquitectónicas y no tanto a su disponibilidad alrededor del yacimiento. Su presencia se va incrementando durante la secuencia, incluso obviando la fase II-III, ya que pasa de 0-1,63 % en las dos primeras fases, a 16-11,6 % en las dos fases más recientes. En el caso del brezo también presenta porcentajes claramente sobrerrepresentados en una fase debido a una selección antrópica. En este caso la sobrerrepresentación la encontramos en la fase IIIb, que corresponde al nivel de destrucción y abandono del poblado. Los porcentajes que presenta el brezo son claramente

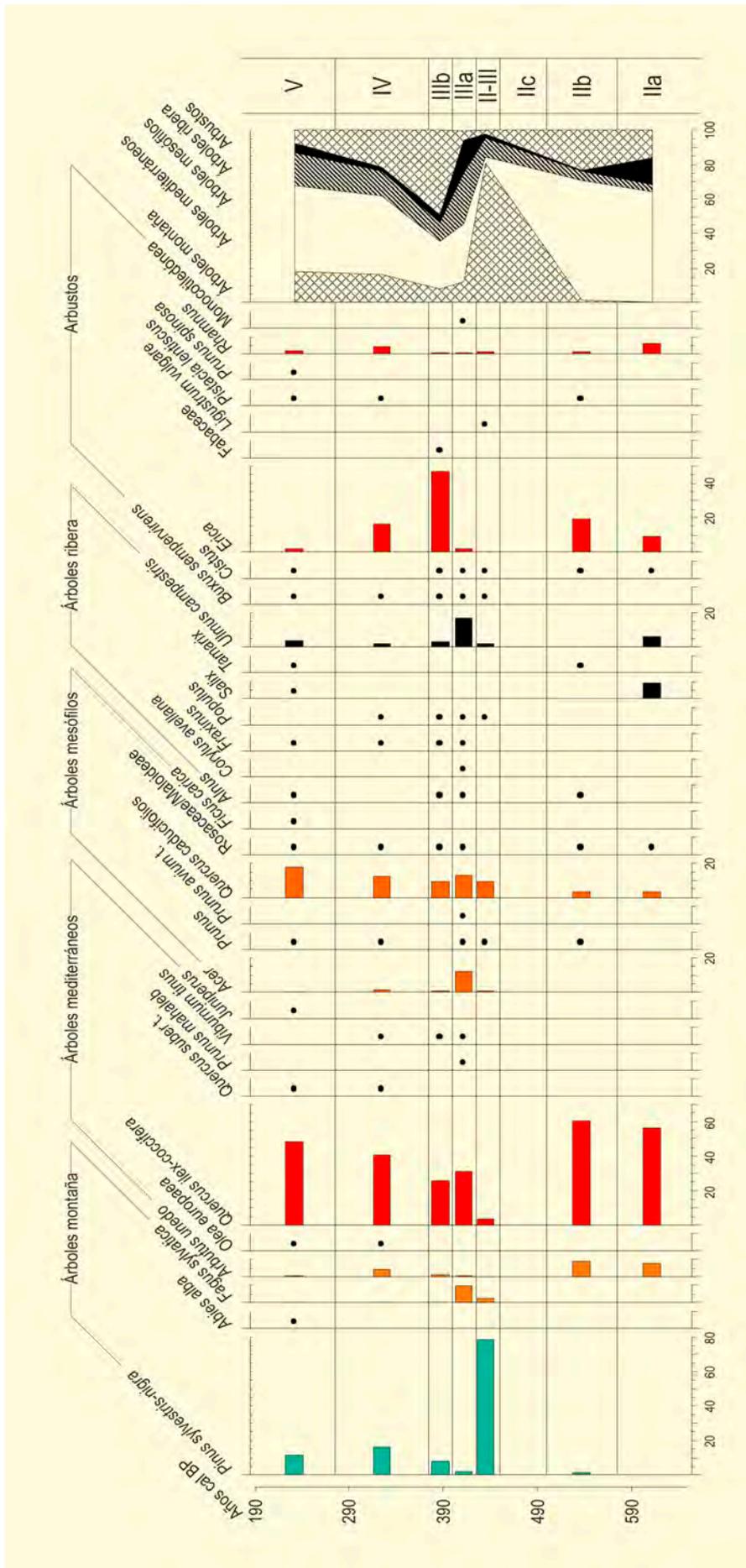


Figura 2. Diagrama antracológico de la secuencia de Mas Castellar (actualizado de Piqué, 2008, Piqué & Pons, 2007 y López-Bultó & Piqué, inédito)

irregulares en toda la secuencia (entre 0,11 % en la fase II-III y 19,2 % en la fase IIb), incluso obviando la fase IIIb. El roble presenta una tendencia muy clara al incremento en toda la secuencia, empezando las dos primeras fases del yacimiento con porcentajes de entre 3 y 3,6 %, y terminado en las dos fases más recientes del establecimiento agrario con porcentajes de entre 12,4 y 17,6 %. El madroño presenta una distribución un tanto irregular también, pero en líneas generales pasa de representar el 8,2 y 8,8 % en las dos primeras fases al 4,3 y 0,8 % en las dos últimas. El último taxón que destacamos es el olmo, cuya distribución en la secuencia de Mas Castellar es también muy irregular con porcentajes que oscilan entre 0 % en la fase IIb y el 17,3 % en la fase IIIa. Entre los taxones minoritarios cabe destacar la presencia de especies de difícil acceso en Mas Castellar de Pontós como el abeto (presencia puntual en zonas de culto).

Las diferentes comunidades vegetales identificadas también presentan dinámicas muy distintas a lo largo de la secuencia. Por un lado los árboles de montaña y la vegetación mesófila comparten una tendencia muy parecida a pesar de tener picos de presencia en algunas fases concretas (fase II-III en el caso de los árboles de montaña y en la fase IIIa en el caso de la vegetación mesófila): las dos comunidades incrementan muy claramente su presencia a lo largo de la secuencia de 0 y 4,1 % a 17,9 y 19,3 % respectivamente. Ello no debe ser interpretado necesariamente como el resultado de cambios en el paisaje, sino que puede ser debido a que el combustible vegetal se recolecta en nuevas áreas de captación más alejadas del asentamiento y que antes eran poco frecuentadas, como por ejemplo los boques

caducifolios y pinares montanos. Por otro lado, los bosques mediterráneos presentan porcentajes altos (45,7-69,1 %) al inicio y final de la secuencia y porcentajes más bajos en la parte media (3-33,7 %), coincidiendo con un incremento de la explotación de la vegetación arbustiva. La mayor presencia de taxones arbustivos podría estar indicando una mayor degradación del entorno. Por último, tanto los bosques de ribera como los arbustos presentan tendencias irregulares a lo largo de la secuencia.

Respecto a los análisis antracológicos desarrollados en otros yacimientos arqueológicos del entorno en la misma cronología como La Fonollera, Sant Martí d'Empúries, Puig de Sant Andreu, Illa d'en Reixac y Empúries, observamos tendencias muy parecidas como el dominio de la encina o coscoja, así como la presencia importante del roble, el brezo o el madroño. Los datos obtenidos en Mas Castellar también coinciden con los demás yacimientos en el incremento progresivo de la explotación de las especies montanas. En cambio, la tendencia observada en Mas Castellar respecto a los bosques de ribera parece un tanto distinta a la observada en la región. Estos datos coinciden, al mismo tiempo, con los análisis palinológicos desarrollados en la región donde se documenta el dominio de los encinares, con cierta presencia de robledales que quedarían relegados a espacios marginales, bosques de ribera y formaciones de arbustos, aunque en este caso no se documentan los cambios en la secuencia como si se evidencia en la secuencia de Mas Castellar de Pontós.

Más información

Piqué (2002b)



MAS D'IS

Penàguila, Alicante
Holoceno (6600-1260 años BP)

El yacimiento al aire libre del Mas d'Is (Penàguila, Alicante), ocupa una terraza de la cabecera del río Penàguila, donde se desarrolla una antigua plataforma fluvial cortada hoy en día por barrancos profundamente encajados en el substrato margoso, dando lugar al paraje conocido como Les Pentes (Fig. 1). El yacimiento se localiza a $38^{\circ} 41' 18''$ N, $00^{\circ} 23' 45''$ O y 610 m s.n.m. Actualmente, la zona se encuentra ocupada por cultivos de secano, con algunos enclaves con *Quercus rotundifolia* y *Pinus halepensis* acompañados por un matorral arbustivo alto con *Crataegus monogyna*, *Quercus coccifera* y *Rosa*. El matorral más bajo, que se desarrolla en las vertientes escarpadas de los barrancos y como vegetación pionera en áreas recientemente recolonizadas, está compuesto, entre otros, por *Rosmarinus officinalis*, *Cistus albidus*, *Ulex parviflorus*, *Daphne gnidium*, *Euphorbia*, *Rubus*, *Thymus*, etc. (Fig. 2).

Las intervenciones llevadas a cabo en el yacimiento desde 1998 hasta la actualidad han puesto de manifiesto diversas fases de ocupación discontinua, desde el



Figura 1. Foto aérea de localización del yacimiento en Les Pentes (Foto: Google Earth modificada)

Neolítico antiguo hasta época islámica. La secuencia antracológica preliminar (Fig. 3) (Carrión-Marco 2005) se ha completado recientemente con los materiales recuperados en las últimas campañas de excavación.



Figura 2. Vegetación actual del entorno del Mas d'Is (Foto: Yolanda Carrión-Marco)

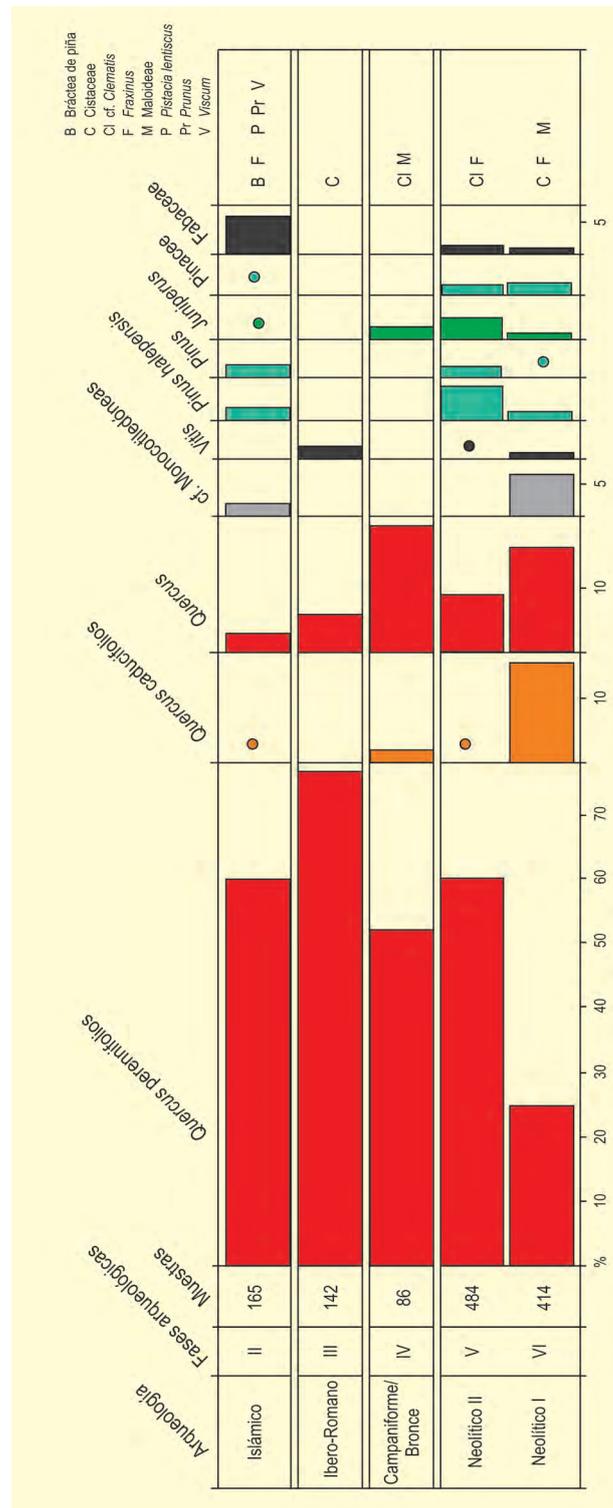


Figura 3. Diagrama antracológico del Mas d'Is. Redibujado de Carrión-Marco (2005)

La mayor parte del carbón de este yacimiento procede del relleno de estructuras de diversa naturaleza, de manera que nos permite aproximarnos a la vegetación existente en el entorno a partir únicamente de la presencia de las especies, y solo a grandes rasgos se puede valorar la evolución de la vegetación. Solo las fases correspondientes al Neolítico (Fases VI-V) permi-

tirían inferir la evolución de la vegetación entre el Neolítico I y II, ya que contamos con mayor volumen de material de diversos contextos; sin embargo, las fases posteriores corresponden a ocupaciones puntuales y discontinuas, por lo que solo se tendrán en cuenta la presencia y la tendencia general de las especies.

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas AMS del Mas d'Is (Bernabeu *et al.* 2003)

Ref. Lab.	Fase	Muestra	Años BP	Años cal. BP	Años cal BC/AD
Beta-155611	II	Semilla <i>Triticum aestivum-durum</i>	1260 ± 40	1210	670-880 AD
Beta-162091	II	Semilla <i>Triticum aestivum-durum</i>	1300 ± 40	1240	660-790 AD
Beta-155612	III	Carbón <i>Quercus perennifolio</i>	1990 ± 70	1960	170 BC-140 AD
Beta-166729	IV	Carbón <i>Quercus perennifolio</i>	2620 ± 40	2750	830-780 BC
Beta-171907	V	Semilla <i>Hordeum</i>	5550 ± 40	6350	4460-4340 BC
Beta-166727	VI	Semilla <i>Hordeum vulgare</i>	6600 ± 50	7500	5630-5480 BC
Beta-166728	VI	Carbón <i>Quercus perennifolio</i>	6400 ± 40	7350	5470-5310 BC
Beta-162092	VI	Semilla <i>Hordeum</i>	6600 ± 50	7500	5630-5480 BC
Beta-162093	VI	Carbón <i>Quercus perennifolio</i>	6160 ± 40	7070	5240-4960 BC
Beta-171906	VI	Carbón <i>Quercus caducifolio</i>	6400 ± 40	7350	5470-5310 BC
Beta-171908	VI	Semilla <i>Triticum aestivum-durum</i>	5590 ± 40	6370	4490-4350 BC

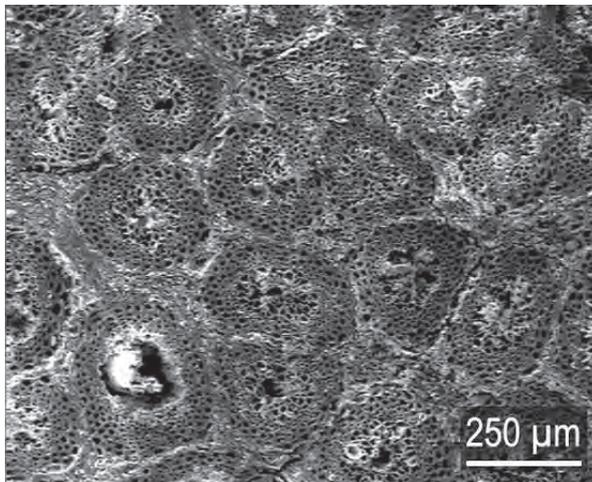


Figura 4. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de Monocotiledónea (Foto: Yolanda Carrión-Marco)

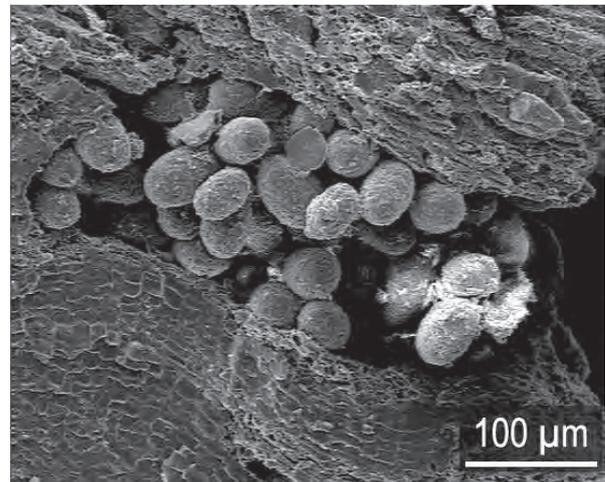


Figura 5. Imagen al M.E.B. de un canal de xilófago sobre un carbón de Indeterminada (Foto: Yolanda Carrión-Marco)

La secuencia completa del Mas d'Is muestra una clara dominancia de *Quercus perennifolio* en todas las fases. Este taxón se encuentra sin duda sobrerrepresentado por haber sido utilizado de forma masiva en las estructuras de combustión (los resultados de las cuales no han sido contabilizados por esta razón en la secuencia que aquí se presenta).

La Fase VI muestra un bosque mixto de *Quercus* en el que también están presentes en porcentajes muy discretos algunas coníferas, monocotiledóneas y Maloideae. A partir de este momento, *Quercus perennifolio* pasa a dominar claramente todos los espectros en fases posteriores. Lo único que podemos argumentar con certeza es la desaparición casi definitiva de *Quercus ca-*

ducifolio del registro, hecho que viene a coincidir con la fase en la que se evidencia el impacto de la instalación de los primeros agricultores, que se da en los yacimientos entre 500-1000 años tras su primer establecimiento. Se puede apreciar también cierta progresión de las coníferas en la Fase V, aunque este grupo no adquiere valores muy altos en toda la secuencia.

En cronologías más recientes se mantiene la importancia de *Quercus perennifolios* y se intuye, al menos en la última fase documentada, un cierto aumento de las leguminosas.

Más información

Bernabeu *et al.* (2003), Carrión-Marco (2005)



MAZACULOS

La Franca, Ribadeva, Asturias oriental
Holoceno (7840-5840 años cal BP)

Mazaculos es el nombre de una propiedad situada sobre un macizo kárstico costero que domina la desembocadura del río Cibra en la ría asturiana de La Franca, que a su vez vierte sus aguas en la playa homónima. La cueva se abre en dirección noroeste a 35 m s.n.m. y a 300 m de distancia al mar (43° 23' 23" N, 04° 34' 51" O). El medio circundante se caracteriza por la presencia de macizos calcáreos que discurren de manera paralela a la costa y más al interior por las denominadas "Sierras Planas", antiguas plataformas de abrasión marina con substrato silíceo. La vegetación de las inmediaciones del yacimiento es un encinar que se dispone a lo largo de la franja costera sobre las elevaciones calcáreas. Las formaciones mejor conservadas se encuentran entre las rías de Tina Mayor y Tina Menor formando una cubierta vegetal bastante densa. Mazaculos y la vecina cueva de La Llana, situada a 8 km de distancia hacia el oeste en la comuna de Andrín, constituyen dos yacimientos clave donde se puso en evidencia el "Asturiense", facies local del Mesolítico cantábrico.

La estratigrafía de esta cueva incluye dos concheros, uno situado al exterior con dos dataciones radiométricas (12000-9200 años cal BP en la base y 8550-7600 años cal BP a techo) y otro situado en el interior de la cavidad, de cronología posterior. La estratigrafía de este conchero interior presentaba dos niveles de ocupación humana con gran abundancia de carbones y restos de malacofauna. Estos son el nivel A3 Mesolítico datado en 8200-7200 años cal BP; A2 fondo desprovisto de datación, que representaría los últimos momentos del Mesolítico, y A2, que ha sido atribuido al Neolítico debido a la presencia de restos de cerámica, con una datación de 5100 años BP. El análisis antracológico para los momentos del Holoceno medio, procede de este último conchero.

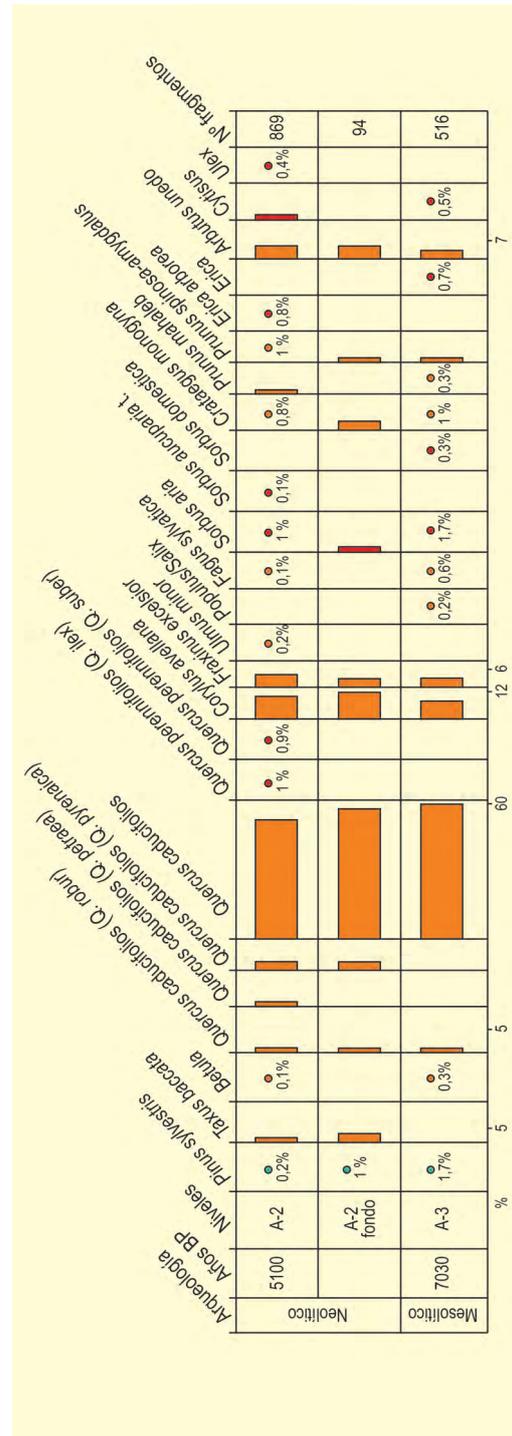


Figura 1. Secuencia antracológica de la Ría de La Franca en Asturias. Redibujado de Uzquiano (1992a,b, 1995)

Las primeras identificaciones de carbones de este yacimiento fueron efectuadas por T.E. Díaz sobre unas pocas muestras recogidas de manera aleatoria del conchero exterior, en la base datada en 9200 años BP. Todas ellas fueron identificadas como *Quercus* caducifolios, excepto dos fragmentos que parecían pertenecer al género *Betula*. El estudio definitivo (Uzquiano 1992a,b, 1995) (Fig. 1) efectuado en el conchero interior, muestra asimismo el dominio de *Quercus* de hoja caduca (*Quercus robur*, *Q. petraea* y *Q. pyrenaica*) seguido de *Corylus avellana* y *Fraxinus excelsior* a lo largo de toda la secuencia. *Quercus ilex* y *Quercus suber* aparecen de manera discreta solamente en el nivel A2 neolítico. *Pinus sylvestris* y *Betula* presentan valores

muy bajos a lo largo de la secuencia. *Taxus baccata*, presente en el nivel A2 fondo mesolítico, alcanza un aumento considerable en A2 nivel neolítico. *Fagus sylvatica* aparece también con valores muy discretos en A3 y A2. Finalmente, la gran variedad de arbustos leñosos evidenciados en este yacimiento es notoria. Se incluyen Rosaceae (*Sorbus aucuparia*, *Sorbus aria-torminalis*, *Sorbus domestica*, *Crataegus monogyna*, *Prunus mahaleb* y *Prunus spinosa-amygdalus*), Ericaceae (*Erica arborea*, *Erica* y *Arbutus unedo*) y Fabaceae (*Cytisus* y *Ulex*).

Más información

González-Morales (1980, 1982), Uzquiano (1992a,b, 1995)



MAZARRÓN

Mazarrón, Murcia
Holoceno (7617-1569 años cal BP)

La secuencia de Mazarrón se encuentra en el litoral de Murcia ($37^{\circ} 33' 55''$ N, $1^{\circ} 16' 31''$ O; 0 m s.n.m.), dentro de uno de los sistemas paleolagunares del valle del río Guadalentín. Actualmente está urbanizada por la denominada Bahía de Mazarrón (Figs.1 y 2). La orografía circundante está formada por las cumbres de la Sierra de la Almenara (882 m s.n.m.), Sierra de las Moreras (545 m s.n.m.), Sierra del Algarrobo (713 m s.n.m.) y Sierra de Lo Alto (540 m s.n.m.). Las antiguas salinas de Mazarrón pertenecen geológicamente a la Zona Bética de las cordilleras Béticas orientales, en particular al Complejo Tectónico Nevado-Filábride que aflora debajo del Complejo Tectónico Permo-Triásico Alpujárride, siendo inestable desde al menos el final del Pleistoceno final debido a la existencia de fallas, así como a movimientos fluvio-litorales y neotectónicos. El área ha sido extensamente ocupada por humanos desde al menos ~2000 años BC, y ante-

riormente por asentamientos dispersos del Paleolítico medio y superior, como el yacimiento submarino de La Peñica en el puerto pesquero de Mazarrón que muestran la subsistencia en parte de la explotación marina.

El clima es típicamente mediterráneo, con larga sequía estival y una termicidad relativamente alta. La temperatura y las precipitaciones medias anuales son de $16-19^{\circ}\text{C}$ y de 200-300 mm respectivamente, con lluvias concentradas en otoño y primavera, y tormentas asociadas a la influencia del Mediterráneo. Los inviernos son suaves, sin heladas debido a la proximidad del mar. Bioclimáticamente se sitúa en el piso termomediterráneo semiárido. La vegetación dominante del área de estudio corresponde a quenopodiáceas halófilas como *Atriplex halimus*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda vera* y *Anabasis hispanica*, acompañados de *Phragmites*, *Tamarix* y especies anua-

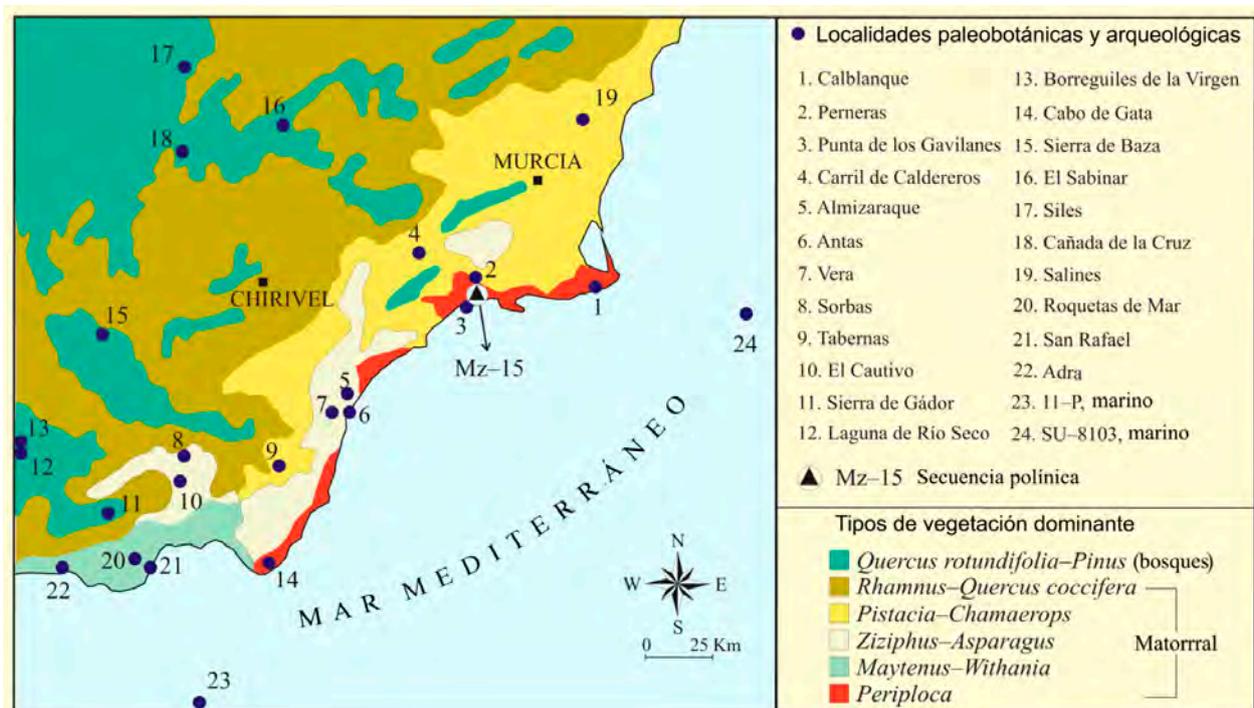


Figura 1. Localización de la secuencia de Mazarrón y otras localidades paleobotánicas y arqueológicas del sureste peninsular. Modificado de Carrión et al. (2018)

Tabla 1. Datos de radiocarbono de la secuencia de Maz-15. Edades obtenidas por análisis del material orgánico en sedimento. Calibración: CALIB 7.1 (base de datos INTCAL13) (Stuiver *et al.* 2017)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2 σ , p = 0,954)	Años cal BP (media)
Poz-21033	135-145	1665 ± 35	1420-1693	1569
Poz-28023	165	1850 ± 50	1628-1897	1785
Poz-28025	222	3220 ± 30	3371-3553	3432
Poz-32654	248	3700 ± 35	3927-4149	4038
Poz-32655	327	3900 ± 50	4155-4506	4331
Poz-28026	339	4100 ± 40	4447-4819	4621
Poz-28083	354	4055 ± 35	4424-4687	4535
Poz-21034	407-409	3335 ± 35	3472-3680	3569
Poz-28084	480	3810 ± 35	4087-4402	4201
Poz-28028	586	3785 ± 35	3999-4288	4165
Poz-28029	615	6550 ± 50	7333-7567	7463
Poz-21101	650-655	6760 ± 50	7517-7684	7617

les de Lamiaceae, Plantaginaceae, Liliaceae, Poaceae, Caryophyllaceae, Plumbaginaceae y Frankeniaceae; rodeados por cultivos de árboles frutales. En las montañas adyacentes domina un matorral-espartizal con *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Calicotome intermedia*, *Lycium intricatum*, *Chamaerops humilis*, *Lau-naea arborescens*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula dentata*, *Anthyllis cytisoides*, *Genista umbellata*, *Rham-nus lycioides* y distintas especies de *Artemisia*, entre otras. Destacar la presencia de ibero-africanismos como *Maytenus senegalensis*, *Osyris quadripartita*, *Pe-riplaca angustifolia*, *Withania frutescens*, *Ziziphus lotus* y *Tetraclinis articulata*; con ausencia de vegetación ar-bórea, salvo pequeñas formaciones aisladas de pinar de *Pinus halepensis*, cuyo origen no está claro.

Un amplio estudio geológico de la zona, en la que se realizaron veinte sondeos de la cuenca, con el fin de obtener un archivo sedimentario único y evitar su pér-dida por la rápida expansión urbana, permitió que de los veinte núcleos extraídos tres fueran seleccionados para análisis palinológico (Maz-12, Maz-15 y Maz-16) (Figs. 2 y 3). El sistema de perforación a rotoperusión permitió obtener secciones de testigos continuos de 10 cm de diámetro y distinta potencia de profundidad en base al contacto con el lecho rocoso. Los núcleos se envolviéron en una película adhesiva directamente en el campo para evitar la desecación y se almacenaron en condiciones frías (4 °C). En el muestreo de laboratorio, se obtuvieron muestras de 1 cm de espesor cada 2 cm

de profundidad de cada sondeo. Los sondeos Maz-16 y Maz-12 (Fig. 2) fueron estériles, limitando la amplitud cronológica del estudio, ya que Maz-12 cubre el Pleis-toceno superior entre ~30.000 y 16.700 años cal BP. Hasta ahora, solo Maz-15, con una profundidad total de 8,2 m ha sido polinífero, cuyas fechas se extienden desde los 7617 a 1569 años cal BP (Tabla 1).

Los 135 cm superiores de Maz-15 corresponden a un horizonte antropogénico alterado, y fueron descartados para el conteo de polen. Se estudiaron un total de 365 muestras, con hiatos que afectaron a cortos. El registro excluye de la suma polínica a Chenopodiaceae, e hidrohigrófitos (Cyperaceae, *Nuphar*, *Typha*, Ranunculaceae, *Epilobium*, *Apium* y *Myriophyllum*), algas (Zygnemataceae, *Rivularia*, *Closterium*), briófitas (*Riccia*, Musci), esporas de hongos (Sordariaceae, *Polyadospo-rites*, *Chaetomium*) y pteridófitas (*Polypodium*, *Selagi-nella*), polen indeterminable y otros microfósiles no polínicos (*Chironomidae mandibles*, *Oribatidae acari*). En la figura xx, se muestran los datos de carbón, cuya abundancia se expresa en concentración, calculada con referencia a los recuentos de *Lycopodium*. Los datos de polen y NPPs de Maz-15 se encuentran disponibles en la EPD ([http://www.europeanpollendatabase.net/in-dex.php](http://www.europeanpollendatabase.net/index.php)).

La secuencia Maz-15 muestra 4 zonas de polínicas, estando dividida la zona 4 en dos subzonas (Figs. 4, 5, 6, 7 y 8). La zona 1 (657-615 cm, ~7617 años cal BP), está

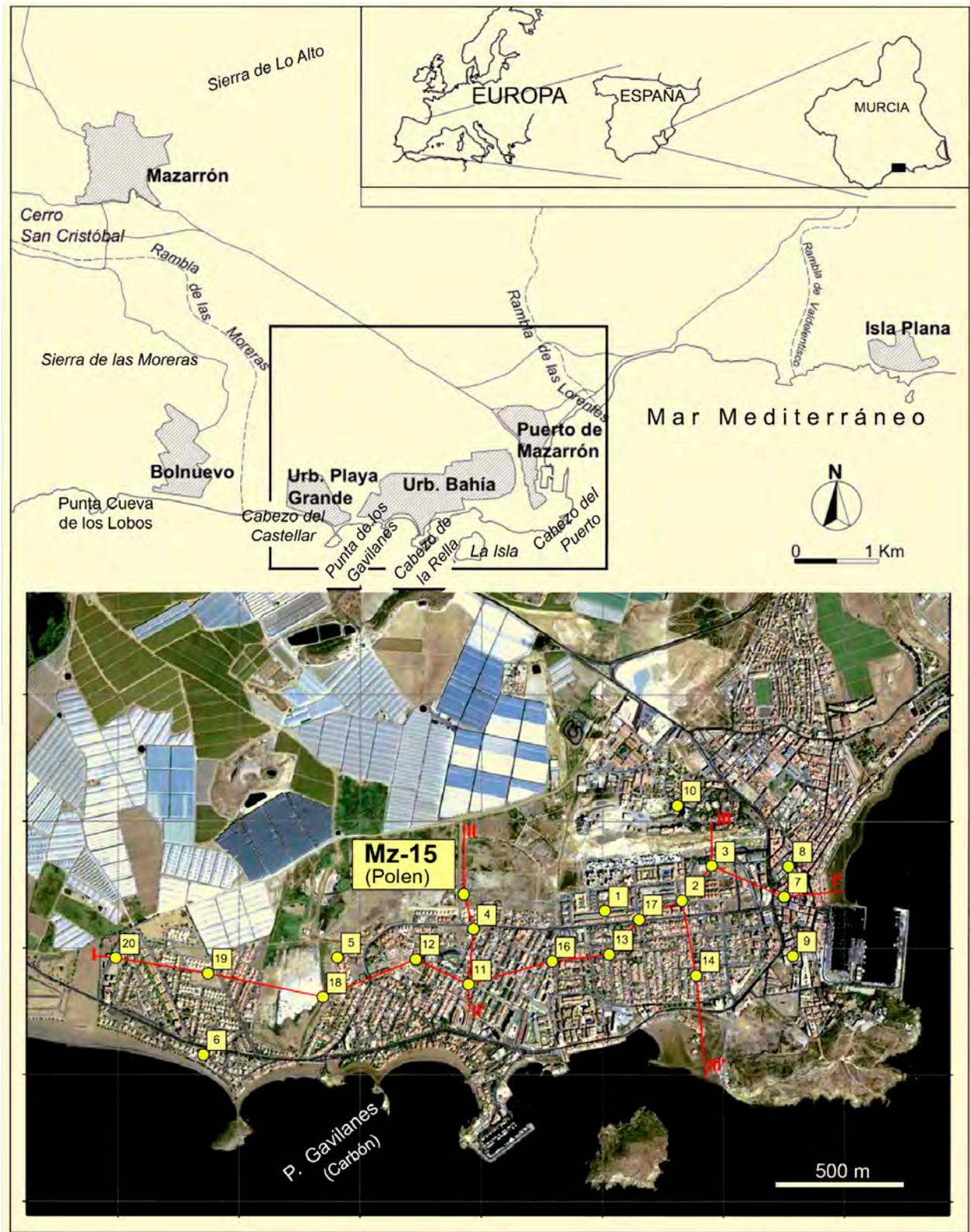


Figura 2. Localización del sondeo Maz-15 en el área de estudio. Modificado de Carrión *et al.* (2018)

dominada por *Pinus* y *Quercus perenifolios* con valores elevados pero variables (11-22 y 8-37% respectivamente). También se caracteriza por la presencia de mesófilos como *Quercus caducifolios*, *Fraxinus*, *Salix*, *Acer*,

Corylus, *Betula* y elementos mediterráneos e ibero-norteafricanismos como *Pistacia*, *Olea*, *Juniperus*, *Thymelaeaceae*, *Cistaceae*, *Phillyrea*, *Erica*, *Arbutus*, *Viburnum*, *Maytenus*, *Calicotome* y *Rhamnus* (Fig. 4). Cabe desta-

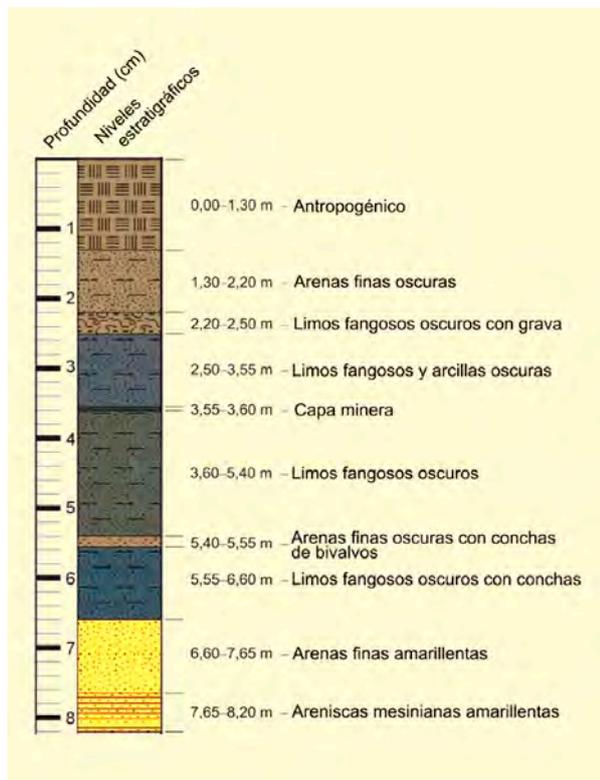


Figura 3. Litoestratigrafía del sodeo Maz-15. Modificado de Carrión et al. (2018)

car que *Pistacia* presenta dos máximos superando los porcentajes de encinares y pinares. El componente herbáceo está dominado por Chenopodiaceae, Asteraceae y Poaceae, esta última excediendo el 30% al inicio de la zona; junto a otras herbáceas como *Artemisia*, Lamiaceae, *Plantago*, *Limonium* y Apiaceae. La curva continua de *Equisetum* y la importante presencia de esporas de briófitas sugieren una colonización local de los márgenes de la laguna. La presencia de Zygnemataceae, *Botryococcus*, y los NPPs tipo 119, 181 y 182, junto a *Rivularia* indican condiciones paleolacustres (Fig. 8). *Pseudoschizaea* se detecta de forma episódica. Las esporas de hongos son abundantes al inicio de la secuencia, sin embargo son más abundantes y diversos en las zonas superiores. En general esta zona corresponde a limos fangosos negruzcos.

La zona 2 (615–590 cm, ~7463 y 4165 años cal BP), muestra a *Pinus* en el componente arbóreo dominante, mientras que los árboles planifolios caducos como *Quercus*, *Fraxinus*, *Salix* y *Corylus* mantienen sus frecuencias relativas (Fig. 4). *Acer* y *Betula* están ausentes, detectándose por primera vez en el registro *Alnus* y

Ulmus. *Quercus* perennifolios, *Pistacia*, *Olea*, Cupressaceae, Cistaceae y Thymelaeaceae muestran una tendencia en declive. Se registra por primera vez el termoxerófito ibero-norteafricano *Periploca angustifolia*, mientras que *Phillyrea*, *Rhamnus*, *Maytenus* y *Calicotome* desaparecen del espectro polínico. Los porcentajes de *Artemisia* aumentan y se convierte en el taxón herbáceo predominante, alcanzando valores máximos del 50% a 600 cm de profundidad (Fig. 4). También es perceptible un aumento en el polen de *Ephedra fragilis* y Lamiaceae tricolpado. La vegetación herbácea está enriquecida en Poaceae, Asteraceae, *Plantago*, Apiaceae y Liliaceae. Los hidro-higrófitos están ausentes, aunque esta zona también se caracteriza por la presencia de Zygnemataceae, *Botryococcus*, *Closterium*, acritarcos y los tipos acuáticos 181, 182 y 119 (Fig. 8). Disminuye la diversidad y abundancia de hongos con respecto a la zona anterior. En general, estos hallazgos sugieren condiciones cada vez más lacustres. Litológicamente, esta zona sigue asociada a limos fangosos negruzcos como la zona 1.

La zona 3 (590–354 cm) muestra 5 hiatos polínicos, donde *Pinus* continúa dominando los espectros polínicos, aunque presenta marcadas fluctuaciones, con picos ocasionales de hasta el 50%. Esta zona presenta los mayores porcentajes y diversidad de árboles caducifolios y en general, de taxones mesotermófilos. La curva continua de *Quercus* caducifolios se rompe en ~500 cm, mientras que sincrónicamente, *Quercus suber* se vuelve más esporádico. *Fraxinus*, *Salix*, *Acer*, *Juglans*, *Corylus*, *Alnus* y *Betula* son características de esta zona, que también muestra presencias puntuales de *Abies*, *Cedrus*, *Buxus*, *Sambucus*, *Arbutus*, *Myrica*, *Osyris*, *Lycium*, *Chamaerops*, *Nerium*, *Periploca* y *Ziziphus* (Fig. 4). Los porcentajes de *Quercus* perennifolios y *Pistacia* fluctúan erráticamente (2-42 y 1-33%, respectivamente). *Olea*, Cistaceae, Cupressaceae, Ericaceae y *Phillyrea* mantienen una presencia continua en esta zona. Respecto a los taxones herbáceos se muestra una alta diversidad, siendo los más abundantes Chenopodiaceae, Poaceae y *Artemisia*, este último alcanzando un pico (~47 %) al principio de la zona. La presencia conjunta de elementos como *Plantago*, *Centaurea*, *Cerealia*, *Echium*, *Rumex crispus*, Malvaceae y *Spergularia*, sugieren antropización del paisaje (agricultura y ruderalización) (Fig. 7). La presencia de Cyperaceae, *Equisetum*, briófitas, Ranunculaceae, *Epilobium*, *Typha*, *Apium*, *Nuphar*, *Myriophyllum*,

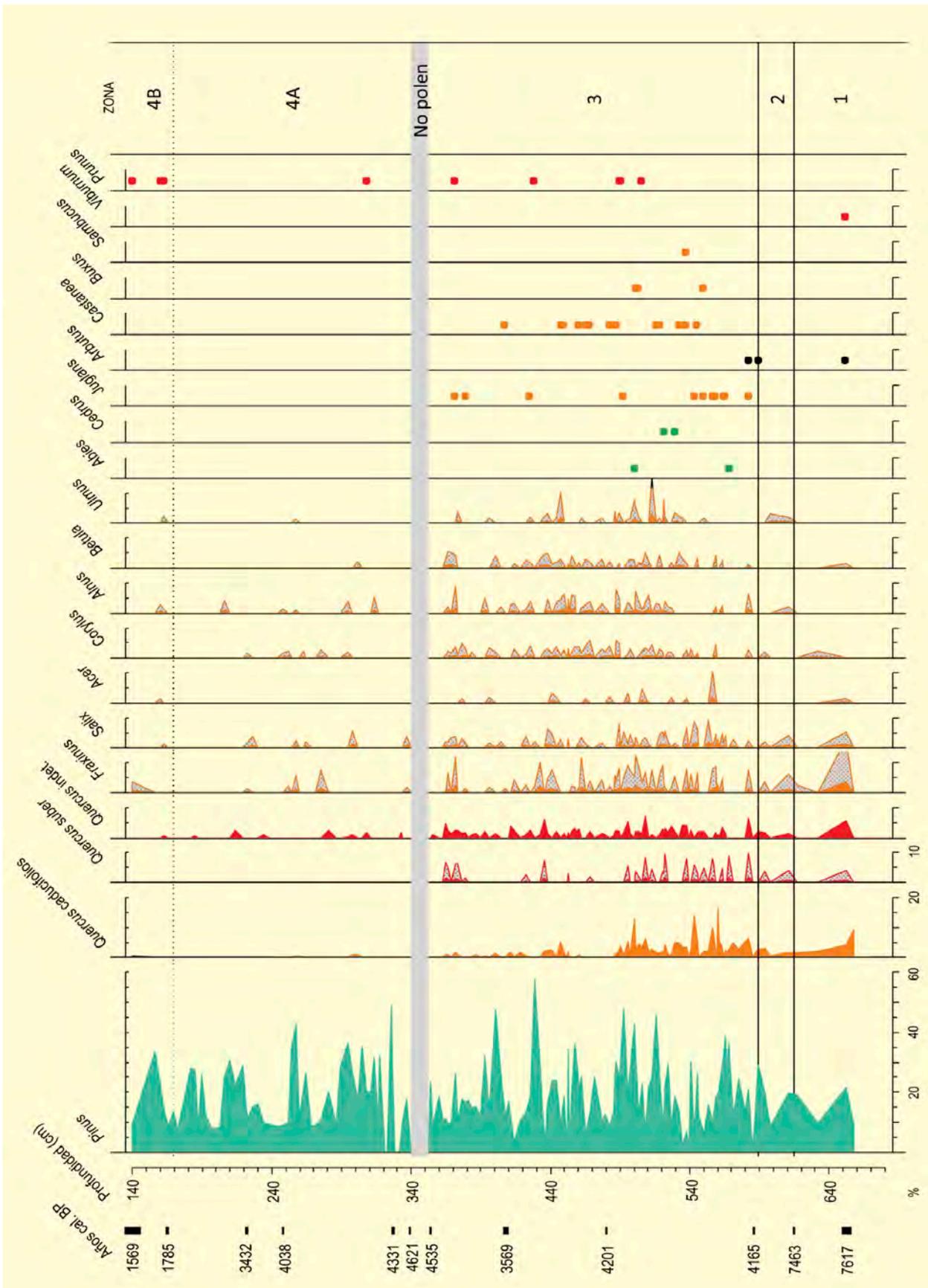


Figura 4. Diagrama polínico de elementos arbóreos de Maz-15. Modificado de Carrión *et al.* (2018)

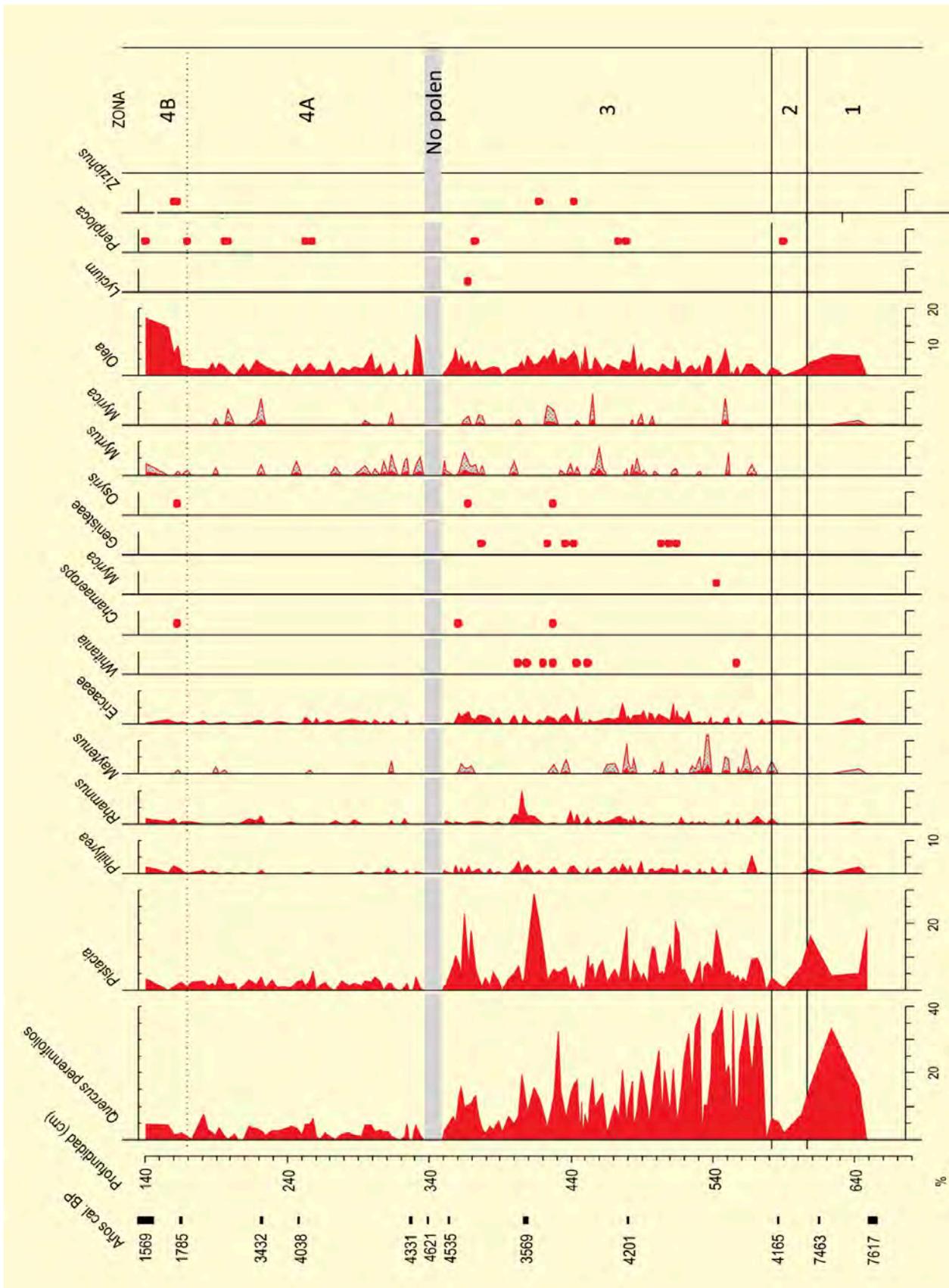


Figura 5. Diagrama polínico de árboles y arbustos termófilos de Maz-15. Modificado de Carrión et al. (2018)

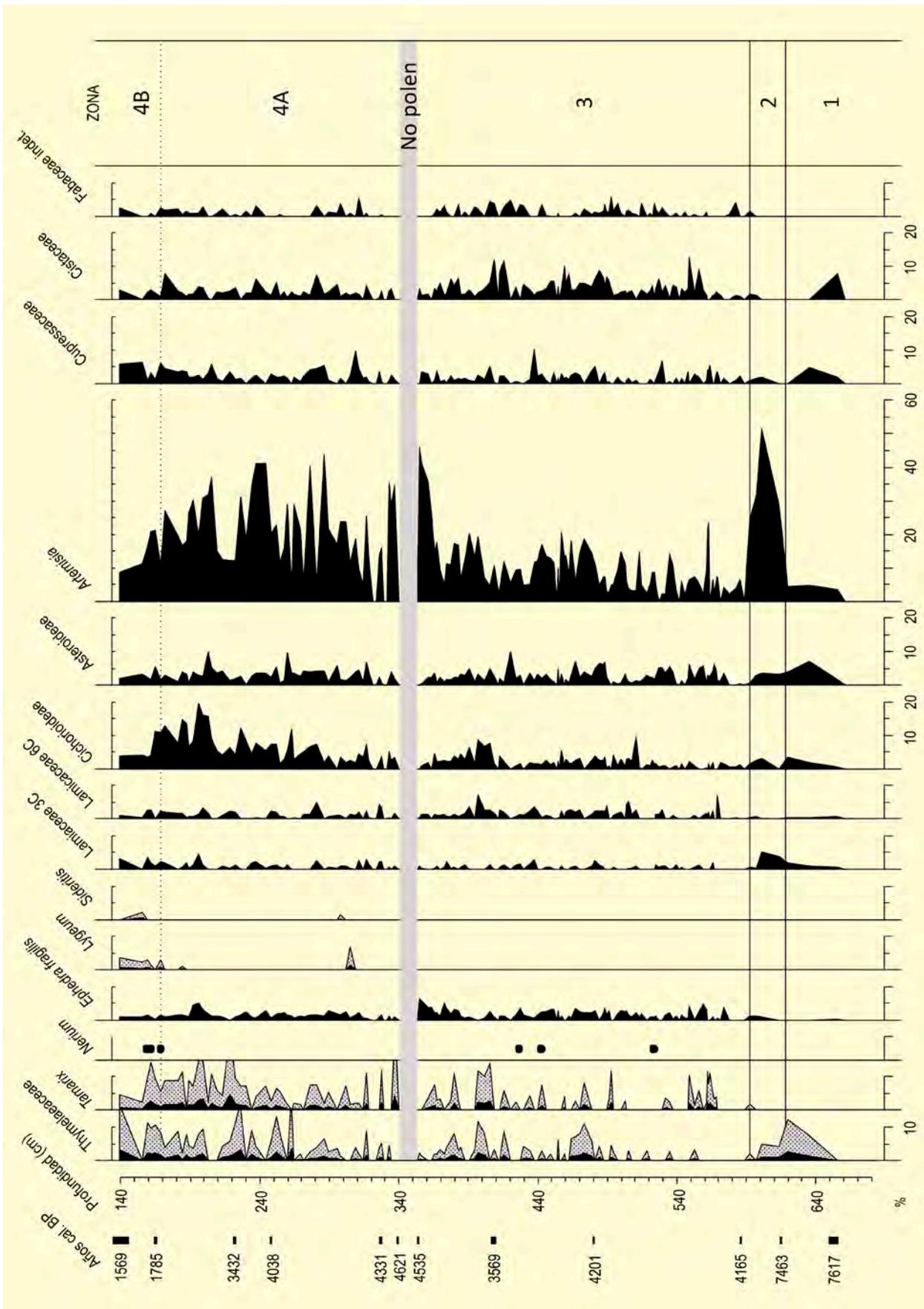


Figura 6. Diagrama polínico de cupresáceas, cistáceas y otros arbustos, así como *Lygeum* y otras herbáceas. Modificado de Carrión *et al.* (2018)

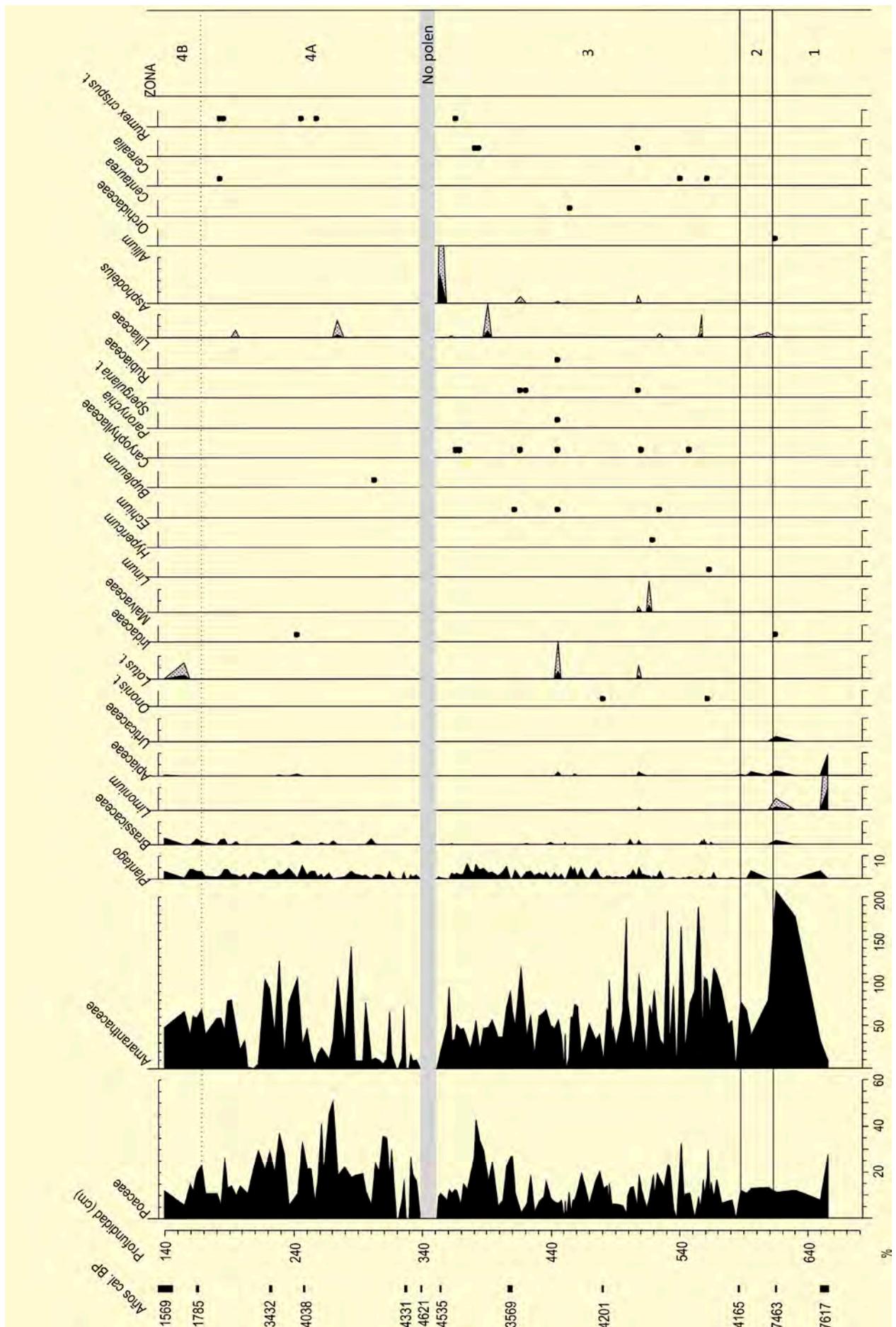


Figura 7. Diagrama polínico de elementos herbáceos de Maz-15. Modificado de Carrión et al. (2018)

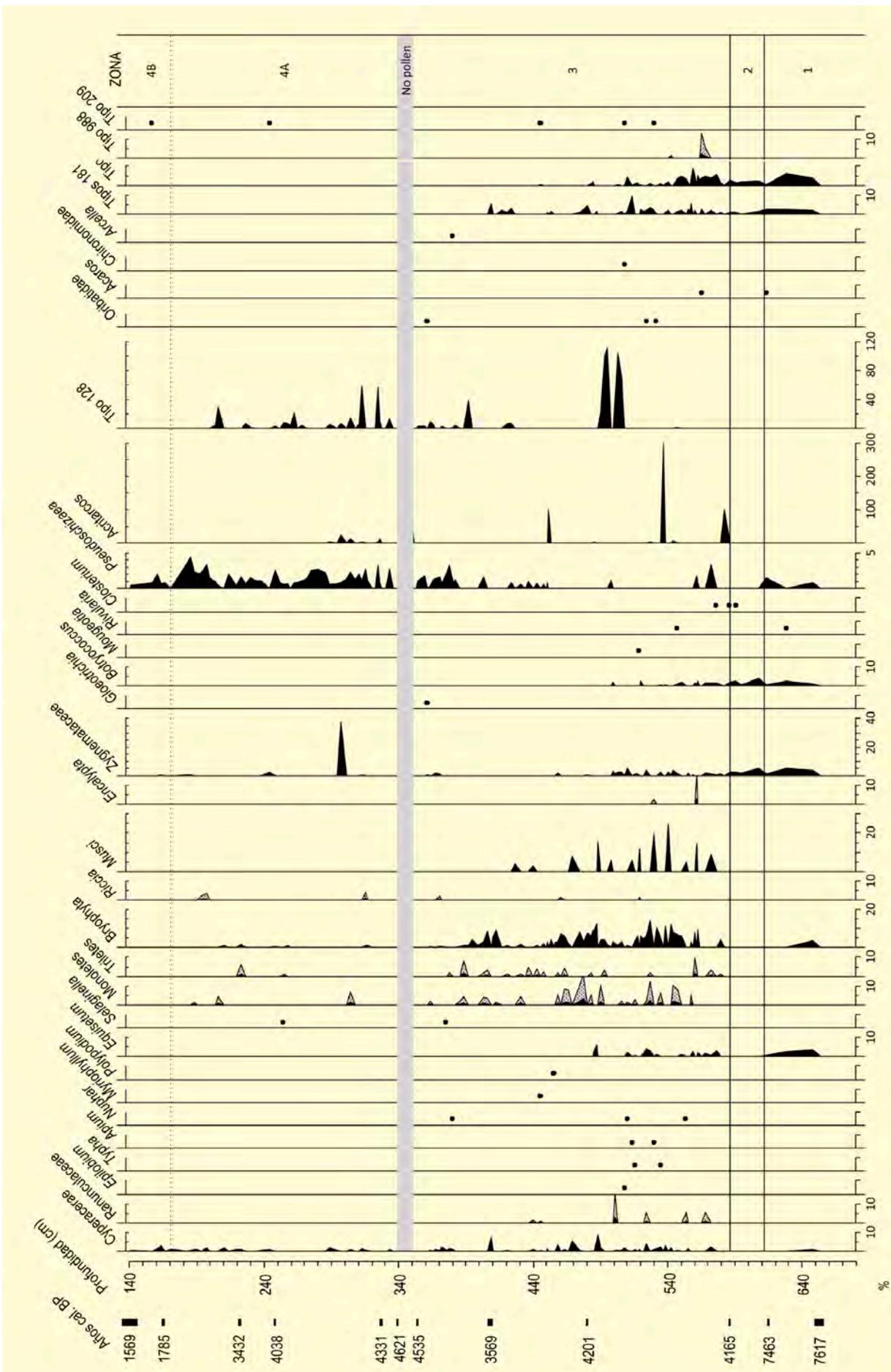


Figura 8. Diagrama palinológico de los principales taxones hidro- e higrófitos, esporas y NPP de Maz-15. Modificado de Carrión et al. (2018)

Selaginella, sugieren la colonización de los márgenes del lago; y junto a los máximos valores de esporas de hongos (*Glomus*, Sordariaceae, *Tilletia* y *Thecaphora*), sugiere una mayor descomposición de la materia orgánica. Zygnemataceae y el pelágico *Botryococcus* disminuyen con respecto a las zonas anteriores (Fig. 9). En este nivel se produce un cambio sedimentológico de limos fangosos negruzcos a arenas oscuras y, a ~535cm, limos fangosos. Esta zona termina con un estrato oxidado a 360 cm, que precede a un breve hiato palinológico entre 352 y 336 cm de profundidad.

La zona polínica 4 (336-140 cm) registra cinco muestras estériles. *Pinus* sigue manteniendo los valores oscilantes de la zona anterior, observándose una disminución de la cobertura arbórea con la desaparición de *Quercus suber*, *Juglans*, *Arbutus*, *Castanea*, *Buxus*, *Sambucus*, *Viburnum*, *Withania*, Genisteae, *Lycium* y *Myrica*, así como disminuciones en *Quercus caducifolios*, *Fraxinus*, *Salix*, *Acer*, *Corylus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Quercus perennifolios*, *Pistacia*, *Phillyrea*, *Maytenus*, Ericaceae, *Calicotome* y Cistaceae (Figs. 4, 5, 6), paralelo al aumento en los valores de Cupressaceae, Thymelaeaceae y *Tamarix*. Más notablemente, los valores de *Artemisia*, Cichorioideae y Brassicaceae muestran incrementos. La aparición de *Lygeum* y *Sideritis* se registra por primera vez en la secuencia. De las dos subzonas, en la 4B, *Olea* y *Phillyrea* son más frecuentes junto a *Chamaerops*, *Ostrya*, *Ziziphus* y *Nerium*; mientras que *Artemisia* y Asteraceae son más altas en la subzona 4A. Además, la zona 4 se caracteriza por la abundancia continua de quistes de *Pseudoschizaea*. Acritarcos y Zygnemataceae alcanzan máximos de ~26-40% respectivamente (Fig. 8). El tipo 128 también muestra varios picos en la parte inferior de la zona, pero con valores inferiores a los de la zona 3 (Fig.8). Las esporas de hongos abundan en los espectros superiores de la subzona 4A y en la parte inferior de la subzona 4B (Fig. 8).

La concentración polínica aumenta gradualmente en toda la secuencia de abajo hacia arriba, alcanzando un máximo de aprox. 36445 granos/g al final de la secuencia. Respecto a la concentración de carbón vegetal presenta los mayores valores en la zona 3, lo que sugiere una mayor incidencia de incendios en esta zona.

La Tabla 1 muestra que la parte media de la secuencia del polen carece de un control cronológico firme,

con dos fechas (~4621-4535 años cal BP) intercaladas en el intervalo 3569-3432, rompiendo así la secuencia temporal. Estas anomalías pueden deberse a la contaminación por carbono antiguo, y se muestran en otros sondeos de la cuenca reflejando un largo período (~4400-3500 años cal BP). Sin embargo, la comparación de los datos palinológicos con el registro antracológico del cercano asentamiento arqueológico Punta de Los Gavilanes permite evaluar la transición de la zona polínica 3 a la zona 4. La disminución del carbón vegetal de *Pistacia* después de la Edad del Bronce de Punta de los Gavilanes (Fig. 10) es paralela a la transición de la zona polínica 4 a la zona 3 de Maz-15, que podría haber tenido lugar alrededor de ~3500 años cal BP donde, además de la disminución de *Pistacia*, varios taxones desaparecen del diagrama polínico, como *Quercus caducifolios*, *Quercus suber*, *Fraxinus*, *Corylus* y otros planifolios.

La esterilidad de Maz-12 y Maz-16, y la presencia de hiatos dentro de Maz-15 sugieren que los procesos de fosilización pudieron haber operado de manera desigual a lo largo de la cuenca del estudio. Factores como eventos breves de intrusión marina vinculados a procesos oxidativos que habrían tenido lugar al inicio y al final de dichos eventos; períodos de desecación, con altas tasas de evaporación de verano, y ciclos de humectación y deshidratación pueden explicar los efectos negativos sobre la conservación de palinomorfos; así como el efecto que la actividad de descomposición de bacterias y hongos podrían haber tenido sobre la preservación del material palinomorfo. Secuencias próximas como las salinas de Calblanque (cerca de Mazarrón) o paleolagos más antiguos del Pleistoceno como Fernelas, Mencil y Orce en la cuenca de Guadix-Baza, Sorbas y Adra también han sido palinológicamente improductivas. Por lo que la secuencia Maz-15 es única, por la gran diversidad y concentración de palinomorfos, en una región donde la obtención de material polínifero es en gran parte cuestión de suerte.

El registro polínico Maz-15 respalda la noción de un bosque húmedo durante el Óptimo Holoceno con aumento progresivo de la aridez y xerofitización entre el Holoceno medio y tardío. Esto se puede deducir de los cambios observados en la composición florística desde las zonas 1-3 hasta la zona 4 (Fig. 9). *Quercus caducifolios*, *Quercus suber*, *Fraxinus*, *Salix*, *Acer*, *Corylus*, *Alnus*,

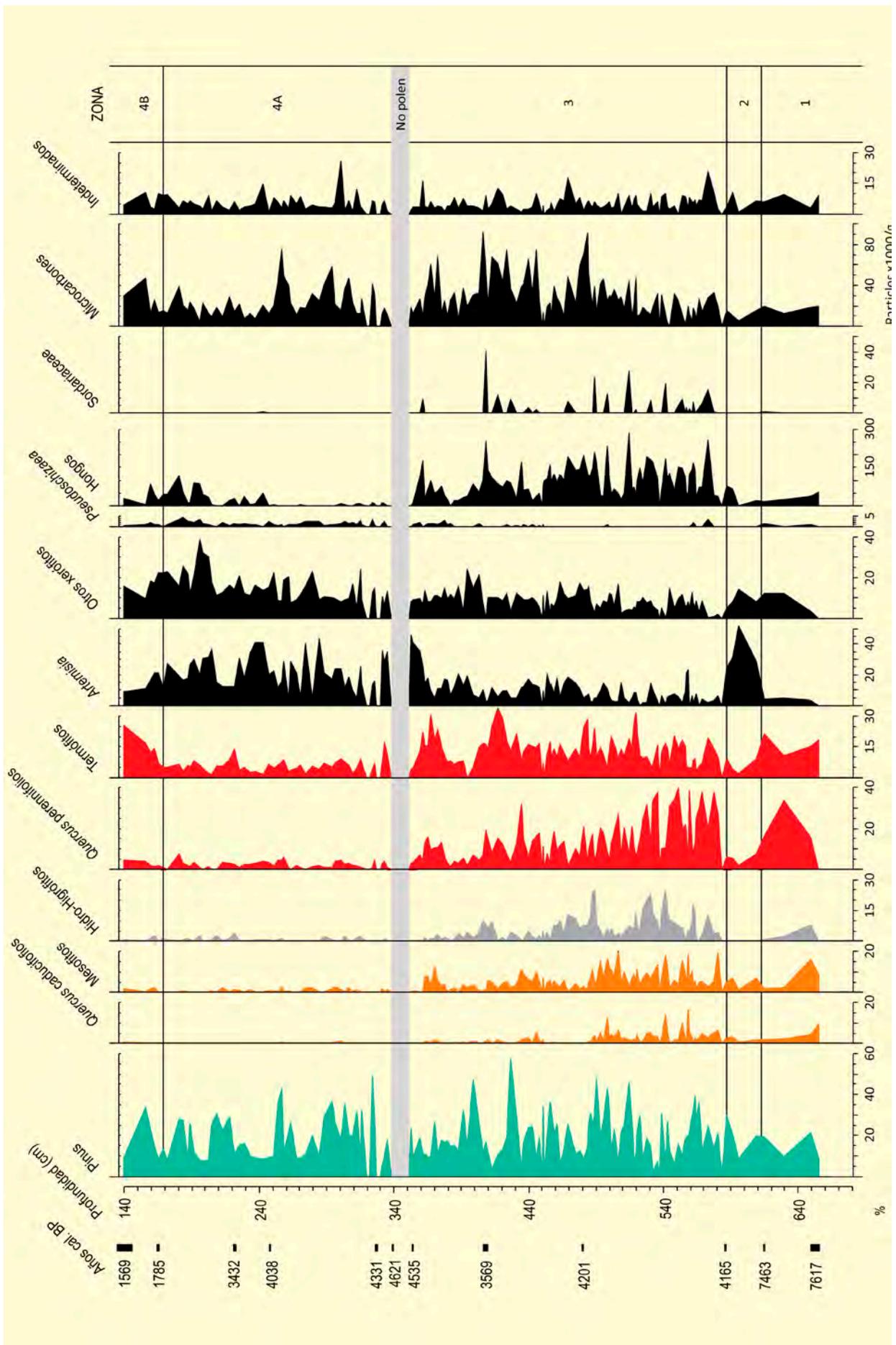


Figura 9. Diagrama polínico sintético y frecuencias de microcarbonos de la secuencia de Maz-15. Modificado de Carrión et al. (2018)

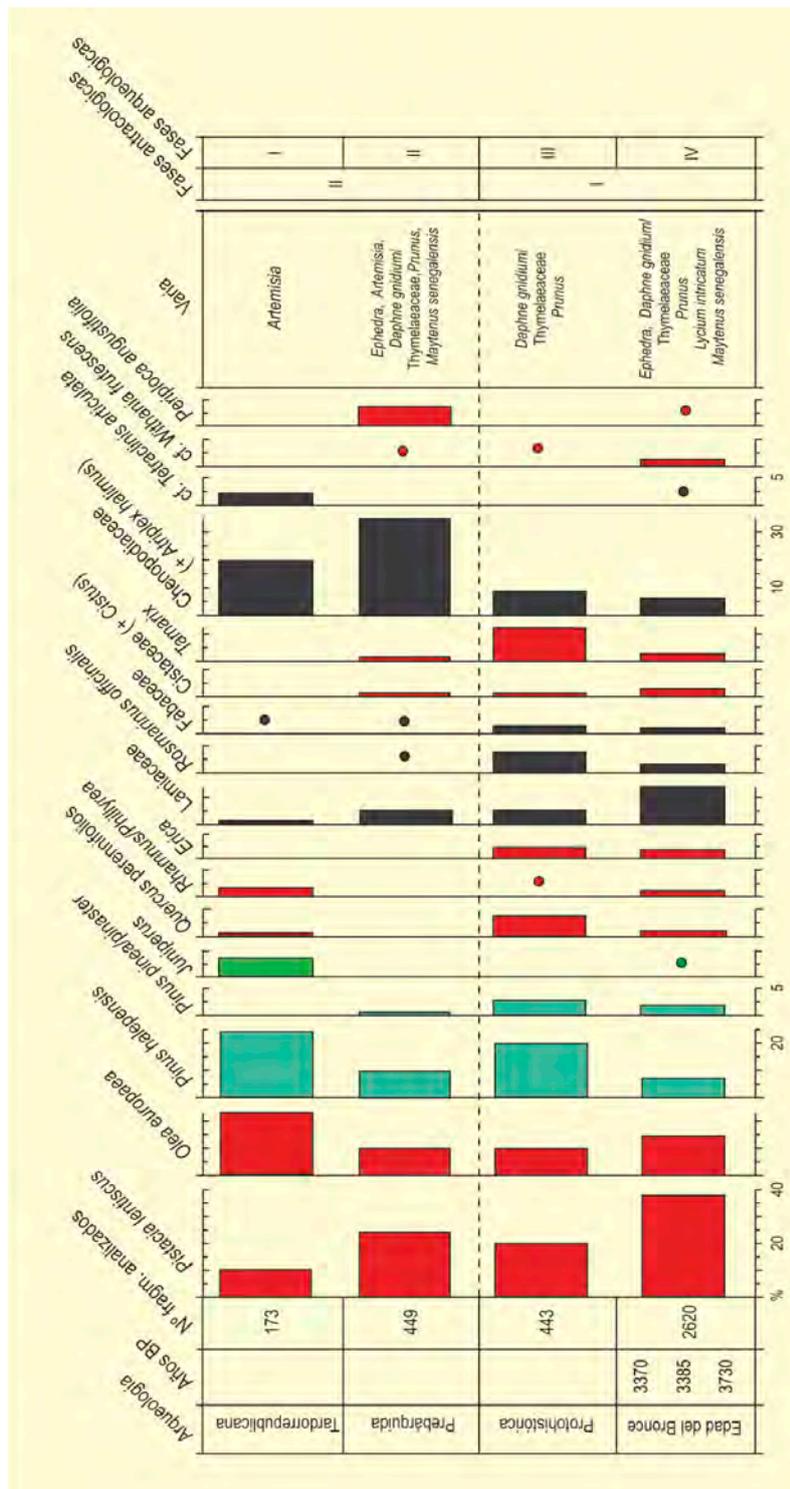


Figura 10. Diagrama antracológico de la Punta de los Gavilanes. Modificado de García-Martínez (2009)

Betula, *Ulmus*, *Juglans*, *Arbutus*, *Castanea* y *Buxus* son más frecuentes durante las zonas 1-3, mientras que *Tamarix*, *Lygeum*, *Artemisia* y *Asteraceae* aumentan durante zona 4. La sequía estival fue probablemente característica del clima local alrededor de ~7600 años cal BP, como lo demuestran los valores relativamente altos de *Quercus* perennifolios, *Pistacia*, *Ephedra fragilis*, *Cistaceae* y *Olea* (Figs. 4, 5 y 9). La abundancia de *Pseu-*

doschizaea fundamentalmente en la zona 4 sugiere una desecación temporal de la cuenca (Fig. 4, 5 y 9).

El cuadro resultante de la combinación la curva de carbones y los espectros polínicos de *Sordariaceae*, *Tilletia*, *Glomaceae*, *Cistaceae*, *Ericaceae*, *Rhamnus* y *Genisteae*, así como con los únicos registros de *Cerealia*, *Malvaceae*, *Echium*, *Asphodelus*, *Spergularia* y el NPPs

Tipo 988, paralelamente al inicio de una curva continua de *Plantago* y la progresiva disminución *Quercus* perennifolios, sugieren una fuerte intervención humana en el paisaje: el uso del fuego; actividades agrícolas y pastoreo que implicaron ruderalización; apertura del paisaje a expensas de los robles; un aumento del matorral espinoso y del matorral asociado con etapas sucesionales tempranas después de la degradación forestal y la erosión del suelo.

La deforestación puede haber comenzado tan pronto como durante la zona 2, siendo puntuada en toda la zona 3 y más aguda en la zona 4 después de aprox. ~4000-3500 años cal BP (Fig. 9). El sureste peninsular es uno de los focos dentro de Europa occidental donde se practicó por primera vez la metalurgia, en particular desde ~5100 años cal BP, como indican los registros arqueológicos calcolíticos con un notorio aumento de la presión demográfica en comparación con los asentamientos neolíticos, que habían sido dispersos y de baja densidad.

Esta secuencia se suma a registros paleobotánicos anteriores (polen y carbón vegetal) e informes arqueológicos para sugerir que la deforestación comenzó antes en áreas de baja elevación y cuencas fluviales que en las montañas y plataformas del interior, un factor que aparece en conexión con la explotación humana del medio ambiente natural. La degradación forestal se muestra en Maz-15 y otros los registros de baja elevación, como Punta de Los Gavilanes, antes

que el interior, con la sustitución de *Quercus* caducifolios y otros mesófitos por esclerófilos, en paralelo con la progresión de paisajes abiertos (~3940-3800 años cal BP), modificaciones precedidas por un aumento en la frecuencia de los incendios (~4200-4100 años cal BP) que terminaron con una alteración dramática en la estructura ecológica antes del fin de la cultura de la Edad del Bronce en el área; el llamado colapso argárico.

El análisis de carbón vegetal en Punta de Gavilanes permite mejorar la resolución taxonómica de los registros de polen de Maz-15 y conducirlos hacia el nivel de especie, como es el caso de *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae), *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae), *Daphne gnidium* (Thymelaeaceae), *Withania frutescens*, *Periploca angustifolia*, *Lycium intricatum*, *Atriplex halimus* y *Maytenus senegalensis* (Fig. 10). La afinidad actual asumida por la fitosociología para *Maytenus senegalensis* y *Periploca angustifolia* no están respaldadas por el registro fósil, de tal manera que las formaciones *Mayteno-Periplocetum* podrían haberse expandido más como consecuencia de la actividad humana que como causa directa de factores bioclimáticos, de ahí la importancia del elemento paleotropical en la composición general de las comunidades de arbustos preantrópicos de las montañas costeras del sureste.

Más información

Carrión *et al.* (2018)



MERCAT DEL BORN

Cataluña, Barcelona, distrito de Ciutat Vella
Holoceno (siglos XV-XVIII)

El yacimiento del Mercat del Born (hoy en día parte de *El Born Centre de Cultura i Memòria*) se localiza en el casco antiguo de Barcelona, en la

zona noreste del distrito de la Ciutat Vella, entre la Plaza Comercial y las calles de la Ribera, Comercial y de la Fusina (41° 23' 9" N, 02° 11' 1" E; 2,75 m s.n.m.).

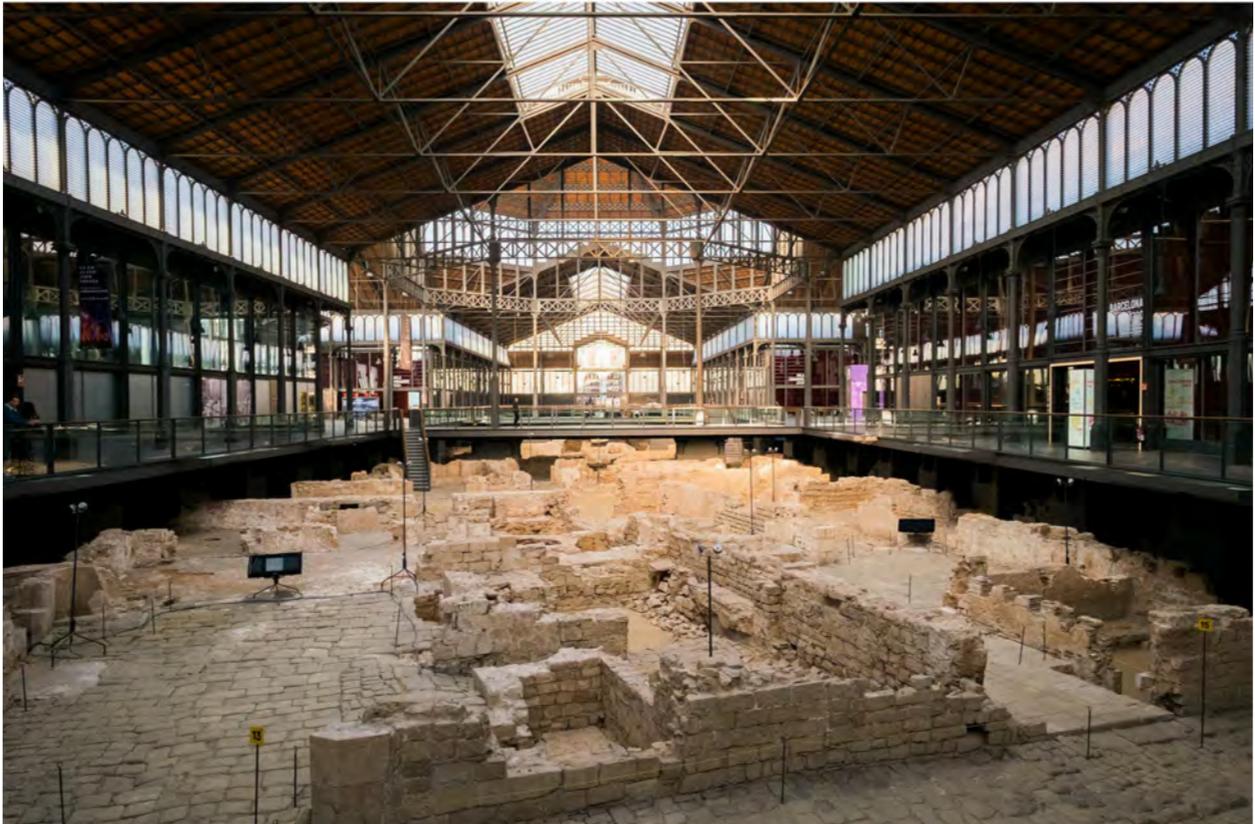


Figura 1. Vistas del exterior e interior Mercat del Born. Actualmente *El Born Centre de Cultura i Memòria*, Barcelona (Fotos: Sabrina Bianco)

Tabla 1. Unidades estratigráficas seleccionadas y su cronología. Bianco *et al.* (2020)

UE	Composición	Ámbito	Interpretación	Cronología	Fase
10075	Textura suelta y matriz arcillosa, presencia de mortero, cerámica, fragmentos de metales, cenizas y gran cantidad de carbones.	19	Suelo en tierra/nivel de uso	Mediados s. XV	1
10074	Textura suelta y matriz arcillosa. Estrato formado mayoritariamente por materia orgánica carbonizada y cenizas.	19	Nivelación	Mediados s. XV	1
10061	Textura suelta y matriz arcillosa, presencia de mortero y carbones.	19	Suelo en tierra/nivel de uso	Segunda mitad s. XV	2
10048	Textura compacta y matriz arcillosa con gravas, presencia de mortero, cerámica, material de construcción y materia orgánica carbonizada.	19	Suelo en tierra/nivel de uso	Segunda mitad s. XV	2
10044	Textura compacta de cenizas.	19	Nivelación	Inicio s. XVI	3
10014	Textura suelta y matriz arcillosa. Presencia de yeso, mortero, material de construcción y carbones.	16	Nivelación	Primera mitad s. XVI	3
10016	Textura compacta y matriz arcillosa. Presencia de material orgánico carbonizado, cenizas, restos de fauna, cerámica y material de construcción.	19	Nivelación	Primera mitad s. XVI	4
10007	Textura compacta y matriz arcillosa. Presencia de carbones, restos de fauna, cerámica. Posible vertido de tierra desde diferentes puntos.	16	Nivelación	Segunda mitad s. XVI	5
1994	Textura compacta y matriz arcillosa. Presencia de cenizas, carbones, restos de fauna, cerámica y fragmentos de metales.	19	Suelo en tierra/nivel de uso	Finales s. XVI	6
1988	Textura compacta y matriz arcillosa. Estrato rico en carbones y cenizas	16	Nivelación	Finales s. XVI	6
1955	Textura suelta y matriz arcillosa-arenosa. Composición heterogénea. Presencia de carbones, restos de fauna, malacofauna, cerámica, una moneda y otros fragmentos de metales, mortero.	19	Preparación de pavimento	Mediados s. XVII	7
1964	Textura suelta y matriz limosa. Presencia de cerámica, un fragmento de hierro, una moneda, restos de fauna, malacofauna y carbones.	16	Relleno de la alcantarilla (U.E. 1348)	Inicio s. XVIII	8
1961	Textura suelta y matriz arenosa. Presencia de cerámica y carbones.	16	Nivelación	Inicio s. XVIII	8
1972	Textura suelta y matriz arenosa-arcillosa. Presencia de pequeñas piedras, material de construcción, cerámica, carbones, restos de fauna.	21	Relleno de la alcantarilla (U.E. 1385-1386)	Inicio s. XVIII	8

Se trata de un yacimiento arqueológico urbano muy extenso (alrededor de 8000 m²) constituido por los restos del antiguo barrio de la Ribera de la ciudad.

La llanura de Barcelona y la Sierra Litoral delimitan la ciudad de Barcelona. La Sierra Litoral está constituida al suroeste por el Macizo del Garraf, al centro por la Sierra de Collserola y a noreste por el Montnegre, formando parte del piso bioclimático termo-mesomediterráneo. Potencialmente están caracterizadas por un

bosque esclerófilo mediterráneo dominado por encinares (*Quercus ilex* subsp. *ballota*). Más hacia el interior, en la Sierra Prelitoral (Montserrat, Sant Llorenç del Munt, Montseny) se podrían encontrar también bosques mixtos de encinas y robles (*Quercus humilis*, *Q. faginea*) y en la depresión prelitoral carrascales (*Q. ilex* subsp. *ballota*).

La zona del barrio de la Ribera, cercana a la costa, se formó progresivamente a partir de la época Romana

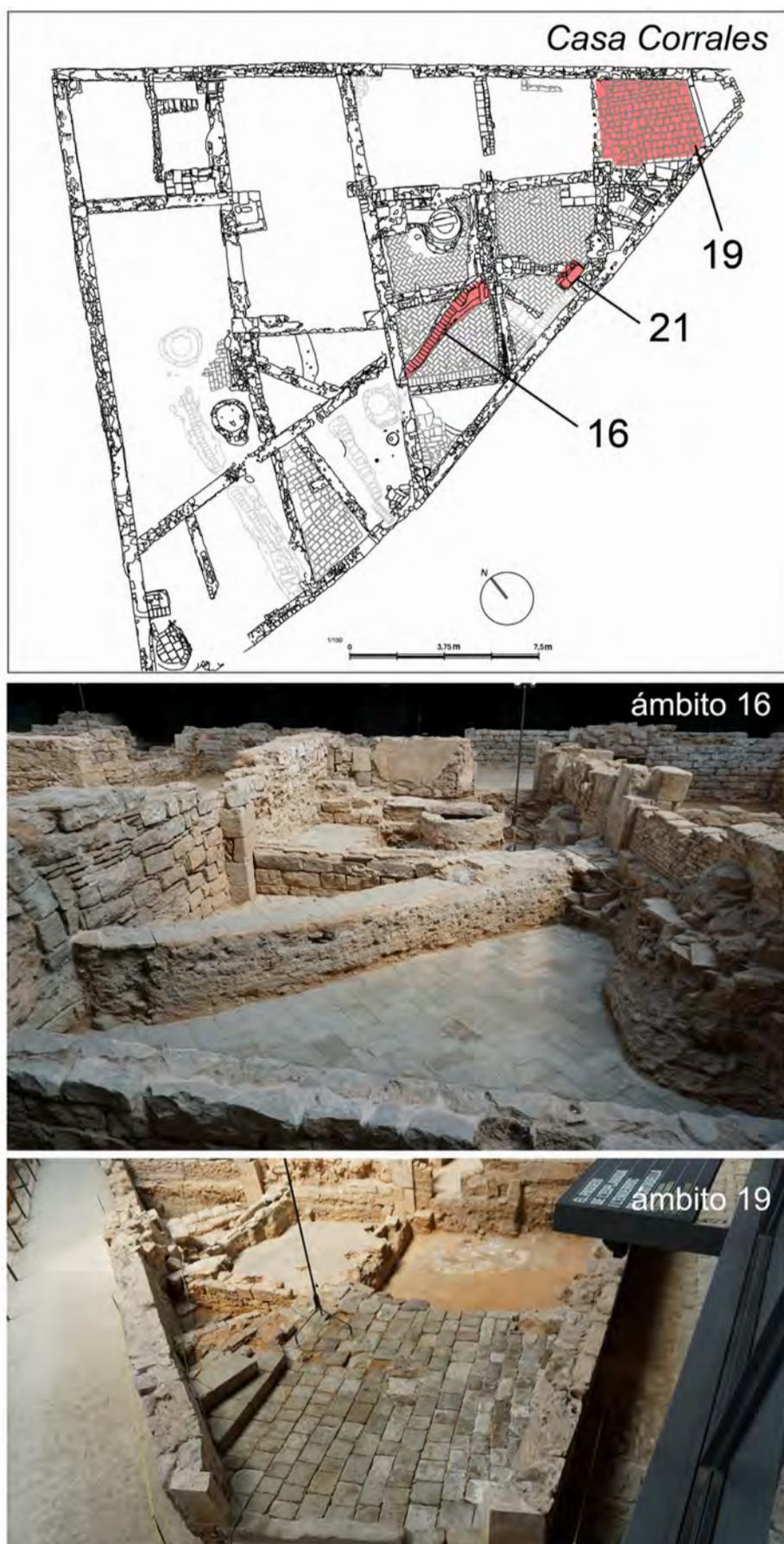


Figura 2. Plano de Casa Corrales. En rojo detalle de la intervención arqueológica (ámbitos 16, 19 y 21). En la parte inferior, detalle de la estructura doméstica del yacimiento (ámbitos 16 y 19) (Fotos: A. Fernández)

por un aumento en la tasa de sedimentación del río Besòs y se urbanizó sobre todo a partir del siglo XIV en las proximidades del canal de riego artificial *Rec Comtal*. La presencia del canal y la posición relativamente periférica, comparada con el antiguo núcleo romano, tuvo un papel clave en el desarrollo del barrio como área artesanal-productiva de la ciudad tardomedieval y moderna.

Después de la victoria del bando borbónico en la Guerra de Sucesión (1700-1714), en 1717-1718 se derribaron gran parte de los edificios de la Ribera con el fin de crear espacio para construir una fortaleza (la *Ciudadella*) y una esplanada para usos militares. Siendo la zona hacia la costa más deprimida, muchas estructuras se conservaron hasta la cota de ~2 m, para resolver las diferencias topográficas del terreno, y quedaron enterradas con la cimentación de la *Ciudadella*. En 1889 la fortaleza y la esplanada fueron demolidas y se reemplazaron por un gran parque y el mercado del Born, en funcionamiento hasta el 1971. Estos acontecimientos explican la excepcional conservación de la trama urbana medieval-moderna bajo la estructura del mercado, que es objeto de intervenciones arqueológicas en extensión desde el 2001.

La excavación en 2016 de una estructura doméstica del yacimiento, llamada Casa Corrales por los últimos arrendadores e inquilinos que la ocuparon, ha permitido llevar a cabo un muestreo sistemático de sedimento para estudios arqueobotánicos, abarcando cronologías entre el siglo XV y principio del XVIII. En particular, la intervención arqueológica se centró en dos ámbitos de la casa, denominados ámbito 16 y 19, donde se llegó a agotar la estratigrafía, y parte del ámbito 21 (Fig. 2).

El estudio antracológico se ha centrado en los estratos de circulación y nivelaciones que contenían fragmentos de carbón dispersos, supuestamente el resultado de varios eventos de quema. Las unidades estratigráficas analizadas han sido agrupadas en 8 fases cronológicas (Tabla 1) de acuerdo con la memoria de la intervención.

El registro antracológico estudiado, compuesto por 2325 fragmentos identificados, ha proporcionado un total de 22 taxones. Los resultados muestran que los

Quercus perennifolios (encina) son en general el taxón más abundante (51% del total) están presentes en todas las UE. Otros taxones de relevancia son *Arbutus unedo* (madroño, 15% del total), *Quercus caducifolios* (roble, 12% del total), *Pinus halepensis* (pino carrasco, 9% del total) y *Erica arborea* (brezo, 7% del total). Si se excluyen los *Quercus caducifolios* (roble), los demás son taxones esclerófilos típicos de los bosques marítimos mediterráneos, que junto a *Pinus cf. pinea* (pino piñonero), *Cistus* (jaras) y *Rhamnus alaternus/Phillyrea* (aladiernos) representan el 87% del total. Los *Quercus caducifolios* (más mesófilos) pueden formar bosques mixtos junto con *Quercus perennifolios*, *Erica* y *Arbutus unedo* en zonas más húmedas, y también pueden crecer en la montaña media como *Fagus sylvatica* (haya), *Pinus t. sylvestris* (pino tipo albar), *Corylus avellana* (avellano) y *Prunus* (cerezos/endrinos), taxones que han proporcionado escasos fragmentos.

En el conjunto, destaca además la escasa presencia de *Olea europaea* (olivo) (0,4% del total) y la ausencia de *Pistacia lentiscus* (lentisco), especies típicas del matorral mediterráneo en las áreas al sur del macizo del Garraf.

Se han identificado también algunos taxones que caracterizan bosques de ribera, como *Alnus* (aliso), *Populus* (chopo) y *Salix* (sauce), y otros que parecen estar relacionados con huertos y frutales, como *Vitis vinifera* (viña), *Punica granatum* (granado), Maloideae (tipo manzano/mmajuelo), *Ficus carica* (higuera), o también *Prunus*, *Olea europaea* y *Corylus avellana*, aunque aparecen con frecuencias muy bajas.

El diagrama antracológico (Fig. 3) muestra que los *Quercus perennifolios* son los taxones más abundantes a lo largo de toda la secuencia, excepto en las fases 3, 4 (siglo XVI), en las cuales predominan *Arbutus unedo* y *Erica arborea* (fase 3) y *Pinus halepensis* (fase 4). En la fase 5, correspondiente a la segunda mitad del siglo XVI, las frecuencias de *Quercus* vuelven a aumentar, aunque se distingue todavía una alta presencia de *Erica arborea*. En las fases 6, 7 y 8 (siglo XVII) destaca el dominio de *Quercus perennifolios* y una fuerte disminución de *Erica arborea*.

Asimismo, varios estudios polínicos llevados a cabo en la plana de Barcelona indican desde la época romana una expansión de pastos y áreas de cultivo a expensas

de los bosques, así como una progresiva reducción, sobre todo desde la época altomedieval, de los encinares alrededor de la ciudad. Los procesos de degradación de la vegetación, debidos a la alta demanda de madera y leña, debieron contribuir igualmente al desarrollo de formaciones secundarias de pinos carrasco y arbustos esclerófilos.

Los resultados del análisis antracológico reflejan tanto la vegetación alrededor de la ciudad, como la selección del combustible, dirigida principalmente a la explotación de *Quercus* perennifolios de diferentes bosques. De hecho, para interpretar el significado de este registro antracológico es fundamental tener en cuenta la complejidad socioeconómica de la ciudad en época tardomedieval y moderna, y también los procesos deposicionales que han determinado la acumulación de los fragmentos de carbón en el yacimiento arqueológico.

El estudio de la documentación de archivo aporta, en este sentido, informaciones valiosas. Desde el análisis de los registros del derecho de acceso al puerto de Barcelona (*Dret d'ancoratge*) se deriva que las entradas de barcos que transportaban leña entre el 1435 y el 1525 eran considerables (alrededor de un 20% del total de las entradas) y que en gran medida procedían de zonas costeras al norte de Barcelona, desde las actuales comarcas del Maresme y de La Selva.

Estas áreas se caracterizan actualmente por una vegetación mediterránea esclerófila (sobre todo encinares) y los *Quercus* caducifolios tenían que ser más abundantes en el pasado en zonas del interior de la comarca de La Selva.

El cambio de tendencia del siglo XVI, que destaca en el diagrama antracológico, es de difícil interpretación y, aparte de informar sobre la vegetación existente, ha sido relacionado a cambios de dinámicas internas en la casa, como por ejemplo un cambio de inquilinos con menor poder de adquisición (la leña de brezo, madroño y pino era más barata) o diferentes preferencias de proveedores de combustible. También se ha considerado la posibilidad que los sedimentos de los estratos de nivelaciones hayan sido aportados desde otro lugar (por ej. uso de desechos de actividades productivas con función aislante, véase el "cagaferro"). Sin embargo, la hipótesis que la explotación de taxones típicos de una vegetación fuertemente antropizada, como los brezos, madroños y pinos, en el siglo XVI, sea síntoma de un cambio de las áreas de aprovisionamiento o de una crisis más generalizada de los comercios de la ciudad, necesita ser apoyada por nuevos análisis antracológicos sincrónicos en otros contextos de la ciudad.

Más información

Bianco *et al.* (2020), Fernández (2019)



MERÓN

Litoral de Cantabria
Holoceno (7060-3080 años cal BP)

Este conjunto de yacimientos representa un complejo de turberas cantábricas intermareales, cuya génesis tiene su origen en las oscilaciones holocenas del nivel del mar. El aumento del nivel freático asociado a la subida general de las aguas oceánicas en la primera mitad del Holoceno, provocó una formación generalizada de turberas en las costas del mar Cantábrico. Estas turberas, tras un tiempo más o menos largo de desarrollo, acababan por ser invadidas

por las aguas marinas y cubiertas por sedimentos arenosos (Garzón *et al.* 1996).

Los yacimientos de Merón ($43^{\circ} 23' 30''$ N, $04^{\circ} 22' 13''$ O) y Oyambre (también llamado la Jerra o la Gerra) ($43^{\circ} 23' 37''$ N, $04^{\circ} 20' 10''$ O) en San Vicente de la Barquera consisten en sedimentos higróturbosos holocenos, que rellenan paleocauces de ríos que discurrían entre sedimentos arenosos de más de 70.000 años de edad. Este



Figura 1. Macrorrestos obtenidos de las playas Merón y Oyambre (Foto: Ignacio García-Amorena)



Figura 2. Muestreo de troncos y tocones fósiles en posición de vida expuestos en una marea viva en el yacimiento de Oyambre (Foto: Ignacio García-Amorena)



Figura 3. Tronco fósil expuesto por la acción del oleaje en el talud de la playa de Oyambre (Foto: Ignacio García-Amorena)

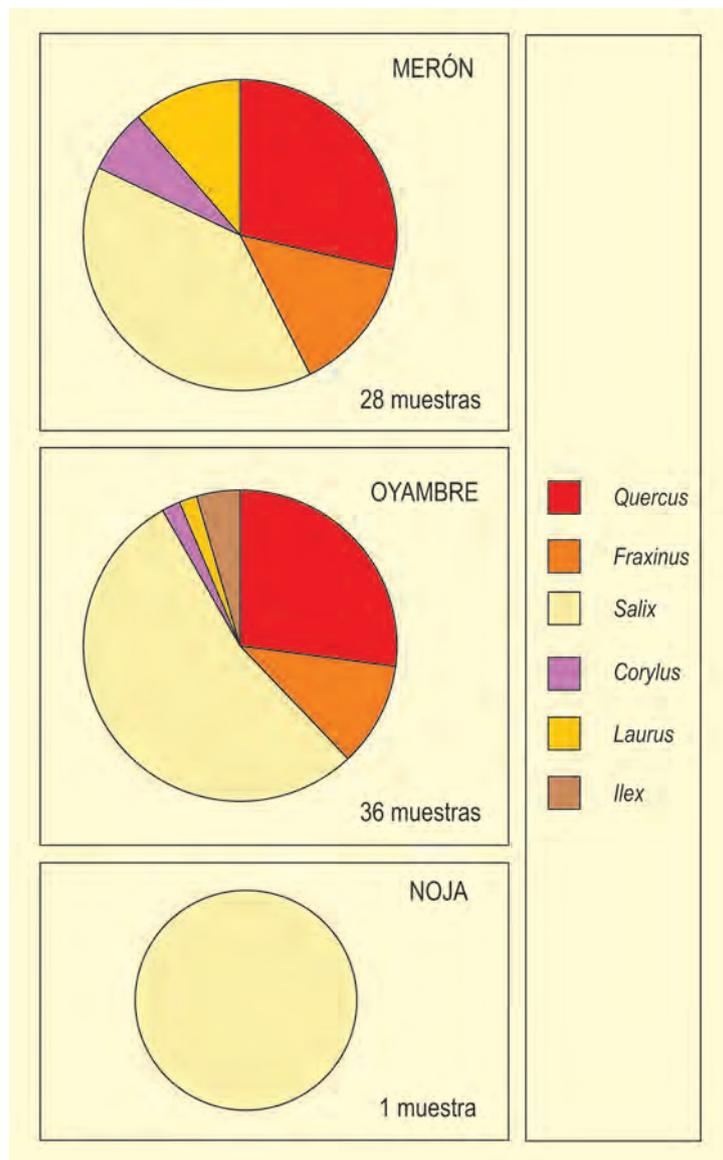


Figura 4. Resultados de la identificación de los restos leñosos de los yacimientos de Merón, Oyambre y Noja (García-Amorena 2007)

sistema se asienta sobre margas cenozoicas, las cuales llegan a contactar con los sedimentos holocenos al nivel del mar actual. Los sedimentos holocenos, ricos en macrorrestos (troncos, ramas, frutos, hojas, semillas...), salían a la luz en los taludes expuestos por la erosión continua del oleaje (Fig. 2), y en los cauces de los riachuelos que desembocan en las playas de Merón y Oyambre. Actualmente estos taludes se encuentran cubiertos por una escollera. Las mareas vivas también dejan al descubierto los sedimentos higroturbosos, con numerosos tocones en posición de vida (Figs. 2 y 3). La escasa vegetación natural del entorno está dominada

por formaciones caducifolias eurosiberianas de *Quercus robur* con *Alnus glutinosa*.

El yacimiento de Noja (43° 28' N, 03° 29' O) está asentado sobre una depresión kárstica rellena de sedimentos arcillosos y arenas continentales, donde se encuentran, entre los 0 y -4 m s.n.m., varios lentejones de turba de hasta 1 m de grosor (Cearreta 1993, Salas *et al.* 1996). Estas turberas contienen numerosos restos de maderas y tocones en posición de vida, que quedan al descubierto en las mareas vivas. En la vegetación del entorno de este yacimiento se encuentran enclaves de

vegetación mediterránea lauroides en un dominio eurosiberiano: *Quercus ilex* subsp. *ilex*, *Laurus nobilis*, *Rhamnus alaternus*, *Smilax aspera*, *Arbutus unedo*, *Quercus robur*, etc.

En estos yacimientos, el Grupo de Investigación 'Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal' de la Universidad Politécnica de Madrid recolectó entre 1994 y 2005 sesenta y cuatro troncos y restos de ramas, numerosos frutos y varios bloques de sedimentos, de los que se obtuvieron numerosos restos foliares y semillas. Estos macrorrestos fueron identificados mediante morfología comparada, en el caso de las maderas mediante la preparación en lámina delgada de los tres planos principales (Schweingruber 1990), y en el caso de las hojas mediante maceración y posterior separación de las cutículas (Westerkamp & Demmelmeyer 1997).

Existen numerosas dataciones sobre los materiales orgánicos procedentes de estos yacimientos que permiten un buen conocimiento sobre su desarrollo temporal. Las tres dataciones del yacimiento de Noja (Cearreta 1993, Salas *et al.* 1996), muestran que esta

turbera se desarrolló entre 4565 y 3080 años cal BP aproximadamente. Las cuatro dataciones de Oyambre (Garzón *et al.* 1996, Mary 1990), revelan que los sedimentos holocenos se acumularon entre 7060 y 6030 años cal BP. Estas edades son coetáneas con los sedimentos de Merón (7030 y 6750 años cal BP, García-Amorena *et al.* 2008).

La identificación de las maderas (Fig. 4), junto con las hojas, frutos y semillas permitió reconocer elementos lauroides (*Laurus* e *Ilex*), hidrófilos (*Salix atrocinerea* y *Fraxinus*) y eurosiberianos plano-caducifolios (*Quercus robur*, *Betula*, *Corylus avellana* y *Frangula alnus*) (García-Amorena 2007). Este elenco, junto con la ausencia de coníferas, concuerda con el resto de yacimientos del entorno que reflejan la extensión de robledales a comienzos del Holoceno y muestran la costa cantábrica como refugio de flora termófila (Costa Casais *et al.* 1996a, García-Antón *et al.* 2006, Ramil-Rego *et al.* 1998a,b, Mary 1990).

Más información

García-Amorena (2007), García-Amorena *et al.* (2008)



MESA DE MIRANDA

Sierra de Ávila, Chamartín, Ávila
Holoceno reciente (siglos IV-II BC)

Este castro vetón está situado en las estribaciones septentrionales de la Sierra de Ávila (Chamartín de la Sierra, $40^{\circ} 43' 04''$ N, $04^{\circ} 57' 37''$ O), a 1154 m s.n.m., ocupando un promontorio de canchales graníticos en una zona especialmente continental. El paisaje actual corresponde a un encinar supramediterráneo muy bien conservado, con ejemplares centenarios.

El estudio palinológico de este yacimiento procede de un sondeo estratigráfico en el interior de la muralla meridional (López-Sáez *et al.* 2008a). Las cinco muestras recogidas, de techo a base, proceden respectivamente de la UE 1 (muestra 1), intervalo UE 1-UE 2 (muestra 2), UE 2 (muestras 3 y 4) y UE 3 (muestra 5), y fueron tomadas a intervalos de 20 cm desde la más superficial (20 cm) a la más profunda (100 cm). En su conjunto, permiten reconstruir la paleovegetación del entorno del castro entre los siglos IV a II BC.

El diagrama polínico del castro de Mesa de Miranda (Fig. 2) permite diferenciar dos fases de cambio vegetal, que corresponden a las tres muestras inferiores (fase 1) y las dos superiores (fase 2). La primera de estas fases muestra un paisaje relativamente forestal, con porcentajes de taxones arbóreos superiores al 50 %, donde los elementos más reseñables son *Quercus* perennifolios (20-25 %) y los *Quercus* caducifolios (10 %), aunque igualmente se confirma la presencia regional de pinares montanos de *Pinus sylvestris* (20 %) que procederían, sin duda, de las estribaciones septentrionales de la Sierra de Gredos. Aliso y fresno tienen poco valor porcentual con apenas el 2-3 % de la suma base.

Estos datos indicarían la existencia de un encinar relativamente bien conservado, en el cual la cobertura arbustiva sería, sin embargo, escasa (10-14 %) aunque cualitativamente importante (*Cistus ladanifer*, *Erica arborea*, *Cytisus*, Lamiaceae y *Prunus*). La presencia del roble melojo estaría haciendo mención a formaciones



Figura 1. Yacimiento arqueológico de Mesa de Miranda (Foto: José Antonio López-Sáez)

de quercíneas caducifolias (robles y/o quejigos) que ocuparían altitudes mayores, por encima del piso del encinar, u orientaciones norte, más lluviosas y con mayor profundidad edáfica. Se caracteriza igualmente por denotar cierta antropización del entorno, toda vez que taxones antrópicos como Cichorioideae (50-60 %) o Chenopodiaceae/Amaranthaceae están presentes; aunque quizá el hecho más significativo es la abundancia porcentual de elementos florísticos de pastizales antropozoógenos (*Plantago lanceolata* y Chenopodiaceae/Amaranthaceae) y el hongo coprófilo *Sordaria*.

La segunda de las fases (fase 2), conlleva una importante reducción de la cobertura arbórea (25-32 %) y un aumento singular de la arbustiva (>20 %) y más especialmente de la herbácea (>40 %). En ella el encinar

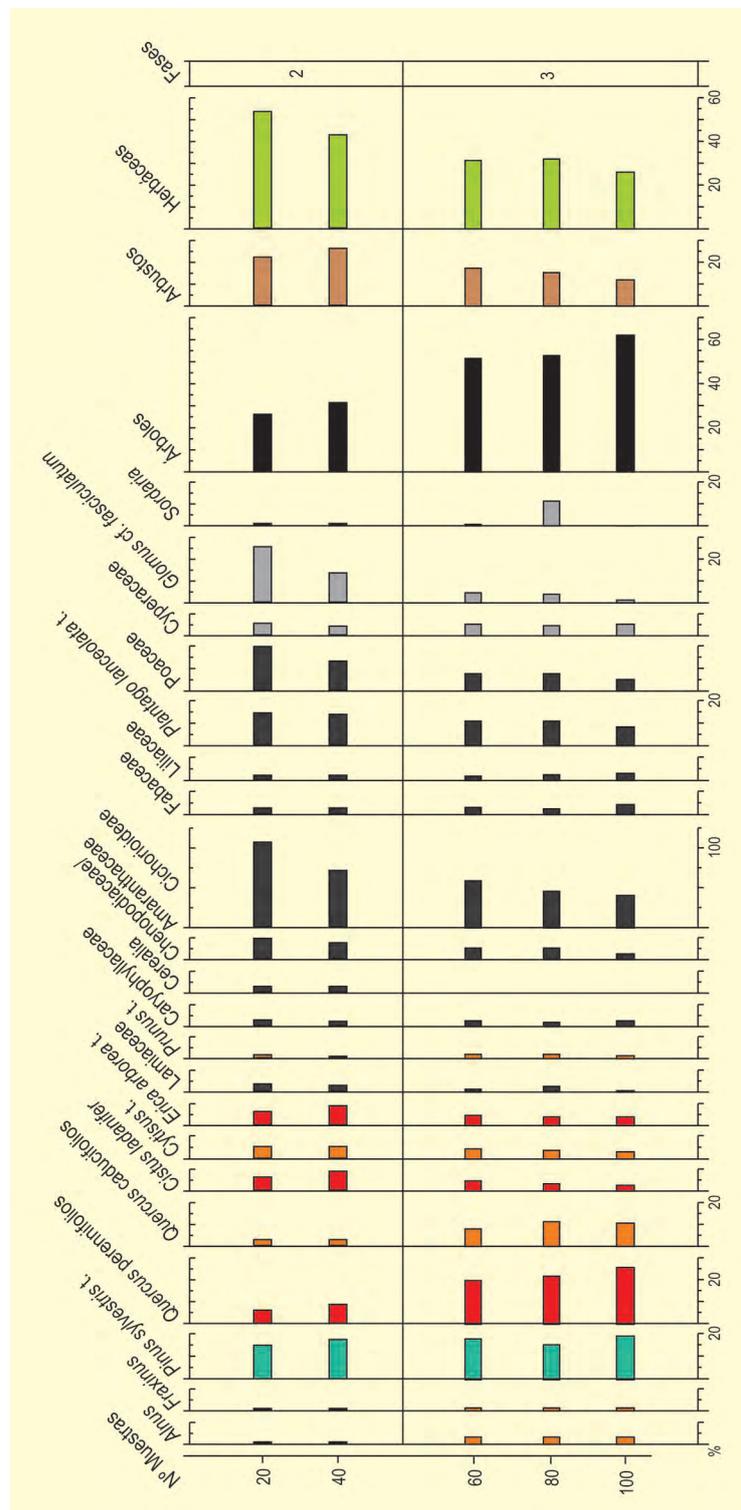


Figura 2. Diagrama polínico de Mesa de Miranda. Redibujado de López-Sáez et al. (2008a)

se reduce drásticamente, con porcentajes inferiores al 10 %, de la misma manera que también lo hace el roblel (2 %) y, en menor medida, el pinar. La deforestación comentada se conjuga con un aumento porcentual de taxones arbustivos propios de las etapas

seriales degradativas de los bosques de quercíneas, caso de la jara pringosa (*Cistus ladanifer*), las retamas o piornos (*Cytisus t.*) y los brezos (*Erica arborea t.*). En paralelo, la vegetación riparia (*Alnus* y fresno) también disminuye sensiblemente. En definitiva, se produce un



Figura 3. Zona del yacimiento donde se tomaron las muestras para análisis polínico (Foto: José Antonio López-Sáez)



Figura 4. Encinares añejos en los alrededores de yacimiento (Foto: José Antonio López-Sáez)

incremento muy significativo de los indicadores de antropización del paisaje. En último término, quizá el hecho que con mayor claridad diferencie esta fase 2, es la presencia de polen de cereal en sus dos muestras.

Más información

López-Sáez *et al.* (2008a)



MESA DE OCAÑA

Ocaña, Toledo
Tardiglacial (~11000 BP)

La secuencia palinológica de Mesa de Ocaña (Ocaña, Toledo) (39° 55' N, 03° 29' O; 700 m s.n.m.) ha sido datada al final del último episodio

glacial en torno a 11000 años BP y corresponde a una formación arenosa con estructura masiva y facies tipo *loess*, con una potencia de 2,7 m. El depósito no

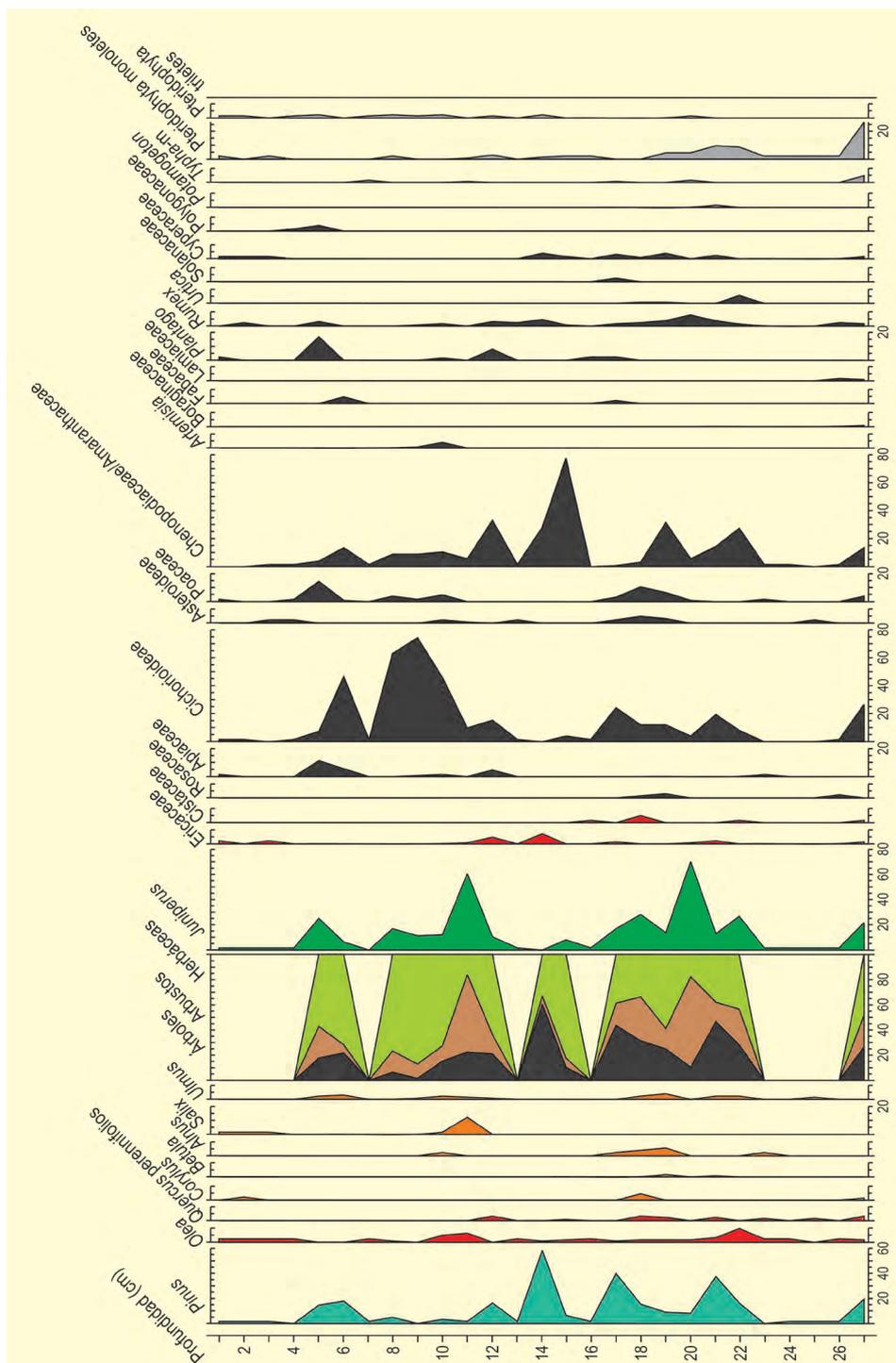


Figura 1. Diagrama polínico del Arenal de Mesa de Ocaña. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2000)

es totalmente polinífero, pero se han identificado un total de 25 taxones. La secuencia (Fig. 1) define dos fases: una inferior, donde *Pinus* es el componente principal junto a taxones mediterráneos (*Olea* y *Quercus* perennifolia), *Betula*, *Corylus*, *Alnus* y *Ulmus*. Posteriormente, *Juniperus* es sustituido por un paisaje herbáceo dominado por Chenopodiaceae y Asteraceae,

asociado a una pérdida importante de la diversidad arbórea que evidencia la degradación del paisaje como respuesta a la instalación de las condiciones xéricas reinantes.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2000)



MINFERRI

Les Garrigues, Juneda, Lleida
Holoceno (2000 años BC)

El yacimiento de Minferri ($41^{\circ} 32' 32''$ N, $00^{\circ} 46' 24''$ E; 240 m s.n.m.) se encuentra situado en la provincia de Lérida, entre Juneda y Puigverd de Lleida, en el término municipal de Juneda aunque parte del mismo se extiende por el término Borges Blanques (Fig. 1). Se trata de un yacimiento al aire libre con cronologías adscritas al segundo milenio BC, en el que los lugares de habitación, las estructuras de producción y los lugares de enterramiento comparten un espacio común. En él se documentan diferentes tipos de estructuras entre las que destaca una cabaña de planta rectangular, así como otras más pequeñas. Además se han localizado silos, hogares exteriores, fosas, cubetas para contener grandes vasijas y otras estructuras cuya funcionalidad es todavía desconocida, en alguna de las cuales se ha detectado la

presencia de enterramientos. La distribución de las diferentes unidades de habitación, silos y otras estructuras, demuestra la existencia de cierta organización del espacio. El estudio arqueológico ha puesto de manifiesto la existencia de una comunidad agrícola cuya forma principal de subsistencia es la agricultura aunque se constata la producción de bronce. El yacimiento ha proporcionado numeroso material cerámico que incluye vasijas de almacenamiento, recipientes de mediana capacidad, vasos de pequeñas dimensiones, queseras, vasos geminados, etc. Por otra parte, el estudio traceológico de la industria lítica revela la utilización de algunas de las piezas estudiadas para el procesado de material vegetal no leñoso. De hecho, el trabajo sugiere la utilización de algunas de estas piezas para la siega de cereal.



Figura 1. Vista aérea del yacimiento (Foto: GIP - Grup d'Investigacions Prehistòriques - Universitat de Lleida)

Tabla 1. Lista de especies por estructuras estudiadas en Minferri

MINFERRI														
Plantas cultivadas	Silos	Cabaña 5 FO-50	Cabaña 1 FO-50	Cubeta metalúrgica	Fosa 5	Fosa 35	Llar 36	Sopóte contenedor 40	Estructura FC-3-11	FC-19	E532	E576	E577	E575
<i>Hordeum vulgare</i>	77													
<i>Hordeum</i>	22													
<i>Hordeum</i> (frag. entrenudo raquis)	6													
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag.)	605	10	4	4	10	1			4	18	7	1	1	4
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag. raquis)	2													
<i>Triticum aestivum/durum</i>	252	6								1	1			3
<i>Triticum aestivum/durum compactum</i>	14													
<i>Triticum aestivum/durum</i> nudo (raquis)	9													
<i>Triticum cf. aestivum</i> (entrenudo raquis)	1													
<i>Triticum dicoccum</i>	30	1												
<i>Triticum dicoccum</i> (base de la espiga)	2													
<i>Triticum</i>	14,1	3							3	3				1
<i>Triticum</i> (entrenudo raquis)	1													
<i>Triticum</i> (nudo del raquis)	9													
<i>Triticum</i> (base de la espiga)	1													
Embrión de cereal	1													
Leguminosa indeterminada (frag.)	2													
Plantas silvestres														
<i>Ajuga chamaepitys/reptans</i>	2													
<i>Ajuga</i>	1													
Apiaceae	4													
Astragalus	3													
<i>Atriplex patula</i>	1													
<i>Atriplex</i>	2													
Brassicaceae	1													
<i>Bromus arvensis</i> t.	4													
<i>Bromus sterilis</i>	1													
<i>Bromus</i>	15													
<i>Carex divisa/muricata/vulpina</i>	10													
<i>Carex</i>	18	1												
Caryophyllaceae	1													
<i>Centaurea</i>	1													
Chenopodiaceae														
<i>Chenopodium album</i>	3													1
<i>Chenopodium glaucum</i>	1													
<i>Chenopodium t. hybridum</i>	1													
<i>Chenopodium</i>	1													
<i>Cistus</i>	10													
<i>Cistus</i> (frag. capsula)	1													
<i>Coronilla</i>	3													

Desde el punto de vista arqueobiológico se ha proporcionado un conjunto de más de 5000 restos, entre los que hay 49 taxones diferentes entre plantas cultivadas y silvestres (Tabla 1). La mayor parte del material procede del relleno de silos y estructuras. Los silos presentan una gran diversidad tipológica. La agricultura constituye, sin duda, una de las actividades mejor conocidas y la que tiene un mayor peso en la economía del poblado.

Las principales especies cultivadas presentes en Minferri son el trigo desnudo (*Triticum aestivum/durum*) y la cebada vestida (*Hordeum vulgare*). En un segundo plano se documenta la presencia de un trigo vestido como el *Triticum dicoccum* y una forma compacta de los trigos desnudos (*Triticum aestivum/durum compactum*) (Alonso 1999). La asociación y predominio de trigos desnudos y cebada vestida sobre el resto de cereales es uno de los elementos que definen la

Tabla 1. Continuación

Plantas silvestres	Silos	Cabaña 5 FO-50	Cabaña 1 metafórgica	Fosa 5	Fosa 35	Libr 36	Soprote contenedor 40	Estructura FC13 11	FC39	E532	E576	E577	E575
Cyperaceae	15												
<i>Eleocharis palustris</i>	1												
Ericaceae cf.	8												
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>spurium</i>	2												
<i>Galium</i>	1												
<i>Glaucium corniculatum</i>	4				4								
<i>Glaucium corniculatum</i> frag.	1												
<i>Linum</i>	10												
<i>Linum</i> (frag.)	1												
<i>Lithospermum</i>	3												
<i>Lolium</i> cf. <i>perenne/rigidum</i>	522												
<i>Lolium</i>	192	27								2	1		
<i>Lolium</i> (frag.)	168	13											
<i>Malva</i>	30	9											
<i>Medicago</i> cf. <i>minima</i> (leguminosa)	1												
<i>Medicago</i>	6												
<i>Mellilotus</i>	2					4							
<i>Medicago/Mellilotus</i>	28												
<i>Medicago/Mellilotus</i> cf. <i>Neslia paniculata</i>	1	1				2							
<i>Papaver rhoeas</i> t.	1												
Papilionaceae	1												
Papilionaceae (frag.)	1												
Papilionaceae (frag.)	168												
<i>Pistacia lentiscus</i>	75												
<i>Pistacia lentiscus</i> (1/2)	7							1					
<i>Pistacia</i>	7												
<i>Pistacia</i> (frag.)	194												
<i>Plantago lanceolata</i>	9												
Poaceae	78												
Poaceae (frag.)	1152	17	6	2	7	1		8	1	1			
Poaceae (frag. raquis)	1												
<i>Polygonum aviculare</i>	3												
<i>Polygonum convolvulus</i>	2												
<i>Polygonum</i>	1												
Polygonaceae	1												
Polygonaceae/Cyperaceae	7												
<i>Portulaca oleracea</i>	1												
<i>Prunus spinosa</i>	1												
<i>Quercus</i> (cotiledones)	9										1		1
<i>Quercus</i> (frag.)	7												
<i>Ranunculus</i> t.	1												
<i>Reseda lutea</i>	1												
<i>Rhinantus</i> cf.	11												
<i>Rumex</i> cf. <i>crispus</i>	1												

agricultura del nordeste peninsular durante la Edad del Bronce. La autora del trabajo destaca, sin embargo, la ausencia de la cebada desnuda y de los mijos que sí parecen constatarse en otros yacimientos del Valle del Cinca. Además de los restos de cariósidos se han recuperado también fragmentos de las espigas de los cereales, en concreto entrenudos de cebada y nudos de trigos desnudos, así como espiguillas de cereales vestidos (*T. dicocum*).

En cuanto a las leguminosas, aparte de dos posibles restos indeterminados, no se han recuperado en el yacimiento. Por el contrario, las plantas silvestres son muy abundantes estando representadas por 42 taxones diferentes. Las especies más frecuentes son sobre todo algunas gramíneas como *Lolium* y *Bromus*, ciperáceas como *Scirpus* y *Carex* y, otras como *Malva*, *Astragalus* y *Lithospermum*. El resto de los taxones aparecen representados con menor número de restos,

Tabla 1. Continuación

	Silos	Cabaña 5	Cabaña 1 FO-50	Cubeta metalúrgica	Fosa 5	Fosa 35	Llar 36	Soporte contenedor 40	Estructura FC13 11	FC19	E532	E576	E577	E575
Plantas silvestres														
<i>Rubus cf. fruticosus</i>	1													
<i>Rubus</i>	1													
<i>Rumex</i>	2													
<i>Scirpus</i>	9													
<i>Sherardia arvensis</i>	6													
<i>Silene</i>	4													
<i>Stellaria</i>	27													
<i>Suaeda</i> t.	1	1					6							
<i>Teucrium / Ajuga</i>	1													
<i>Torilis</i> cf.	2													
<i>Trigonella astroites</i> t.	1													
<i>Trigonella</i>	7						2							
<i>Trinia glauca</i>	3													
cf. <i>Valerianella</i>	1													
Otros														
<i>Cenococcum geophyllum</i>	158	1												
cf. <i>Rosmarinus</i> (fragmento de hoja)	48													
cf. <i>Cistus clusii</i> (fragmento de hoja)	3													
cf. <i>Pistacia</i> (frag. de hoja)	8													
Indeterminados	95						10	5						



Figura 2. Restos de bellotas del yacimiento de Minferri (Foto: SRI - Universitat de Lleida)

habiendo apenas una o dos menciones en las muestras estudiadas.

La identificación de estos restos ha permitido clasificar las diferentes especies en comunidades vegetales. Entre las mejor representadas están las plantas arvenses y ruderales en las que se integran taxones como: *Ajuga chamaepitys*, *Atriplex patula*, *Bromus sterilis*, *Centaurea*, *Chenopodium album*, *Ch. glaucum*, *Coronilla*, *Galium aparine*, *Glaucium corniculatum*, *Lithospermum*, *Lolium* cf. *perenne/rigidum*, *Malva*, *Neslia paniculata*, *Papaver rhoeas*, *Polygonum aviculare*, *P. convolvulus*, *Portulaca oleracea*, *Reseda lutea*, *Sherardia arvensis*, *Stellaria*, cf. *Torilis* y cf. *Valerianella*. La recolección de especies silvestres para uso humano se constata por la presencia de varias especies como la mora (*Rubus fruticosus*), bellotas (*Quercus*) (Fig. 2), el lentisco (*Pistacia lentiscus*) o el endrino (*Prunus spinosa*).

Más información

Alonso (1999)



MONTCORTÈS

Pallars Sobirà, Lleida
Holoceno tardío (3050 años cal BP – actualidad)

El Lago Montcortès (42° 19' N, 00° 59' E; 1027 m s.n.m.) se encuentra ubicado en una cuenca pequeña de unos 1,4 km² de extensión, alimentada principalmente por aguas subterráneas y enclavada en una zona kárstica (Fig. 1) El lago posee una forma aproximadamente arriñonada, con un diámetro entre 400 y 500 m, una superficie de unos 0,14 km² y una profundidad máxima de unos 32 m, y es uno de los pocos enclaves peninsulares donde se han encontrado sedimentos varvados. En cuanto a la vegetación actual, cabe señalar que el lago se encuentra en el límite altitudinal entre los pisos supramediterráneo y montano (Fig. 2). Para esta zona de transición, se han documentado cuatro formaciones forestales principales: (i) los bosques de *Quercus ilex* subsp. *ballota* representativos del piso supramediterráneo; (ii) los robledales de *Q. pubescens* típicos del piso montano; (iii) los bosques de coníferas dominados por *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*; y (iv) los bosques de *P. sylvestris*. Alrededor del lago, existe un

cinturón de vegetación litoral dominado por especies de *Juncus*, *Scirpus*, *Phragmites*, *Typha* y *Sparganium*.

La dinámica de la vegetación y el paisaje del Lago Montcortès desde la Edad del Bronce tardía hasta principios de la época medieval ha sido estudiada con una resolución multi-decadal (10 años de media por intervalo de muestra), mediante el análisis polínico de la secuencia compuesta por los sondeos MONo4-3A-1K y MONo4-4A-1K (Fig. 3). La primera zona polínica (P-1: 3050-2720 años cal BP, 1100-770 a. C.) corresponde a la Edad de Bronce tardía y se caracteriza por una alta representación de taxones arbóreos, siendo *Quercus* (caducifolios y perennifolios) el género dominante. La existencia de especies arbóreas propias de bosques de ribera (*Alnus* y *Corylus*, representantes polínicos de las especies *A. glutinosa* y *C. avellana*) junto con la ausencia de indicadores de actividades humanas (granos de polen de plantas cultivadas, cenizas como indicadores



Figura 1. Lago Montcortès. Vista aérea del lago y alrededores (Fuente: Atlas electrónico de Cataluña: http://hipermapa.ptop.gencat.cat/hipermapa/client/151208/base_high_cat.html)



Figura 2. Lago Montcortès. Vista de los alrededores y el entorno del lago (Foto: Queralt Boix)

de incendios o esporas de hongos coprófilos (indicadores de pastoreo), se interpretó como un periodo de presión antrópica baja o nula. La zona P-2 (2720-2130 años cal BP, 770-180 a. C.) se caracteriza por la dominancia de *Quercus perennifolios*, con contribuciones importantes de *Quercus caducifolios* y *Pinus*, y un aumento de la vegetación herbácea. Durante esta fase, coetánea a la Edad del Hierro, se registra el comienzo de las actividades humanas en la cuenca a través de quemas, cultivo de cereales y presencia de ganado, y la desaparición de los bosques ribereños de *Alnus* y *Corylus* característicos de la zona anterior (Rull *et al.* 2021).

La zona P-3 (2130-1690 años cal BP, 180 a. C. – 260 AD) se caracteriza por el reemplazo en la dominancia de *Quercus perennifolios* por *Pinus*. La primera mitad de esta zona, que representa el inicio del periodo romano, registra una disminución de parámetros indicadores de actividades humanas, así como un aumento de la abundancia de *Corylus*. El retorno de las prácticas agrícolas y el aumento de las formaciones de *Juniperus-Buxus* marcan el inicio de la segunda fase de esta zona, alrededor de 100 AD. Al inicio de la siguiente zona (P-4: 1690-1370 años cal BP, 260-580 AD) se produce una disminución puntual en la abundancia de *Pinus* sincrónica con un aumento de algunos indicadores de cultivo (principalmente *Cerealia*, *Artemisia* y *Plantago*). Los valores bajos de cenizas durante esta zona sugieren que la explotación de los bosques se pudo realizar a través de la tala de árboles en lugar del uso de quemas. Las

actividades humanas alcanzaron su máximo alrededor de 1650 años cal BP (300 AD), y comenzaron un ligero declive posteriormente. Durante la zona P-5 (1370-1190 años cal BP, 580-760 AD) los bosques a nivel regional parecen sufrir un cambio significativo en la composición, con la desaparición de *Quercus caducifolios* y el aumento de *Quercus perennifolios*. La mayoría de los cultivos presentes en la zona anterior son sustituidos por gramíneas y *Cannabis*, y se registra un aumento en la abundancia de esporas de hongos coprófilos. Estas evidencias señalan conjuntamente un cambio en la cuenca hacia una mayor apertura del paisaje, en el que las actividades de pastoreo durante el periodo Medieval temprano son notables. La zona P-6 (1190-1130 años cal BP, 760-820 AD) se caracteriza por una composición forestal similar a la zona anterior, y la desaparición de *Cannabis*.

El análisis polínico de los 3,60 m superiores del sondeo MON-04-1A-1K comprende el último milenio con una resolución multi-decadal, con un promedio de aproximadamente 33 años por intervalo de muestra. El diagrama polínico se subdividió en 6 zonas (Fig. 4), que se usaron para identificar las tendencias principales en la dinámica del paisaje a través del análisis de granos de polen y esporas, así como de NPPs. Los primeros estudios de los sondeos del lago se llevaron a cabo con un modelo de edad basado en la utilización de muestras datadas por carbono 14 . Con posterioridad a la publicación de estos primeros trabajos, y gracias a la mejora

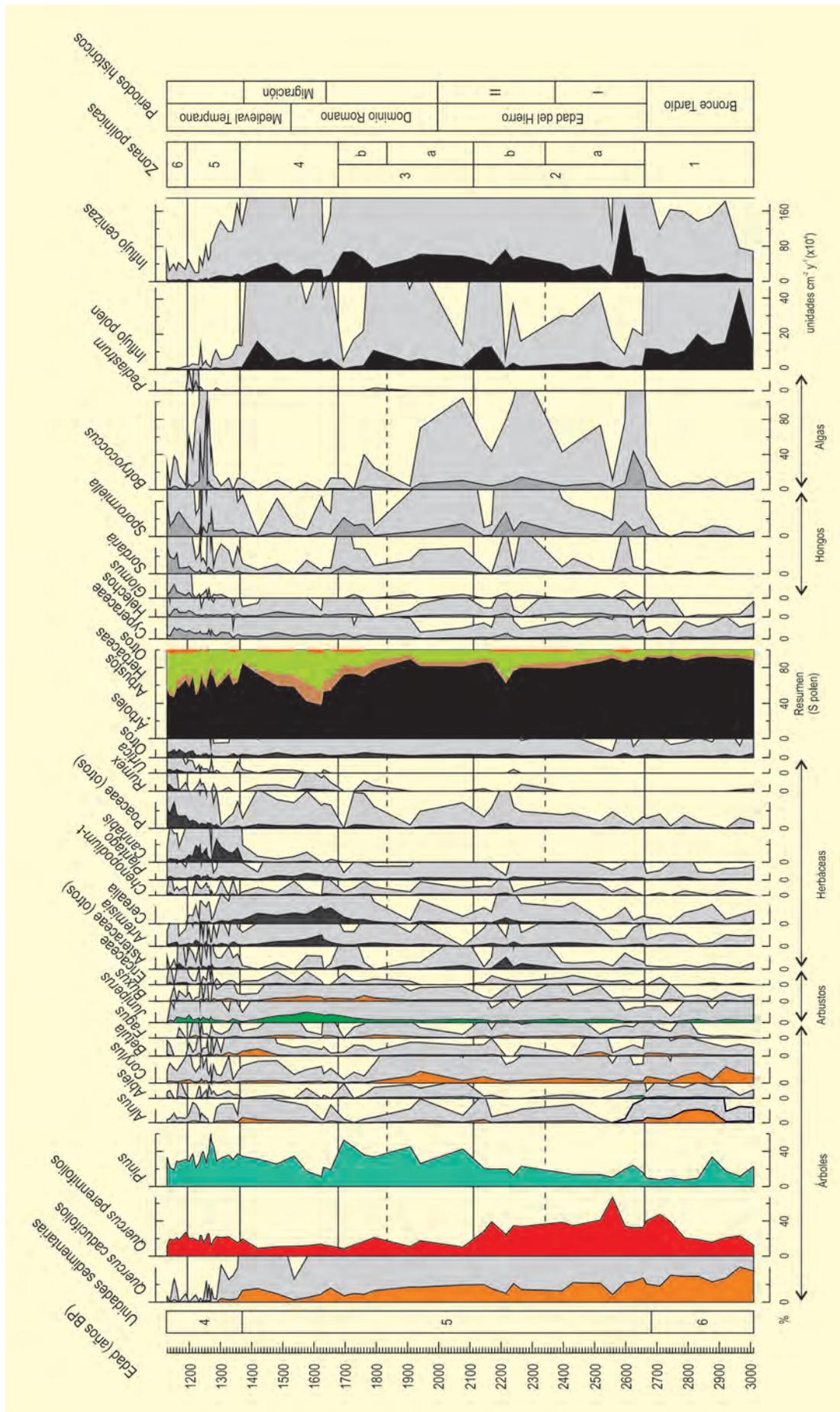


Figura 3. Diagrama polínico general desde la edad de Bronce tardía hasta principios de la época medieval del lago Montcortès, expresado en porcentajes. Las líneas negras representan exageración 10x. Modificado de Rull et al. (2021)

continua del modelo de edad a través de la identificación de las laminaciones anuales de calcita biogénica de las varvas, se ha conseguido aumentar la precisión y resolución de la cronología ofrecida para los sondeos del lago. La actualización del modelo de edad utilizado ha resultado sin embargo en el uso de diferentes edades en las publicaciones originales (Rull *et al.* 2011; Montoya *et al.* 2018; Trapote *et al.* 2018). Para este capítulo, se han utilizado las zonas polínicas originalmente definidas en Rull *et al.* (2011), relacionadas con las profundidades del sondeo (en cm) y las edades inferidas en los estudios publicados más recientemente (Montoya *et al.* 2018; Trapote *et al.* 2018).

La zona M-1 (360-325 cm, 828-915 AD) se caracteriza por la dominancia de *Pinus*, seguido de otros árboles como *Quercus* perennifolios, lo que sugiere la presencia de un bosque de coníferas alrededor de la cuenca (Fig. 5). El análisis polínico más detallado de las tendencias de indicadores relacionados con prácticas agrícolas así como el análisis de NPPs, permitió interpretar esta zona como un periodo de apertura o limpieza de la vegetación forestal a través de la realización de quemas y de la existencia de pastoreo en las cercanías del lago. Dichas prácticas se produjeron a nivel local de la cuenca y continuaron durante la primera parte de la siguiente zona polínica. El comienzo de la zona M-2 (325-203 cm, 915-1185 AD) estuvo marcado por una pronunciada disminución de los bosques de coníferas y por una alta concentración de cenizas (indicadores de incendios) siguiendo la tendencia iniciada en la zona anterior. Esta zona aparece dominada por Poaceae y *Plantago*, haciendo aparición los cultivos herbáceos (*Cannabis*), junto con la presencia de árboles cultivados (mayoritariamente *Olea*) hacia la mitad de la fase. Dadas las características climáticas de la zona, y la dispersión de los granos de polen de estas especies, es probable que estos dos cultivos (*Cannabis* y *Olea*) se produjeran en elevaciones inferiores. A partir de estos datos se dedujo un periodo de uso intensivo del terreno, principalmente para el cultivo de cereales, después de la reducción drástica del bosque a través de incendios.

En la zona M-3 (203-112 cm, 1185-1373 AD), los prados y cultivos herbáceos dominantes en el intervalo anterior muestran una tendencia al declive, siendo notable el establecimiento de un matorral mediterráneo bajo después de un incremento en la incidencia del

fuego (Fig. 4). Los taxones ruderales como *Artemisia* también muestran un aumento hacia la mitad de la zona polínica, justo antes de un incremento de *Olea*. En la actualidad, la asociación del matorral bajo corresponde a comunidades del orden *Rosmarinetalia officinalis*, característico de zonas bajas calcáreas mediterráneas en ambientes secos, ubicada a altitudes menores de 800 m. Su presencia en la zona sugirió un desplazamiento altitudinal ascendente de la vegetación, probablemente debido a un aumento de las temperaturas medias entre 1100 y 1350 AD durante la Anomalía Climática Medieval. Durante esta época, las principales actividades agrarias continuaron bien presentes en la zona, a través de cultivos de *Secale*, *Triticum/Avena*, *Olea* (procedente de regiones altitudinales inferiores) o *Castanea*, y plantas ruderales como *Artemisia*, *Plantago*, *Chenopodium* o *Rumex*. Otra actividad antrópica importante durante la fecha fue la ganadería, con el inicio de la trashumancia vertical y horizontal a gran escala de ganado ovino, así como del uso de estiércol como fertilizante para la agricultura.

En la zona M-4 (112-72 cm, 1373-1590 AD) se observa un aumento drástico del bosque de coníferas y la disminución de prados y especies ruderales, principalmente *Artemisia* (Figs. 4 y 5). El descenso general de los taxones relacionados con las actividades humanas, así como la baja incidencia de fuegos, se interpretaron como resultado de un periodo de baja presión antrópica entre 1400 y 1560 AD. El aumento de taxones forestales como bosques de coníferas y de *Quercus* caducifolios, junto con el aumento de *Corylus* y el declive de *Artemisia*, sugiere un aumento moderado de la humedad ambiental. A su vez, la disminución del matorral bajo en esta zona se interpretó como la existencia de un contexto climático más frío que el del intervalo anterior. A través de un sondeo paralelo (MONT-0713-G05) se han podido analizar los últimos 500 años a más alta resolución (6 años por muestra) lo que permitió aumentar el detalle del estudio de la dinámica y los cambios en la vegetación. Este estudio confirma la tendencia al declive en las actividades humanas a partir del siglo XV, probablemente causado por una combinación de varios factores entre los que se incluyen el clima y la inestabilidad política y social en la región (incluyendo la rebelión agrícola y la guerra del Pallars durante la segunda mitad del siglo XV), que desencadenaron una emigración hacia zonas altitudinales más bajas (Rull & Vegas-Vilarrúbia

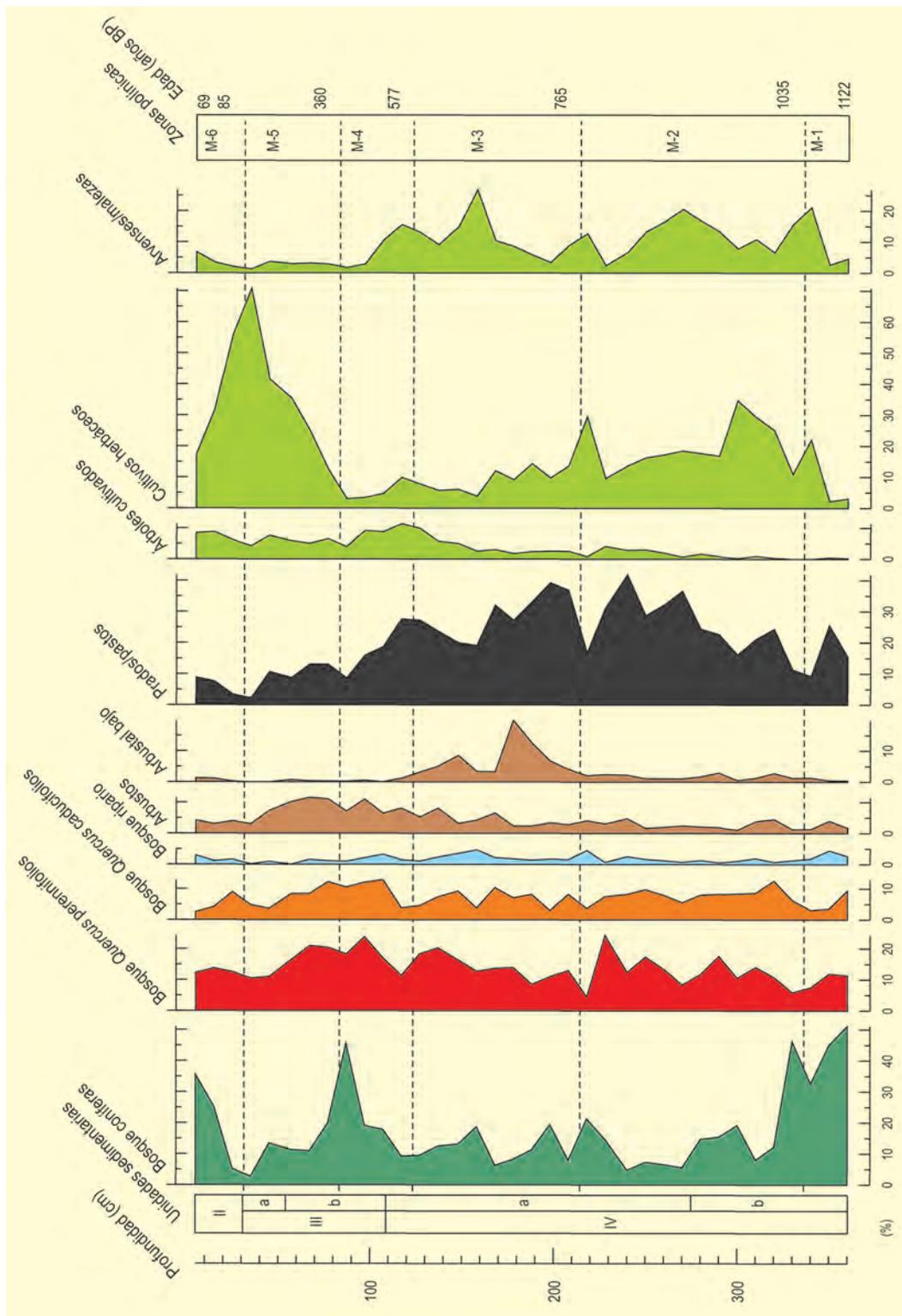


Figura 5. Diagrama polínico de las principales agrupaciones vegetales del lago Montcortès durante el último milenio, expresado en porcentajes. Modificado de Rull et al. (2011)

2015; Trapote et al. 2018). Tras este periodo, el uso de terreno comenzó a intensificarse de nuevo a partir de 1536 AD.

En la zona M-5 (72-20 cm, 1590-1865 AD) se registra una disminución general de todos los grupos polínicos,

exceptuando un aumento considerable de *Cannabis*, así como el incremento de los fuegos, lo que apoya la hipótesis del retorno de las actividades humanas en las proximidades del lago a partir de 1620 AD (Fig. 4). Esta segunda fase agrícola difiere de la anterior por la dominancia del cáñamo respecto a otros cultivos. El uso del

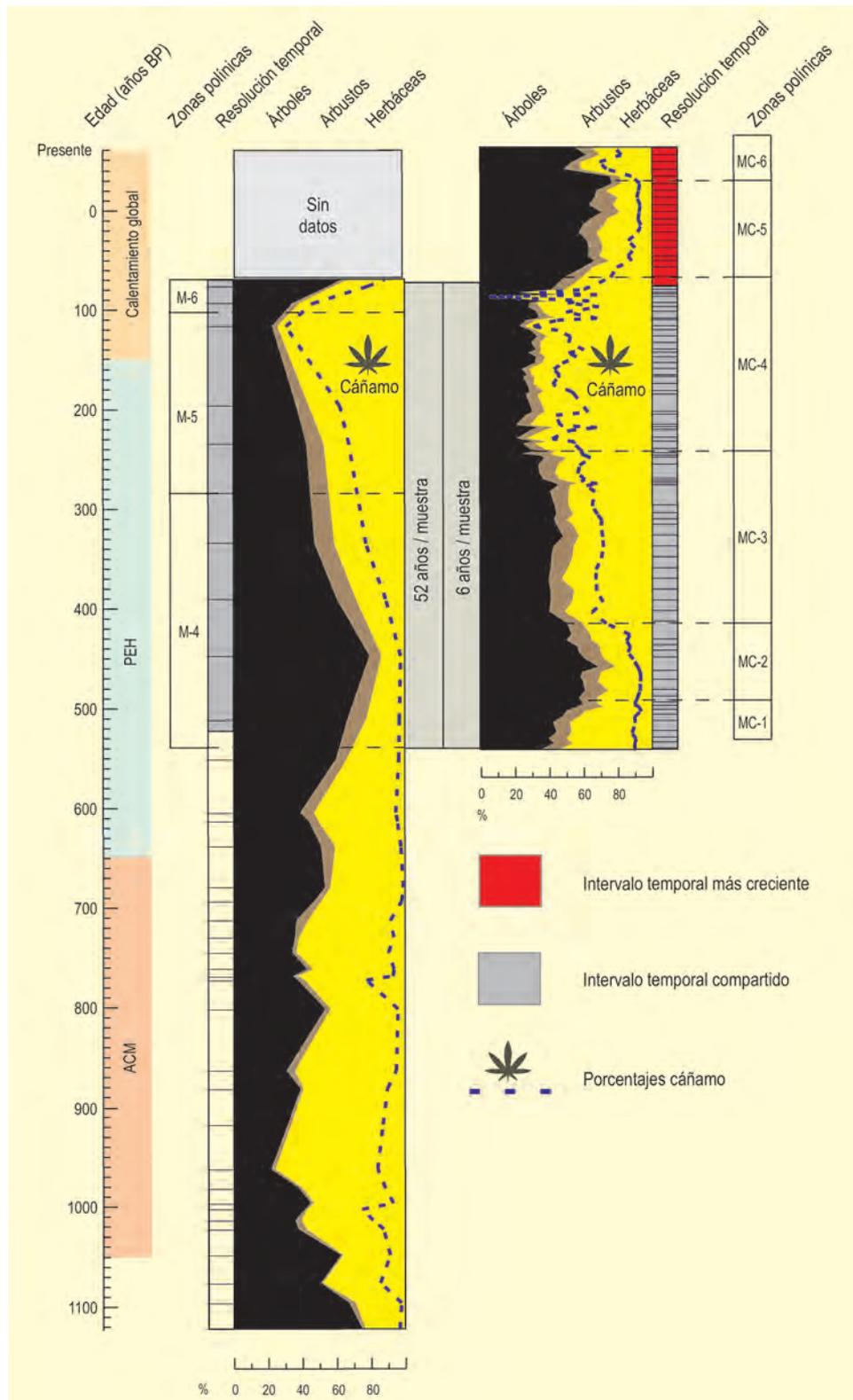


Figura 6. Diagrama resumen comparativo de los resultados palinológicos obtenidos para el último milenio del lago Montcortès publicados en Rull *et al.* (2011) y Trapote *et al.* (2018), expresados en porcentajes. La zona coloreada en gris corresponde con el intervalo de edad estudiado en ambos trabajos, mientras que la zona en rojo representa la sección más reciente, solo estudiada en Trapote *et al.* (2018). Las líneas horizontales representan la resolución de muestreo. Redibujado de Trapote *et al.* (2018)

cáñamo estaba principalmente destinado durante este tiempo a la fabricación de tejidos, y para la extracción y manejo de las fibras es necesario el macerado de la planta en agua. En este sentido, el escenario más probable es que el cáñamo se cultivase en localidades más bajas, y que las concentraciones tan altas registradas en el Lago Montcortès durante esta zona polínica se deban al uso del lago durante el mismo proceso de maceración. La alta concentración de polen de cáñamo registrada entre 1720 y 1880 AD se produjo durante un momento histórico marcado por el aumento de la actividad naval en España, en el que las fibras se usaban principalmente para confeccionar velas y cuerdas de barcos. Para cumplir la demanda del comercio naval transcontinental en expansión, en el siglo XVIII el cultivo de cáñamo se impuso como obligatorio a los terratenientes. En cuanto a la ganadería, las prácticas de trashumancia así como el aumento de arreadores a raíz del establecimiento de nuevas rutas de comunicación entre localidades se sugieren como actividades importantes en la zona hasta finales del siglo XVIII. La zona más reciente del sondeo publicado en Rull *et al.* (2011), llamada M-6 (20-5 cm, 1865-1881 AD), muestra una disminución abrupta del cultivo de cáñamo y de nuevo la expansión del bosque de coníferas. En cuanto al uso del terreno, la silvicultura y la ganadería representan las actividades principales propias de una economía de subsistencia previa al inicio del pre-capitalismo o periodo pre-industrial. El análisis de alta resolución del sondeo MONT-0713-Go5, realizado en 2013, muestra el siglo XX como un periodo de abandono de las tierras y baja presión antrópica. La zona polínica que abarca desde 1886 hasta 1971 AD (MC-5, Figura 6) se caracteriza por una notable disminución de indicadores de actividades humanas (descenso de *Can-*

nabis, *Secale*, cenizas o esporas de hongos coprófilos), y un aumento de los taxones forestales (*Pinus*, *Quercus*, *Betula* y *Juniperus*). La zona más reciente (MC-6: 1978-2013 AD) muestra un nuevo aumento, aunque bastante menor que el anterior, en la abundancia de *Cannabis*, y de algunos árboles como *Pinus* y en menor medida *Quercus* perennifolios. El aumento en la abundancia de *Cannabis* sincrónico a la disminución del resto de indicadores de actividades antrópicas se interpretó como la señal regional de su cultivo, esta vez posiblemente relacionado con la industria papelera.

Los registros palinológicos analizados hasta la fecha reflejan cómo el papel de los humanos ha sido crucial en los cambios producidos en la vegetación y el establecimiento del actual paisaje de Montcortès desde la Edad de Hierro. La huella antrópica en esta localidad parece ser por tanto anterior a la información generada a nivel regional para los Pirineos, en general, donde el impacto humano había sido considerado muy bajo o nulo hasta el periodo medieval. Eventos climáticos severos acontecidos durante el último milenio, como la Anomalía Climática Medieval o la Pequeña Edad de Hielo son aún reconocibles en los espectros polínicos (zona polínica M-3; Fig. 5). Sin embargo, las oscilaciones climáticas menos pronunciadas es probable que queden enmascaradas por la actividad antrópica, especialmente en lo que se refiere a los cambios en la humedad.

Más información

Montoya *et al.* (2018), Rull & Vegas-Vilarrúbia (2014, 2015, 2021), Rull *et al.* (2011, 2021), Trapote *et al.* (2018), Vegas-Vilarrúbia *et al.* (2020)



MONTE AREO

Prelitoral cercano a Gijón, Carreño, Asturias
Holoceno (11229 años cal BP – actualidad)

La turbera de Monte Areo ($43^{\circ} 31' 44''$ N, $05^{\circ} 46' 08''$ O; 200 m s.n.m.) (Fig. 1) está situada en el humedal de la Cañada del Reguerón, en la zona prelitoral central de Asturias, muy cercana a la ciudad de Gijón, bajo un ombroclima húmedo y un clima atlántico con inviernos suaves y húmedos salpicado con períodos eventuales de sequía estival. La Cañada del Reguerón es una cubeta sin drenaje asociada a edafismo hidromorfo. Las carbayedas potenciales oligótrofas no existen como tales, y tan solo se observan algunos robles (*Quercus robur*), castaños (*Castanea sativa*), abedules (*Betula alba*), arraclanes (*Frangula alnus*), avellanos (*Corylus avellana*) y perales silvestres (*Pyrus cordata*). Estos terrenos están ocupados en la actualidad, en su mayoría, por cultivos de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y matorrales sobre sustratos silíceos, con tojos (*Ulex europaeus*), acompañados de distintas especies de ericáceas (*Erica ciliaris*, *E. mackaiana* y *Calluna vulgaris*), así como de *Lithodora prostrata* y *Pteridium aquilinum*. Debido a la degradación de los bosques, también aparecen praderas de siega de comunidades herbáceas que se mantienen antrópicamente. La aliseda (*Alnus glutinosa*) sobre terrenos pantanosos se encuentra muy bien desarrollada en la zona (Fig. 1) y está caracterizada por un sotobosque con

densas macollas de *Carex paniculata* y diversos helechos como *Osmunda regalis* y *Athyrium filix-femina*. Las turberas en el Monte Areo tienen una gran diversidad florística. Las más planas están dominadas por *Juncus bulbosus*, *Anagallis tenella*, *Scutellaria minor* y diversos cárices (*Carex*), mientras que las turberas abombadas están constituidas por especies de esfagnos (*Sphagnum*), *Drosera rotundifolia*, *Erica ciliaris*, *E. tetralix*, etc. En general, la eliminación de la vegetación forestal primigenia, la expansión de formaciones arbustivas como el tojal-brezal, favorecida por los sucesivos eventos de quema y la recurrente ganadería, junto con la plantación de especies forestales alóctonas (como pinos y eucaliptos) son las características comunes de los actuales paisajes colinos de la provincia asturiana.

Existen varios yacimientos arqueológicos en las cercanías de la sierra de Monte Areo que atestiguan la presencia de grupos humanos desde tiempos prehistóricos. Entre ellos, el más destacable es el conjunto megalítico de Monte Areo, formado por túmulos y dólmenes, que se expande desde el Neolítico hasta el Calcolítico en la propia sierra. En otras áreas cerca de la ciudad de Gijón se emplazan otros yacimientos más recientes que cubren las cronologías entre la segunda Edad del Hierro



Figura 1. Vista de la turbera de Monte Areo (izquierda) y de la aliseda pantanosa que hay en sus alrededores (derecha) (Fotos: José Antonio López-Sáez)

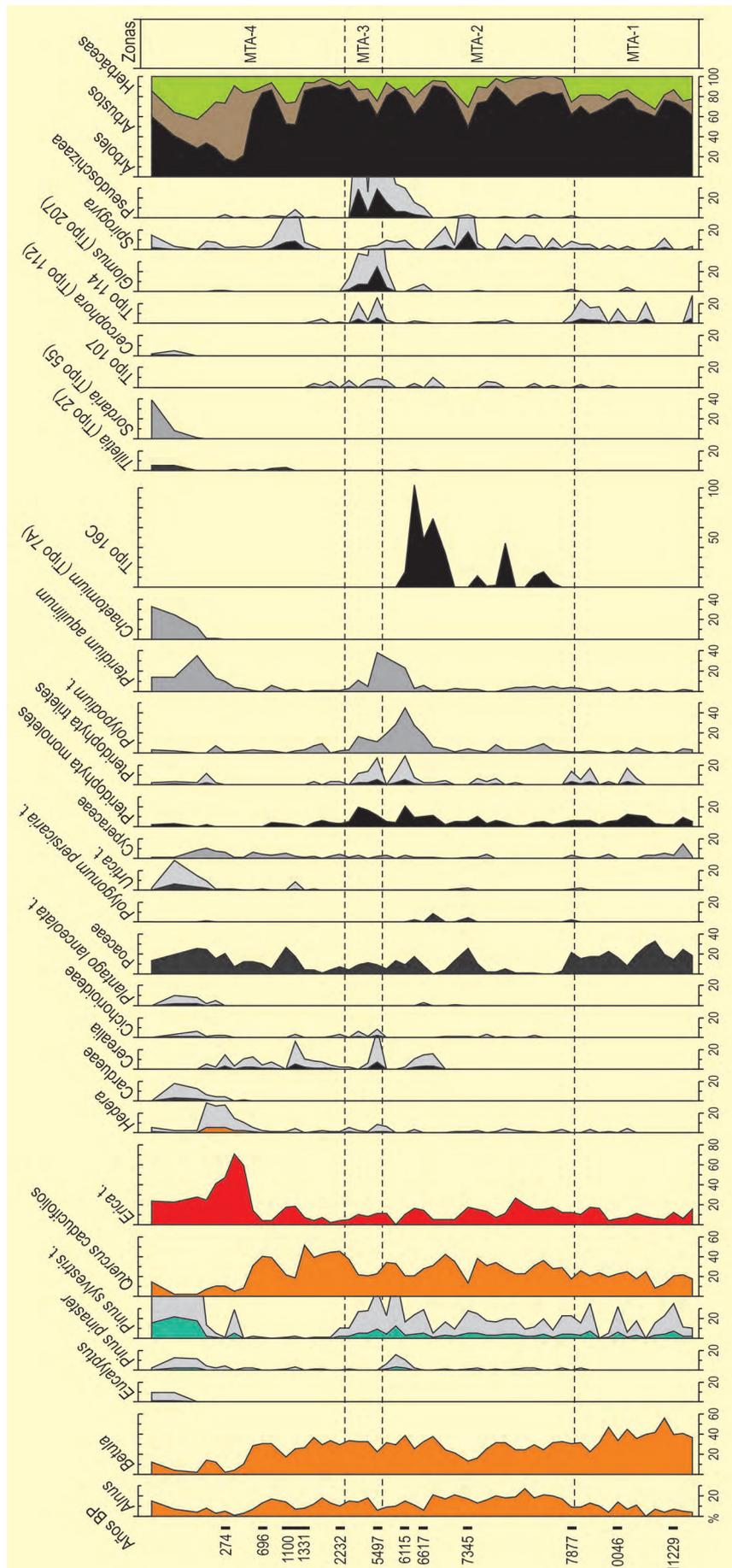


Figura 2. Diagrama polínico sintético de la turbera de Monte Aro. Redibujado de López-Merino (2009) y López-Merino et al. (2010)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Monte Areo (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). López-Merino (2009)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BP	Método
Ua-23610	21.5-24.0	235 ± 40	0-429	274	AMS
Ua-24522	31.5-34.0	760 ± 40	656-761	696	AMS
A-13500	38.0-43.0	1175 ± 50	967-1255	1100	Convencional
Ua-23611	43.0-45.5	1430 ± 40	1288-1391	1331	AMS
Ua-24523	52.5-55.0	2220 ± 40	2146-2336	2232	AMS
Ua-23612	62.5-6.5	4750 ± 50	5325-5589	5497	AMS
Ua-24524	70.0-72.5	5335 ± 50	5991-6276	6115	AMS
Ua-34504	75.0-77.5	5815 ± 50	6495-6736	6617	AMS
Ua-23613	87.0-89.5	6410 ± 55	7252-7429	7345	AMS
Ua-24526	115.0-117.5	7045 ± 60	7731-7976	7877	AMS
Ua-23614	127.5-130.0	8940 ± 70	9786-10234	10046	AMS

y la Época Medieval. Este hecho hace que esta secuencia resulte ideal para estudiar el modo de vida de los grupos que habitaron esta zona o sus alrededores y su impacto.

El registro sedimentario de Monte Areo abarca el Holoceno (Tabla 1) y un resumen de los datos polínicos puede observarse en la figura 2. Estos espectros polínicos se han dividido en cuatro zonas polínicas (López-Merino *et al.* 2010). El inicio de la secuencia (MTA-1, 11600-8000 años cal BP) se caracteriza por los altos porcentajes de *Betula*, siendo el tipo polínico dominante. Su carácter heliófilo probablemente le favoreció como colonizador al inicio del Holoceno. Los valores de *Pinus sylvestris*, en cambio, son muy bajos, y se explicarían como un vestigio de la vegetación arbórea que debió de existir en las fases más frías y secas del Dryas reciente. Adicionalmente, *Alnus* y los *Quercus* caducifolios están bien desarrollados desde el comienzo del Holoceno.

La zona polínica MTA-2 (8000-5500 años cal BP) muestra un incremento general de los valores de polen arbóreo, sobre todo debido a la proliferación de los robles y alisos a expensas de las formaciones de *Betula*. También durante esta zona ocurre una gran aumento de los porcentajes del tipo esporal MNP T16C, lo que probablemente esté haciendo referencia a condiciones más secas o a una mayor evapotranspiración como consecuencia de las temperaturas más elevadas que caracterizan el Óptimo Climático. De esta última manera también pueden interpretarse los altos valores de

Spirogyra, puesto que necesita altas temperaturas primaverales para su esporulación, y la aparición esporádica de *Pinus pinaster*, que viviría sobre sustratos arenosos cercanos a la costa. En esta zona se detectan dos episodios puntuales en los que se produce un descenso de los valores arbóreos. El primero de ellos (90-85 cm) se caracteriza por el gran descenso de *Quercus* caducifolios y *Betula*, el incremento de los porcentajes de *Erica* y la aparición de un elenco de palinomorfos relacionados con actividades antrópicas (Cichorioideae, *Plantago lanceolata*, *Polygonum persicaria* y *Urtica dioica*), y podría ser consecuencia de un impacto pastoril temprano. Mientras que el segundo (80-75 cm) corresponde con el inicio del cultivo de cereal en la zona desde inicios del Neolítico y está acompañado por microfósiles indicadores de procesos erosivos como *Glo-mus* y *Pseudoschizaea* y por un incremento de los helechos que, probablemente, ocuparían las áreas clareadas.

En MTA-3 (5500-2200 años cal BP) se observa un descenso de la cobertura arbórea, lo cual puede estar relacionado con dos procesos diferentes. El primero es una segunda fase en el cultivo del cereal durante finales del Neolítico, que muestra los valores más altos de toda la secuencia y que, como en la zona anterior, se relaciona con el incremento de procesos erosivos y otros indicadores antrópicos. El segundo proceso podría ser el empeoramiento de las condiciones ambientales marcadas por el inicio de la neoglaciación, tal y como se observa con la desaparición de *Pinus pinaster* y los menores porcentajes de *Spirogyra*.

En el inicio de la última zona polínica, MTA-4 (2200 años cal BP-actualidad), se observa la recuperación del roble y un rápido descenso de los indicadores de procesos erosivos. Además, se produce la aparición de *Tilletia sphagni*, hecho consistente con los cambios observados en la estratigrafía de la secuencia que pasa de limos orgánicos a turba e indica el inicio de la formación de la turbera de Monte Areo. Tras la recuperación arbórea inicial se detectan dos nuevas fases de declive de las formaciones forestales. La primera de ellas (40-35 cm) ocurre a inicios de la Edad Media y coincide con un tercer incremento de los valores de Cerealia acompañado de la ocurrencia de taxones ruderales (*Urtica dioica* y Cichorioideae). En cambio, la segunda (27-0 cm) acontece desde Época Moderna y

representa un cambio mucho más dramático en el paisaje, ya que se detecta la introducción de especies alóctonas (*Eucalyptus*), la reforestación con pinos y una larga modificación de la estructura de la vegetación debido al uso continuado del fuego (*Chaetomium*) y al pastoreo (*Sordaria* y *Cercophora*). En paralelo aumentan marcadamente los porcentajes arbustivos, indicando el desarrollo de los característicos tojales-brezales, y tipos herbáceos relacionados con el impacto humano (Cichorioideae, *Plantago lanceolata*, *Urtica dioica* y Cardueae) que caracterizan los paisajes actuales en la zona.

Más información

López-Merino (2009), López-Merino *et al.* (2010)



MONTES DE VALSAÍN

Real Sitio de San Ildefonso, Segovia
Holoceno (~2500 años cal BP – actualidad)

Los Montes de Valsaín se encuentran en la vertiente noroccidental de la Sierra de Guadarrama, en la provincia de Segovia (Fig. 1). Actualmente forman parte del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama y su Área Periférica de Protección. La roca madre es silíceo, fundamentalmente granitos y gneises, por lo cual los suelos son de reacción ácida. El clima dominante es mediterráneo de montaña con matices continentales. En la parte inferior de los Montes de Valsaín (a 1200 m s.n.m.), donde se encuentran las turberas estudiadas, se registran una temperatura media anual de 10 °C ($T_{\text{Enero}} = 3 \text{ °C}$, $T_{\text{Julio}} = 19 \text{ °C}$), una precipitación media anual de 700 mm y una sequía estival poco acusada que dura unos 2 meses.

Se pueden distinguir varias formaciones forestales de consideración que se distribuyen fundamentalmente según pisos altitudinales. En el piedemonte de la Sierra de Guadarrama, donde la sequía estival es más severa, se pueden hallar encinares dominados por *Quercus ilex* subsp. *ballota*, que ascienden hasta unos 1000-1200 m s.n.m. Según se asciende en altitud, la sequía estival se acorta y atenúa, y los encinares son sustituidos por melojares de *Quercus pyrenaica*, que suelen desempeñar un papel dominante o codominante hasta unos 1500-1700 m s.n.m. El piso forestal superior en la Sierra de Guadarrama lo ocupan los pinares albares de *Pinus sylvestris*, que se extienden entre el piso del melojar y el límite forestal superior (normalmente situado a 1900-2100 m s.n.m.), donde contactan con piñales (*Cytisus oromediterraneus*) y enebrales rastreros (*Juniperus communis* subsp. *alpina*).

En los Montes de Valsaín se sondan tres pequeñas turberas con una sonda rusa. Dos de ellas, Arroyo de las Cárcavas ($40^{\circ} 50' 31'' \text{ N}$, $4^{\circ} 1' 53'' \text{ O}$, 1300 m s.n.m., 30 m de diámetro) y Arroyo de Navalacarreta ($40^{\circ} 51' 8'' \text{ N}$, $4^{\circ} 1' 52'' \text{ O}$; 1250 m s.n.m., 25 m de diámetro, Figs. 2 y 3), se ubican en pequeñas navas (hondonadas) en la



Figura 1. Entorno de Cárcavas en los Montes de Valsaín, Sierra de Guadarrama (Foto: César Morales)

zona inferior del pinar de *Pinus sylvestris*, mientras que la tercera, Arroyo de Valdeconejos ($40^{\circ} 51' 44'' \text{ N}$, $4^{\circ} 3' 35'' \text{ O}$, 1380 m s.n.m., 40 m de diámetro), se encuentra en un cordal abierto situado en el ecotono entre el melojar y el pinar albar. En Cárcavas y Navalacarreta se recuperan testigos de 149 y 135 cm de longitud respectivamente, mientras que en Valdeconejos la secuencia sedimentaria recuperada tuvo 203 cm de longitud, pero solo los 147 cm superiores contenían polen bien conservado. La cronología de las distintas secuencias sedimentarias se estableció mediante datación radiocarbónica por AMS de muestras fundamentalmente de turba y macrofósiles de plantas terrestres (Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia del Arroyo de las Cárcavas (Montes de Valsain, Segovia). Las edades radiocarbónicas fueron calibradas con el programa CALIB 7.1 (Stuiver & Reimer 1993) y la curva de calibración INTCAL13 (Reimer *et al.* 2013). Morales-Molino *et al.* (2017b)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
UBA-26703	62–63	280 ± 25	433–159	Escamas seminíferas de <i>Pinus sylvestris</i> , peridermis de conífera, corteza
UBA-29826	100–104	1.850 ± 30	1.865–1.715	Acículas de <i>Pinus</i> , peridermis de conífera
UBA-26704	110	1.860 ± 35	1.875–1.714	Ramilla de <i>Pinus</i>
UBA-25290	136	1.850 ± 35	Rechazada	Madera de <i>Pinus t. sylvestris</i>
UBA-25291	145–146	2.320 ± 30	2.376–2.184	Sedimento orgánico

Tabla 2. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia del Arroyo de Navalacarreta (Montes de Valsain, Segovia). Las edades radiocarbónicas fueron calibradas con el programa CALIB 7.1 (Stuiver & Reimer 1993) y la curva de calibración INTCAL13 (Reimer *et al.* 2013). Morales-Molino *et al.* (2017b)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
UBA-26705	80	480 ± 25	537–502	Madera de <i>Pinus</i> tipo <i>sylvestris</i>
UBA-25292	121–122	610 ± 30	654–547	Madera de <i>Pinus t. sylvestris</i>
UBA-26706	126–127	680 ± 30	680–561	Madera y carbón de <i>Pinus t. sylvestris</i>
UBA-29825	130–134	5.150 ± 35	Rechazada	Carbón
UBA-25293	133–134	2.350 ± 30	Rechazada	Sedimento orgánico

Tabla 3. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia del Arroyo de las Cárcavas (Montes de Valsain, Segovia). Las edades radiocarbónicas fueron calibradas con el programa CALIB 7.1 (Stuiver & Reimer 1993) y la curva de calibración INTCAL13 (Reimer *et al.* 2013), con la excepción de la muestra UBA-26699 que fue calibrada con el programa CALIBomb (Hua *et al.* 2013). Morales-Molino *et al.* (2017b)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
UBA-26699	32–33	102,5 ± 0,3 pMC	-5,4/-6,9	Turba
UBA-26700	62–63	40 ± 25	254/-5	Turba
UBA-26701	100–101	130 ± 30	275–9	Turba
UBA-25288	116–117	380 ± 35	508–316	Turba
UBA-26702	130–131	150 ± 30	Rechazada	Turba limosa
UBA-29831	140–146	3.220 ± 30	Rechazada	Carbón
UBA-25289	146–147	1.960 ± 35	Rechazada	Sedimento orgánico



Figura 2. Testigo de Cárcavas. Uno de los registros de Montes de Valsain (Foto: César Morales)

La secuencia del Arroyo de las Cárcavas muestra un dominio ininterrumpido del pinar de *Pinus sylvestris* durante los últimos aproximadamente 2500 años, como indican los altos porcentajes de polen de pino (70-90 %) y el registro casi continuo y abundante de estomas de *Pinus* (Fig. 4). La muestra basal se corresponde con la zona polínica CAR-1 (~2350 años cal BP) y recoge la menor abundancia de polen de *Pinus* de toda la secuencia, así como una cierta presencia de *Quercus pyrenaica*, abundancias notables de Poaceae, Cichorioideae y *Artemisia*, y el máximo de partículas de carbón microscópico,

lo cual apunta al uso del fuego para abrir claros en el pinar. Posteriormente, durante la zona CAR-2 (2350-650 años cal BP) aumenta la abundancia de polen de *Pinus* al tiempo que disminuye la de Poaceae. La tasa de acumulación de carbón microscópico es variable, pero muestra dos máximos secundarios datados entre 2350 y 1800 años cal BP y 1100 años cal BP. Tras este último máximo se produjeron incrementos en los valores de *Sedum*, *Pteridium* y el hongo coprófilo *Sporormiella*, que podría interpretarse como una utilización premeditada del fuego por los habitantes locales para favorecer el uso pastoral del pinar. Finalmente, la zona CAR-3 (650 años cal BP – actualidad) presenta los porcentajes máximos de polen de *Pinus* y tasas de acumulación de carbón bastante bajas hasta un último repunte entre 300 y 50 años cal BP.

El pinar albar fue también la vegetación dominante en el entorno de la turbera de Navalacarreta durante los últimos 700 años, como indican dominancia clara de polen de *Pinus* (70-90 %) y el registro continuo de estomas de pino desde 550 años cal BP (Fig. 5). En la zona NVC-1 (650-620 años cal BP) el polen de *Pinus*



Figura 3. Turbera de Cárcavas, Montes de Valsain (Foto: César Morales)

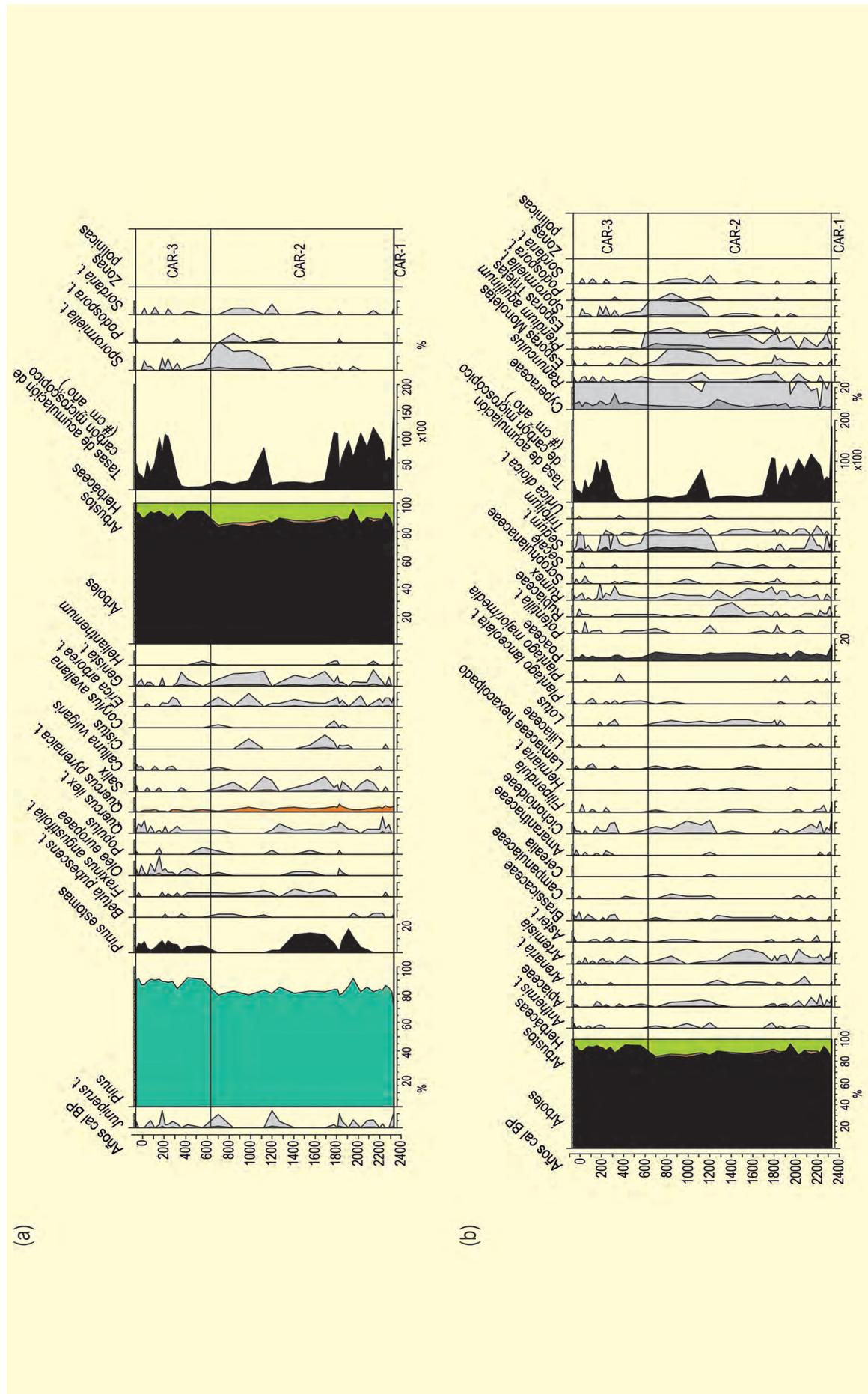


Figura 4. Diagrama resumen de la secuencia paleoecológica del Arroyo de las Cárcavas (Montes de Valsain, Segovia). a: Árboles, arbustos, tasa de acumulación de partículas microscópicas de carbón y hongos coprófilos. b: Herbáceas, tasa de acumulación de partículas microscópicas de carbón, plantas acuáticas, helechos y hongos coprófilos. Las exageraciones son 10x. Modificado de Morales-Molino et al. (2017b)

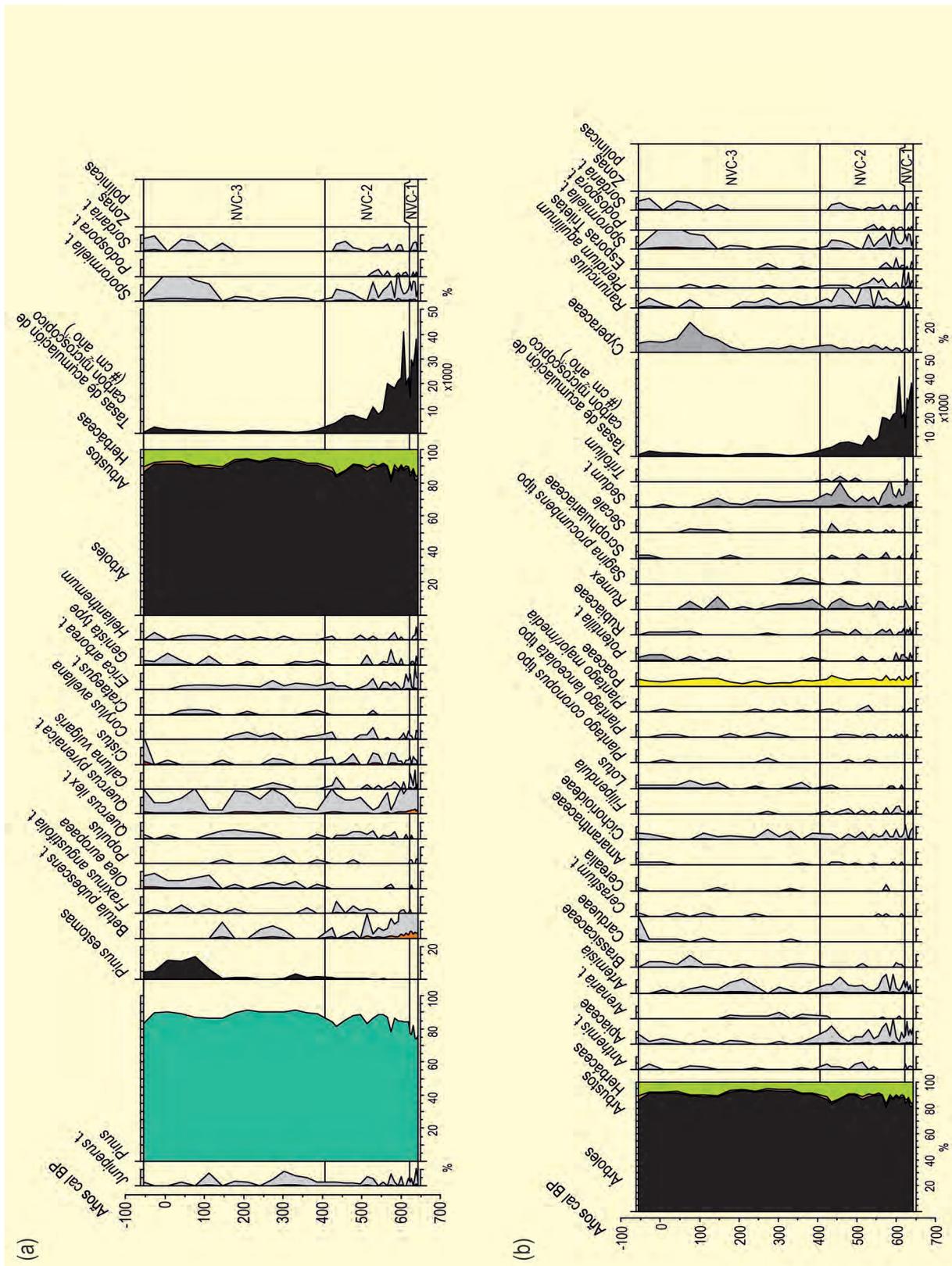


Figura 5. Diagrama resumen de la secuencia paleoecológica del Arroyo de Navalcarreta (Montes de Valsain, Segovia). a: Árboles, arbustos, tasa de acumulación de partículas microscópicas de carbón y hongos coprófilos. b: Herbáceas, tasa de acumulación de partículas microscópicas de carbón, plantas acuáticas, helechos y hongos coprófilos. Las exageraciones son 10x. Modificado de Morales-Molino et al. (2017b)

predomina (75-80 %) entre los árboles, acompañado por *Betula*, *Corylus* y *Quercus pyrenaica*, mientras que Poaceae y *Sedum* son los tipos polínicos herbáceos más abundantes. Durante esta etapa, la tasa de acumulación de partículas de carbón es alta y el hongo coprófilo *Sporormiella* muestra una curva continua, lo cual sugiere la utilización del fuego para abrir el pinar en ciertas áreas y favorecer el pastoreo. Durante NVC-2 (620-400 años cal BP), se produce un ligero incremento en las abundancias de *Pinus* (80-90 %), con algunas oscilaciones contrapeadas con Poaceae (5-10 %). Hasta 550 años cal BP, la tasa de acumulación de partículas microscópicas de carbón se mantiene en valores elevados para descender posteriormente. *Sedum*, *Pteridium* y los hongos coprófilos presentan curvas continuas durante esta zona. La zona polínica más reciente, NVC-3 (400 años cal BP – actualidad), se caracteriza por un nuevo incremento en la abundancia de *Pinus* (90 %), un descenso generalizado del polen herbáceo –aunque Poaceae, Cardueae y *Lotus* aumentan ligeramente junto con *Sporormiella* y *Sordaria* en torno a 150 años cal BP- y tasas de acumulación de carbón microscópico muy bajas.

Las seis zonas polínicas de la secuencia de Valdecoñejos podrían resumirse como sigue: una primera fase con un papel destacado de *Quercus pyrenaica* (VDC-1; 600-350 años cal BP), una segunda etapa marcada por el descenso de *Quercus pyrenaica* y la expansión de las gramíneas (VDC-2; 350-10 años cal BP), y finalmente una serie de oscilaciones encuadradas en una tendencia hacia valores crecientes de *Pinus* (10 años cal BP – actualidad; Fig. 6). Veamos a continuación más detalles sobre la dinámica vegetal en el actual ecotono entre melojar y pinar albar. Durante la zona VDC-1 (600-350 años cal BP) el polen arbóreo cuenta con valores moderados (50-60 %), fundamentalmente de *Quercus pyrenaica* (15-20 %) y *Pinus* (25-35 %). Poaceae, Cichorioideae y *Artemisia* son los principales taxones herbáceos, la tasa de acumulación de carbón se halla en valores de moderados a altos y las esporas de hongos coprófilos son escasas. Durante la siguiente zona, VDC-2 (350-10 años cal BP), el polen arbóreo desciende de manera notable, sobre todo *Quercus pyrenaica* (1-5 %). Por su parte, Poaceae (40-60 %), Cichorioideae (~ 10 %) y *Plantago lanceolata* t. (<2 %) aumentan, así como las esporas de hongos coprófilos (*Sporormiella* = 1-5 %, *Sordaria* = 1-3 %, *Podospora* = 1-2 %). Por el contrario,

la tasa de acumulación de partículas microscópicas de carbón se mantiene en valores generalmente bajos, aunque hay un máximo en torno a 30 años cal BP. A partir de 40 años cal BP se detecta una tendencia hacia una creciente representación de *Pinus* (del 18 al 76 %) que no se ve acompañada por *Quercus pyrenaica* (1-4 %). El primer máximo de *Pinus* (50-60 %) se detecta en la zona VDC-3 (10/-10 años cal BP) fundamentalmente a expensas de Poaceae (25-35 %). Durante esta zona se alcanza el máximo absoluto de tasa de acumulación de carbón de toda la secuencia, coetáneo con aumentos en *Sporormiella* (5 %) y *Sordaria* (1-2 %). Posteriormente, durante VDC-4 (-10/-30 años cal BP), los porcentajes polínicos de *Pinus* disminuyen (10-30 %) mientras aumentan los de Poaceae (45-60 %) y Cichorioideae (aprox. 10 %). También se reducen los valores de tasa de acumulación de carbones y esporas de hongos coprófilos. Por último, las zonas VDC-5 y VDC-6 (-30 años cal BP – actualidad) recogen el ascenso final de *Pinus* (máximo en torno al 80 %), junto con valores altos de *Sporormiella* (5-10 %) y tasas de acumulación de carbón microscópico de bajas a moderadas. La muestra superficial, que nos ayuda a interpretar los espectros polínicos fósiles, se caracteriza por valores muy altos de *Pinus* (80 %) y valores bajos de *Quercus pyrenaica* (3 %), *Quercus ilex* (3 %), Poaceae (8 %) y *Sporormiella* (0,5 %).

En primer lugar, los datos de Navalacarretera y Cárcavas (macrofósiles y estomas) suponen una evidencia firme y sólida de la presencia local de *Pinus sylvestris* en la vertiente septentrional de la Sierra de Guadarrama a altitudes de 1250-3000 m s.n.m. desde hace más de dos mil años. Estos resultados apoyarían el carácter natural de los pinares albares situados a cotas relativamente bajas, el cual ha sido puesto en entredicho frecuentemente. Los datos paleoecológicos de los Montes de Valsain apoyan una dominancia continuada de los pinares albares a lo largo de los últimos 2500 años sin experimentar perturbaciones reseñables, lo cual es una singularidad bastante notable en un contexto geográfico donde los ejemplos de declives históricos de pinares son abundantes. Probablemente la pobreza de los suelos sobre los cuales se asientan estas masas forestales para actividades agrícolas y ganaderas sea al menos parcialmente responsable de la continuidad observada en la cobertura forestal. Las secuencias paleoecológicas de Valsain muestran también la resiliencia de

los pinares albares a incidencias bajas a moderadas del fuego, que podría haber sido fundamentalmente en forma de incendios de superficie.

Por otra parte, los registros tan detallados de Navacarretera y Valdeconejos permiten evaluar cuantitativamente el impacto que los distintos modelos de gestión/explotación practicados en el pinar albar y el melojar durante los últimos siglos ha tenido sobre dichas formaciones forestales. La secuencia de Navacarretera muestra que el pinar albar ha sido bastante estable durante los últimos aproximadamente 700 años. Se han detectado algunos pequeños episodios de aclarado del bosque relacionados con aumentos conjuntos en la incidencia del fuego y el pastoreo entre 650 y 400 años cal BP que podrían vincularse con el auge de la trashumancia en el Sistema Central. Sin embargo, el alto valor que la madera de *Pinus sylvestris* de los Montes de Valsain tuvo durante la Edad Media y la Edad Moderna contribuirían a entender el escaso impacto que estas actividades tuvieron en estos pinares con respecto a otras áreas del Sistema Central. Posteriormente, el hecho de que el Pinar de Valsain fuese utilizado por la Corona Española como cazadero real y para obtener madera para construir sus palacios garantizó su protección. A partir de 1900 AD, cuando el control de la Monarquía se redujo, se aprecia un repunte en la ganadería, pero para aquel entonces el monte ya contaba con un Proyecto de Ordenación (desde 1890 AD) que contribuyó a garantizar la estabilidad del bosque. La secuencia de Valdeconejos muestra un dinamismo mucho mayor en el ecotono melojar-pinar albar durante los últimos 700 años. Entre 600 y 450 años cal BP, la vegetación alrededor de Valdeconejos habría estado compuesta por formaciones abiertas de *Quercus pyrenaica* y *Pinus sylvestris*, montes bajos de *Quercus pyrenaica*, o un mosaico de estas

formaciones arboladas con pastizales. Los melojares se mostraron resilientes a la notable incidencia del fuego, recuperándose tras cada incremento observado en los incendios. Sin embargo, posteriormente entre 450 y 300 años cal BP asistimos a un declive en la representación polínica de *Quercus pyrenaica* que se podría ligar con el incremento documentado en fuentes históricas escritas de la producción de leña con el objeto de satisfacer la creciente demandas de la Corte. El tratamiento a monte bajo de estas masas habría generado un "silencio palinológico", ya que los chirpiales de melojo no llegarían a florecer en los breves turnos de corta establecidos. Posteriormente, bajo una creciente carga pastante, los pastizales se extendieron en el entorno de Valdeconejos a costa de los melojares, que no fueron posteriormente capaces de recuperarse. A continuación, entre 150 y 90 años cal BP, el registro polínico sugiere una cierta expansión del pinar albar, que se ve apoyada por la documentación histórica disponible. Finalmente, se aprecia cómo la Ordenación Forestal de los Montes de Valsain (desde 1889-1890 AD) ha favorecido la expansión del pinar albar desde principios del siglo XX, a pesar del incremento en el pastoreo. Es interesante también destacar como la secuencia polínica de Valdeconejos registra el impacto en el pinar de dos incendios forestales próximos y de las cortas extraordinarias llevadas a cabo tras la Guerra Civil con la finalidad de acelerar la recuperación del país. Cabe destacar que el registro de esporas de hongos coprófilos presenta valores tremendamente altos que van en consonancia con las altas densidades de ganado vacuno fomentadas por la Política Agraria Común (P.A.C.) y que ponen en serio riesgo la persistencia futura de estos montes de roble melojo.

Más información

Morales-Molino *et al.* (2017b)



MORNAU

Castelló d'Empúries, Alt Empordà, Gerona
Holoceno (5100 años cal BP – 1700 cal AD)

La secuencia Estany d'en Mornau (EM, 42°16' 53" N, 03°05'58" E) se localiza en el límite noreste del llano del Empordà (Alt Empordà, Gerona) y forma parte del Parque Natural dels Aiguamolls del Empordà. Ocupa la zona central, actualmente desecada, del antiguo Estany de Castelló. Esta laguna litoral, que actualmente ocupa una superficie de ~350 ha, ha experimentado desde época medieval un proceso de desecación para fines agrícolas que se intensificó a mediados del siglo XVIII, cuando dos tercios de la laguna fueron drenados.

La zona de estudio se encuentra ocupada actualmente por "closes", prados de siega litorales irrigados y limitados por canales y vegetación de ribera que son característicos del llano ampurdanés (Fig. 1). El Estany de Castelló ocupa una depresión sobre el sustrato granítico

y metamórfico de la Sierra de Rodes y depósitos sedimentarios Neógenos del llano del Empordà. La laguna se alimenta por descargas fluviales del río Muga y se encuentra separada del mar por una barra litoral de ~4 km. Este sector micromareal se caracteriza por un clima Mediterráneo de tipo marítimo, con precipitaciones anuales medias de 712 mm y temperaturas medias de 9,3 °C en invierno y 23,7 °C en verano. La zona se encuentra fuertemente expuesta a la Tramontana, viento fresco y frío del norte que alcanza velocidades >100 km/h, y a fuertes temporales de carácter ocasional causados por el viento de Levante y que pueden causar inundaciones litorales y oleajes violentos durante el otoño.

La vegetación del llano del Empordà lo compone un mosaico de ecosistemas incluyendo humedales dulces y salobres, ríos y torrentes, canales de irrigación, "closes"



Figura 1. Sector del antiguo Estany de Castelló donde se ubica la secuencia de Mornau y ocupada actualmente por "closes, los característicos prados de siega litorales ampurdaneses (Foto: A. Ejarque)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Mornau (Alt Empordà). Se han calibrado con el programa CALIB 7.1 (Stuiver & Reimer 1993) usando la curva de calibración IntCal13 (Reimer *et al.* 2013) y se han expresado utilizando el punto medio del intervalo de probabilidad. Las dataciones realizadas sobre conchas marinas han sido corregidas del efecto reservorio marino local (Ejarque *et al.* 2016).

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Material	Años BP	Probabilidad (σ)	Años cal. BP	Método
-	170-171	-	-	-	250	Cartografía histórica
Beta-269075	279-280	Madera	340 ± 40	1 σ	405	AMS
Beta-272094	354-355	<i>Cerastoderma</i>	1290 ± 40	1 σ	712	AMS
Beta-272095	414-415	<i>Cerastoderma</i>	1610 ± 40	1 σ	1034	AMS
Beta-286856	464-465	<i>Cerastoderma</i>	2410 ± 40	1 σ	1900	AMS
Beta-272096	479-480	<i>Cerastoderma</i>	2940 ± 40	1 σ	2585	AMS
Beta-286857	551-552	Restos vegetales	4110 ± 40	2 σ (0.74)	4625	AMS
Beta-272097	607-608	Restos vegetales	4260 ± 40	1 σ (0.96)	4845	AMS

y zonas de cultivo en las zonas lagunares desecadas. La vegetación de los humedales de agua dulce se caracteriza por *Typha*, *Scirpus* y *Phragmites*, mientras que *Salicornia* y *Suaeda* se desarrollan sobre suelos alcalinos y salobres. En las montañas calcáreas que bordean el llano litoral se desarrolla un encinar litoral dominado por taxones termófilos (*Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*), con formaciones de *Pinus halepensis* y *Quercus coccifera* en los sectores de piedemonte próximos a zonas de cultivo. *Quercus suber* se desarrolla sobre los suelos silíceos del macizo pirenaico de las Alberas, que está ocupado en su extremo oriental por matorrales de *Cistus monspeliensis* y *Erica arborea*.

El sondeo se realizó en 2009 mediante sonda rusa, obteniéndose un testimonio de 636 cm. El registro consiste en una unidad basal de 466 cm de limos orgánicos con macrorrestos salobres, como *Cerastoderma*, intercalados por niveles puntuales de arenas. Sobre éstos se documenta una unidad superior de 170 cm de gravas, arenas y limos fluviales con gasterópodos terrestres. La unidad orgánica basal se destinó al estudio de diferentes indicadores paleoambientales bióticos (polen, NPPs, macrocarbones >200 μm , ostrácodos, diatomeas) y abióticos (sedimentología y geoquímica) (Ejarque *et al.* 2016).

La correlación del conjunto de indicadores paleoambientales estudiados ha permitido establecer cinco fases de cambio ambiental y paisajístico. Éstas documentan la evolución de este sector del Estany de Castelló de un medio lagunar de influencia marina a una laguna de agua dulce desde 5100 años cal BP hasta su drenaje en el s. XVIII, así como la explotación humana tanto de los

ambientes lagunares como del paisaje litoral circundante. Durante M1 (5100-3100 años cal BP, 3150-1150 años cal BC) los diferentes indicadores bióticos y abióticos documentan la existencia de una laguna litoral con una marcada influencia marina pero con la existencia de aportes fluviales continentales. Este contexto favoreció el desarrollo de una vegetación típica de humedales litorales que combina la presencia de salicornares (Chenopodiaceae) y helófitos tolerantes a altas salinidades (Cyperaceae), así como la presencia puntual de helófitos e hidrófitos de agua dulce (*Typha-Sparganium* t., *Myriophyllum*). El diagrama polínico evidencia la existencia de un paisaje forestal submediterráneo dominado por robles (*Quercus caducifolios*) con la presencia de pinos, alcornoques (*Q. suber* t.) y, en menor medida, encinas (*Q. ilex* t.). En los suelos húmedos del llano litoral y a lo largo de corredores fluviales se observa el desarrollo de un bosque de ribera formado principalmente por *Alnus* con la presencia de *Corylus* y *Fraxinus*. En este contexto, se documentan aperturas forestales recurrentes de moderada intensidad entre 5100 y 3950 años cal BP. Éstas se asocian a ligeros aumentos de macrocarbones, de taxones nitrófilo-ruderales (Cichorioideae, *Plantago*, *Urtica dioica*, *Rumex*), y a elevados porcentajes (>20 %) de esporas coprófilas (*Sporormiella* t.), así como a la presencia de *Cerealia* t. a partir de 4850 años cal BP. Todo ello indica el carácter agropastoral de estas aperturas forestales moderadas que deben asociarse a la explotación del llano litoral y los ambientes lagunares del Estany de Castelló por parte de comunidades del Neolítico final.

La fase M2 (3100-2100 años cal BP; 1550-150 años cal BC) documenta un aumento de la influencia marina

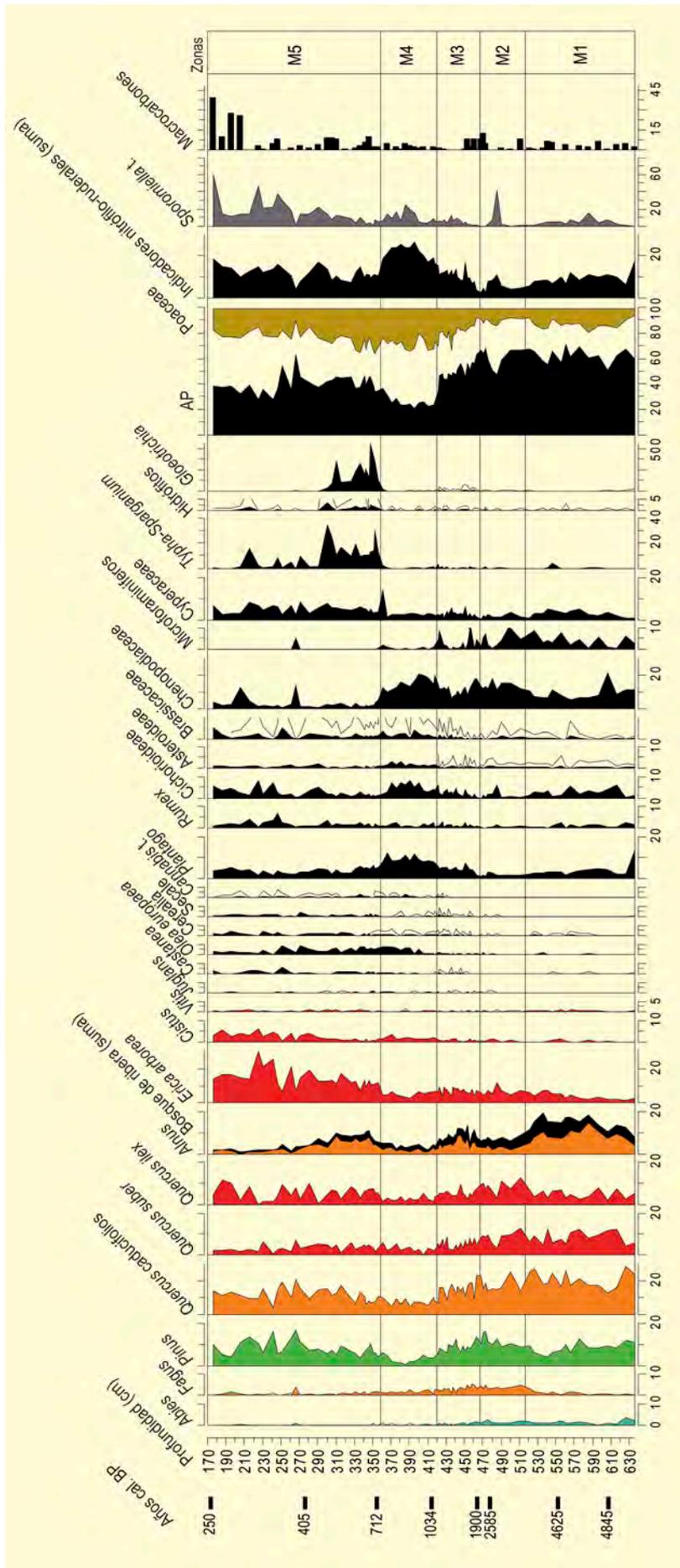


Figura 2. Diagrama polínico porcentual simplificado de Estany d'en Mornau (Alt Empordà, Girona). Se han incluido curvas y sumatorios de NPPs y los resultados de la cuantificación de macrocarbones. Exageración x 5. Redibujado de Ejarque et al. (2016)

en la laguna como consecuencia de la subida del nivel del mar. El aumento de la salinidad favoreció la expansión de salicornares (*Chenopodiaceae*), el incremento de microforaminíferos y la retracción del bosque de ribera en el llano litoral. También implicó una reducción en la explotación agropastoral del entorno lagunar y el llano litoral, tal y como indica la retracción de los indicadores polínicos nitrófilo-ruderales, de esporas coprófilas y la desaparición de polen de cereal. Esta menor antropización del llano favoreció la recuperación del bosque litoral. Sin embargo, entre 2650 y 2450 años cal BP, se observa un periodo puntual de explotación agropastoral con un pico de esporas coprófilas (*Sporormiella* 41%), el aumento de los indicadores polínicos de antropización (*Cichorioideae*, *Rumex*), la reaparición de polen de cereal y la retracción de polen arbóreo. Todo ello coincide con una fase de reducción de salinidad en la laguna que habría favorecido el incremento de la explotación agropastoral de este sector litoral.

Entre 2100 y 1200 cal BP (M₃: 150 BC -750 cal AD), los diferentes indicadores paleoambientales indican una fuerte reducción de la influencia marina en la laguna y el inicio del proceso de cierre de la misma fruto del desarrollo de una barra litoral continua. Ello favorecería la retracción de salicornares y el desarrollo de vegetación propia de humedales dulces poco profundos (*Cyperaceae*, *Poaceae*, *Thalictrum*, *Galium*, *Myriophyllum*), así como de cianobacterias características de aguas dulces (*Gloeotrichia*). Durante esta fase se observa un aumento de la actividad agropastoral, con el desarrollo de indicadores nitrófilo-ruderales (*Plantago*, *Rumex*, *Cichorioideae*, *Brassicaceae*) y de esporas coprófilas, y una documentación más regular y diversificada de taxones cultivados (*Cerealia*, *Olea europaea*, *Vitis*, *Castanea*, *Secale*, *Cannabis*). Esta intensificación agropastoral comporta una reducción progresiva del bosque litoral y debe vincularse a la ocupación romana del llano del Empordà a partir del siglo II BC y al posterior desarrollo comercial de la ciudad portuaria de Roses, próxima al Estany de Castelló, durante el periodo visigodo.

Durante M₄ (1200-700 años cal BP; 750-1250 años cal AD) la expansión de vegetación halófila (*Chenopodiaceae*) en las zonas marginales de la laguna responde a la culminación del cierre de la laguna y al aumento de la salinidad local debido al aumento de oscilaciones hí-

dricas y a un descenso de la columna de agua. En este contexto, a mediados del siglo VIII AD se documenta una apertura forestal mayor, con la retracción acusada de *Quercus* caducifolios y perennifolios, pinos y bosque de ribera, y la expansión de prados litorales (AP: porcentajes mínimos del registro de 25 %; *Poaceae*: 25 %). El incremento asociado de macrocarbón indica la utilización del fuego en esta apertura del paisaje con fines agropastorales, tal y como evidencia el marcado aumento de indicadores nitrófilo-ruderales, esporas coprófilas y el incremento de ciertos taxones cultivados como la olivera o el cáñamo. Esta antropización y deforestación acusada del llano litoral pone en evidencia el impacto paisajístico de las prácticas ganaderas y agrícolas medievales en esta región tras la colonización carolingia a mediados del siglo VIII y el posterior desarrollo socio-económico feudal de Castelló de Empúries a partir del siglo XI, cuando este núcleo pasa a ser capital del condado de Empúries y se desarrollan los "cortals", granjas litorales, y "closes" en la región.

La fase M₅ (700-250 años cal BP; 1250-1700 años cal AD) documenta un aumento de la columna de agua y un proceso de dulcificación de la laguna, como evidencian el aumento de *Typha-sparganium*, hidrófitos (*Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Nymphaea*) y cianobacterias (*Gloeotrichia*), así como el resto de bioindicadores estudiados. Esta transición se vincula al desarrollo de un sistema de canalización que desviaría agua del río Muga hacia este sector litoral para alimentar la red de molinos cerealícolas y textiles bajomedievales de Castelló d'Empúries e irrigar las zonas agrícolas. Este proceso de canalización favorecerá el proceso gradual de colmatación de la laguna y de reducción de su nivel hídrico. Ello se evidencia con la disminución de los indicadores anteriormente mencionados y el incremento de la tasa de acumulación sedimentaria a partir de 1500 años cal BC. Un proceso de colmatación y drenaje que será culminado en el siglo XVIII con el desvío de un brazo del río Muga al Estany de Castelló. Durante esta fase, el paisaje litoral continúa abierto (AP: 46 %), con un rol más destacado de la vegetación arbustiva (*Erica arborea*, *Cistus*). No obstante, se observa una moderada recuperación forestal entre los siglos XII y XVI con el incremento de robles, pinos y encinas (AP: 63 %). También se desarrolla el bosque de ribera, principalmente *Alnus*. Ello probablemente se deba a la configuración del sistema de canalización en el llano y a la prolifera-

ción de "closes", delimitadas por canales y árboles de ribera y otros caducifolios, en zonas lagunares próximas desecadas durante esta fase. A este respecto, el incremento significativo y porcentajes máximos de esporas coprófilas (*Sporormiella*, *Sordaria*) indica una fuerte expansión de la ganadería en zonas próximas. Así mismo se observa una intensificación en la actividad agrícola, con el incremento de cereales (*Cerealia*, *Se-*

cale), *Castanea*, *Vitis* y el registro regular de *Juglans* y *Cannabis* t. Finalmente el incremento de macrocarbón evidencia una mayor frecuencia en la utilización del fuego durante esta fase.

Más información

Ejarque *et al.* (2016)



MOTILLA DEL AZUER

La Mancha, Daimiel, Ciudad Real
Holoceno (2200-1400/1350 años cal BC)

Construidas durante la Edad del Bronce (2200-1400/1350 años cal BC), las motillas de La Mancha constituyen todo un fenómeno cultural, conocido como “Cultura de las Motillas”, relacionado con las captaciones de agua subterránea más antiguas documentadas en la Península Ibérica. Se trata, por regla general, de asentamientos fortificados, de planta circular provistos de dos o tres líneas de muralla, que se ubican en zonas de penillanura en el seno de complejos lagunares o zonas endorreicas donde el nivel freático es elevado y accesible. Las motillas manchegas se ubican básicamente en la vega de los ríos Guadiana y Azuer y en las proximidades de los Ojos del Guadiana, dónde el río tiene un recorrido subterráneo, aunque también aparecen algunas otras alejadas de estos dos núcleos principales, distribuyéndose de una manera más o menos regular cada 4 o 5 km. Su construcción está íntimamente relacionada con el control y gestión de diversos recursos económicos básicos (cereales y ga-

nado) y del agua, hechos que responden a una adaptación de las motillas a las peculiares condiciones ecológicas de La Mancha y su paleoambiente, destacando no solo su relación con la disponibilidad de agua sino también con su ubicación en suelos de margas y calizas miocenas de gran potencialidad agrícola, es decir del acceso al agua mediante la construcción en el interior de las fortificaciones de profundos pozos y complejas estructuras hidráulicas que permitieron controlar el agua del nivel freático.

La Motilla del Azuer se encuentra situada en la vega del río Azuer (39° 02' 40" N, 3° 29' 39" O; 640 m s.n.m.), en una pequeña depresión rodeada de suaves lomas a unos 10 km del municipio de Daimiel (Ciudad Real), en la región occidental de La Mancha. El yacimiento ha sido objeto de un amplio programa de investigación y de conservación en las últimas décadas, convirtiéndose en un monumento arqueológico excepcional y el más



Figura 1. Vista de las excavaciones y fortificación de la Motilla del Azuer (Foto Antonio López-Sáez)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la Motilla del Azuer (López-Sáez *et al.* 2014a)

Ref. Lab.	Material	Años BP	Años cal. BC
Beta229993	Huesos Humanos	3780±40	2342-2041
Beta325505	Huesos Humanos	3670±30	2138-1957
Ua38423	Carbón	3642±37	2135-1915
Ua38424	Carbón	3630±35	2131-1895
Beta229995	Huesos Humanos	3620±50	2139-1828
Ua38416	Huesos Humanos	3591±37	2113-1782
Beta229994	Huesos Humanos	3580±40	2034-1775
Ua38414	Huesos Humanos	3498±38	1923-1697
Ua38411	Huesos Humanos	3473±35	1888-1692
Beta230000	Huesos Humanos	3450±40	1885-1667
Beta325506	Carbón	3410±30	1866-1624
Beta230001	Huesos Humanos	3330±40	1734-1515
Beta229992	Huesos Humanos	3310±50	1735-1461
Ua38415	Huesos Humanos	3172±36	1515-1392
Beta229999	Huesos Humanos	3120±40	1494-1297

conocido entre los yacimientos manchegos de la Edad del Bronce. Se trata de un asentamiento con una fortificación circular en la que se diferencian *grosso modo* dos espacios: el primero, articulado alrededor de una torre central de 12 m de altura a la que se accede mediante un complejo sistema de rampas y pasillos y delimitado por varias líneas circulares de murallas, entre las cuales se desarrollaron diversas actividades económicas como el almacenamiento y tostado de cereales (trigo duro común, escanda, cebadas vestidas y desnudas) y leguminosas (chícharos, guisantes y lentejas), la estabulación de ganado y la cocción de cerámica; el segundo corresponde a un gran patio trapezoidal en cuyo interior se abre un pozo muy profundo que alcanzó el nivel freático del acuífero 23 y permitió extraer agua a unos 16 m de profundidad bajo el nivel de la terraza. Un tercer espacio corresponde a un poblado con varias cabañas dispersas de planta oval o subrectangular, hogares y fosas, emplazado alrededor del núcleo fortificado de 40 m de diámetro.

En la Fase I (2200/2150-2000 años cal BC) del registro palinológico de la Motilla del Azuer, los espectros polínicos muestran un paisaje relativamente deforestado con porcentajes de árboles en torno al 25-30%, entre los cuales el elemento más importante es la encina, mientras que otros posiblemente tengan un ca-

rácter extra-regional, caso del pino albar (*Pinus sylvestris*) y los pinos mediterráneos (*Pinus halepensis/pinea*), abedul (*Betula*), avellano (*Corylus*) y los robles o quejigos (*Quercus caducifolios*). La presencia del alcornoque (*Quercus suber*) es significativa, reflejando la existencia de poblaciones sobre suelos más profundos. Entre la flora arbórea destaca la presencia de elementos riparios, como los ya citados abedul y avellano, pero también del fresno (*Fraxinus*), sauce (*Salix*), tamarindo (*Tamarix*) y olmo (*Ulmus*), cuya presencia conjunta permitiría admitir la existencia de una orla de bosque escasa en los entornos ribereños locales y cierto grado de humedad a nivel edáfico. Entre el cortejo arbustivo predominan elementos propios de las etapas degradativas del bosque, tipo jaral (*Cistus*), *Rhamnus*, Labiatae, retamar (*Retama*) o brezal (*Erica arborea*), así como otros característicos de situaciones más térmicas y condiciones climáticas más áridas (maquia xerotermófila), caso del acebuche (*Olea europaea*), el labiérnago (*Phillyrea*) y el lentisco (*Pistacia lentiscus*). En esta fase se confirma la presencia constante de polen de cereal (Cerealia), en porcentajes suficientes para admitir su cultivo local en el entorno inmediato del yacimiento. En paralelo, la presencia de polen de guisante (*Pisum sativum*) e incluso altos porcentajes de Fabaceae indiferenciadas, aunque dado su carácter zoófilo su documentación es más escueta. Los elementos antrópico-nitrófilos (Car-



Figura 2. Pozo excavado hasta el nivel freático en la Motilla del Azuer (Foto Antonio López-Sáez)

duae, Cichorioideae, *Aster*) indican una antropización del paisaje bastante alta. En consonancia con las actividades agrícolas, pueden confirmarse actividades ganaderas en el entorno, ya que se hacen abundantes elementos antropozoógenos como *Chenopodiaceae*, *Plantago* o *Urtica*, así como hongos coprófilos (*Podospora*, *Sordaria*, *Sporormiella*) que demuestran la presencia *in situ* de una cabaña ganadera. La reconstrucción paleoclimática denota condiciones de continentalidad y aridez muy marcadas, donde las precipitaciones disminuyen progresivamente; hechos que corroboran la abundancia de elementos xerófilos como *Artemisia* y la escasa importancia de los elementos higro-hidrófilos como *Cyperaceae*, *Ranunculaceae*, *Typha*, *Myriophyllum* o *Potamogetonaceae*. En resumen, esta fase I correspondiente al Bronce Antiguo se muestra como un periodo árido y térmico, con una continentalidad muy marcada, donde la precipitación media anual disminuye progresivamente. Es el momento en el que se inicia la ocupación permanente del yacimiento, con la excavación del pozo y la construcción de la torre central, el patio oriental, y la ubicación de las primeras sepulturas. Las bases económicas estaban claramente establecidas (ganadería, agricultura extensiva del cereal y rotación con leguminosas), en un paisaje altamente antropizado y deforestado, con una cobertura arbórea escasa, en la cual debe destacarse, no obs-

tante, la existencia de un bosque ripario sobre las zonas aluviales locales.

En la Fase II (2000-1800 años cal BC) el paisaje está aún más deforestado que en la anterior, con porcentajes de polen arbóreo siempre por debajo del 20% y donde los elementos fundamentales siguen siendo los de la fase previa. Un hecho reseñable de esta fase es la casi completa desaparición de los elementos del bosque ripario, particularmente de fresno, sauce, tamarindo y olmo, que solo aparecen de manera esporádica. En consonancia con la deforestación manifiesta del encinar, los elementos arbustivos de etapas degradativas son ahora más abundantes, especialmente los brezos (*Erica*). Acebuche, labiérnago y lentisco tienen ahora porcentajes más altos, con lo que el valor total de la maquia xerotermófila se incrementa, posiblemente como consecuencia de condiciones climáticas más térmicas y áridas, responsables de la reducción del bosque ripario y de la subida considerable de *Artemisia*. Los hidro-higrófitos, como *Potamogetonaceae*, *Typha angustifolia* o *Myriophyllum*, desaparecen, mientras que *Cyperaceae*, *Typha latifolia* o las dos algas *Zygnemataceae* (*Spirogyra* y *Zygnema*) reducen sensiblemente sus porcentajes, señalando una disminución de la lámina de agua en el entorno próximo del yacimiento. La presencia de polen de cereal es continua mientras que la del guisante sigue

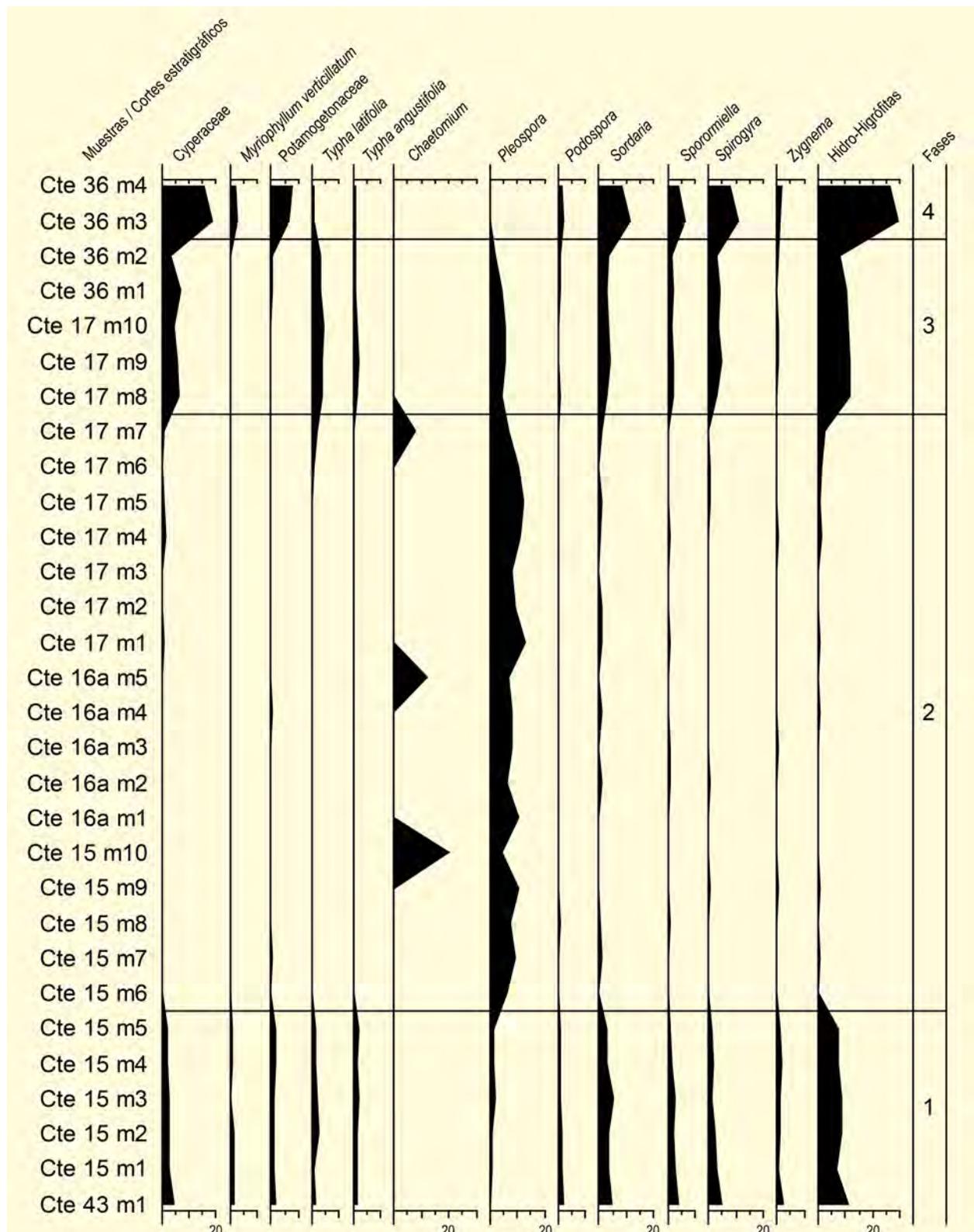


Figura 4. Diagrama palinológico de la Motilla del Azuer (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos). Redibujado de López-Sáez *et al.* (2014a)

siendo esporádica, pero aún así pueden confirmarse ambos cultivos. Aunque se sigue advirtiendo la presencia de elementos antropozoógenos y hongos coprófilos, sus porcentajes descienden indicando una menor pre-

sión pastoral. Esta fase correspondería a los valores mínimos de pluviometría a lo largo de la secuencia temporal de la Motilla del Azuer, coincidentes con máximos en la temperatura media anual. Resumiendo, esta fase II,

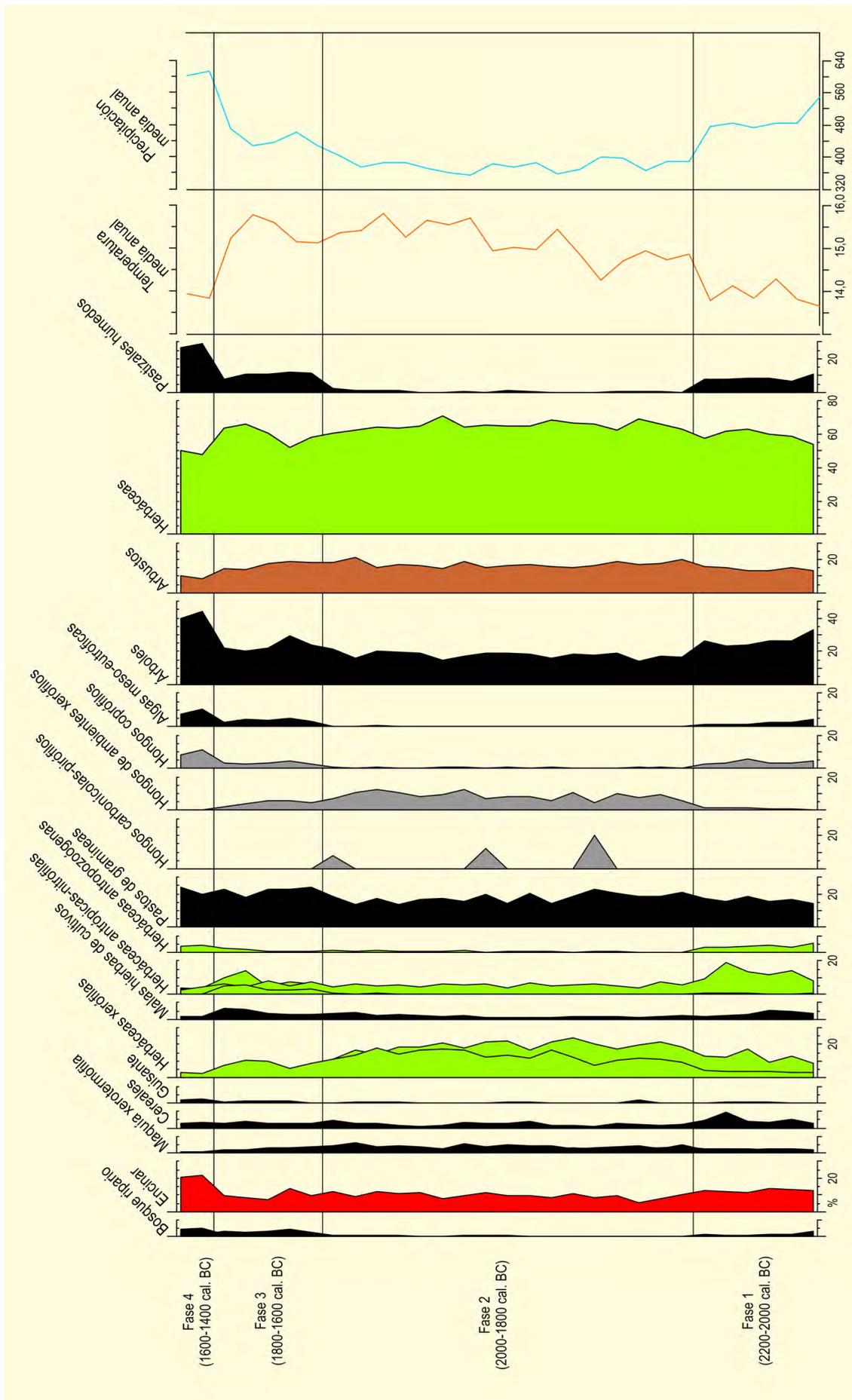


Figura 5. Diagrama palinológico sintético de la Motilla del Azuer y reconstrucción paleoclimática. Redibujado de López-Sáez et al. (2014a)

que cronoculturalmente está situada en un momento entre el Bronce Antiguo y el Pleno, denota un clima aún más árido y térmico que la fase precedente, aunque la continentalidad está mucho menos marcada, con el desarrollo de pastos xerófilos y la maquia xerothermófila. El encinar sufre una degradación aún mayor que en los siglos anteriores, a pesar de que la antropización ahora es menos evidente, y tanto actividades agrícolas como ganaderas parecen reducirse. En estos momentos la organización del poblado al exterior de la fortificación de la motilla se articula de forma algo más compleja, mientras que en los espacios situados al interior se construyen numerosos hornos y silos.

La Fase III (1800-1600 años cal BC) se asemeja a la fase I, pues en cierta manera se recuperan las condiciones de humedad, aumentando el nivel de la lámina de agua y con ello reapareciendo, con porcentajes más altos, elementos del bosque ripario tales como saúce (*Salix*), olmo (*Ulmus*) y tamarindo (*Tamarix*); descendiendo los elementos xerófilos, particularmente *Artemisia* y *Pleospora*. También se detecta la progresión de taxa hidro-higrófilos, caso de *Cyperaceae*, *Typha latifolia* y *T. angustifolia*, así como de las algas *Zygnemataceae*. Las formaciones de quercíneas perennifolias (encinares) se reducen ligeramente, posiblemente como consecuencia de una presión antrópica mayor, ya que los elementos antrópico-nitrófilos aumentan. En efecto, esta fase supone una recuperación de los elementos antropozoógenos (*Plantago lanceolata*) y antrópico-nitrófilos (*Aster*, *Cardueae*, *Centaurea cyanus*, *Cichorioideae*, *Malva sylvestris*), a la vez que de hongos coprófilos (*Sordaria*, *Sporormiella*), señalando que la presión pastoral ahora es más importante. En cuanto a la agricultura, los pólenes de cereal y guisante se siguen documentando, continuándose su cultivo. La reconstrucción paleoclimática muestra un clima cálido, que conlleva el mantenimiento de la maquia xerothermófila, así como el aumento de las precipitaciones, muy marcado en su etapa final. En definitiva, en esta fase III, en el Bronce Pleno, se remodelan las arquitecturas de la motilla y se produce un cambio en los sistemas de almacenamiento, reemplazándose los silos de mamposería por grandes vasijas cerámicas, en un momento en que se aprecia un aumento de la población en el yacimiento reflejado en el alto número de sepulturas. Todo

esto se produce en un momento paleoclimático de aumento progresivo de las precipitaciones, con veranos más frescos, aunque la tendencia general sigue siendo cálida. Como consecuencia de ello, el bosque ripario se recupera y la antropización se incrementa, básicamente por una mayor presión pastoral, manteniéndose actividades agrícolas versadas en el cultivo de cereales y leguminosas.

La última fase del yacimiento, la Fase IV (1600-1400/1350 años cal BC), está caracterizada por un aumento de la humedad, edáfica y ambiental, considerable. Suben los elementos hidro-higrófitos, fundamentalmente *Cyperaceae*, *Potamogetonaceae* y *Myriophyllum*, así como elementos del bosque ripario (saúce, olmo) y *Spirogyra*, demostrando la existencia de un nivel freático elevado. Se trataría, sin duda alguna, del periodo más húmedo en toda la secuencia diacrónica del perfil polínico de la Motilla del Azuer. En paralelo, decaen los elementos xerófilos y la maquia xerothermófila, y los indicadores de antropización son menos abundantes, señalando un impacto humano escueto y restringido. Todo ello permite la recuperación del bosque de quercíneas, del encinar; mientras que una mayor presencia de alcornoque y robles/quejigos puede estar relacionada con esas condiciones más húmedas. Aunque la presión antrópica disminuya, la presión pastoral es posiblemente la más alta de toda la secuencia, pues tanto los elementos antropozoógenos (*Plantago lanceolata*, *P. major/media*, *Urtica dioica*) como los hongos coprófilos (*Podospora*, *Sordaria*, *Sporormiella*) muestran valores máximos. Agricultura del cereal y leguminosas sigue confirmándose de manera continua. Esta fase IV marca el final de la ocupación en la Motilla del Azuer, durante el Bronce Tardío, fortificándose el poblado con un muro ciclópeo. Climáticamente es un periodo muy húmedo, con un nivel freático elevado y gran desarrollo del bosque ripario y de los pastos húmedos. Aunque la antropización del paisaje es menos evidente, se produce un incremento muy importante de la actividad ganadera y se mantiene la agricultura.

Más información

López-Sáez *et al.* (2014a, 2015b), Mejías Moreno *et al.* (2021)



MUGE

Santarém, Portugal
Holoceno (~8095-230 años cal BP)

El registro denominado Valle de Muge, se sitúa en el centro de Portugal, en el tramo bajo del río Muge, un afluente del río Tajo que discurre en dirección este-oeste y con el que confluye a 60 km aguas arriba de Lisboa. El valle del río Muge está excavado sobre los depósitos aluviales de terraza del Cuaternario y los de clastos poco consolidados del Terciario de la cuenca del río Tajo. El punto de confluencia de los dos ríos dista unos 28 km del límite actual de la influencia de las mareas.

El sondeo 20, utilizado para el análisis polínico, está localizado en el fondo de valle del río (39° 06' N, 08° 40' O; 16 m s.n.m.). Se trata de una llanura de inundación de agua dulce que se encuentra cultivada en la actualidad y se sitúa sobre 11 m de sedimentos de grano fino y turba que comprenden ambientes contemporáneos con la ocupación mesolítica, la cual tuvo lugar aproximadamente entre 6150 y 4815 años cal BC. De hecho, el registro analizado se encuentra entre los depósitos de concheros mesolíticos denominados Moita do Sebastião y Cabeço da Amoreira, los cuales tienen relevancia internacional dentro del contexto de la Prehistoria Europea.

El valle de Muge se localiza en un territorio de clima mediterráneo húmedo con una temperatura media de 16,4 °C y una precipitación de 711,2 mm. Es una región singular en la que coexisten elementos florísticos subatlánticos, submediterráneos e incluso mediterráneos. El paisaje actual está prácticamente deforestado y está caracterizado por cultivos de cereal y plantas herbáceas como gramíneas, compuestas y crucíferas. Las laderas circundantes están colonizadas por una vegetación de tipo mediterráneo, en las que aparecen rodales o individuos aislados de encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), coscojas (*Quercus coccifera*), alcornoques (*Quercus suber*), quejigos (*Quercus faginea*), pinos (*Pinus pinea* y *P. pinaster*), olivos (*Olea europaea*) o lentiscos (*Pistacia lentiscus*) entre otros.

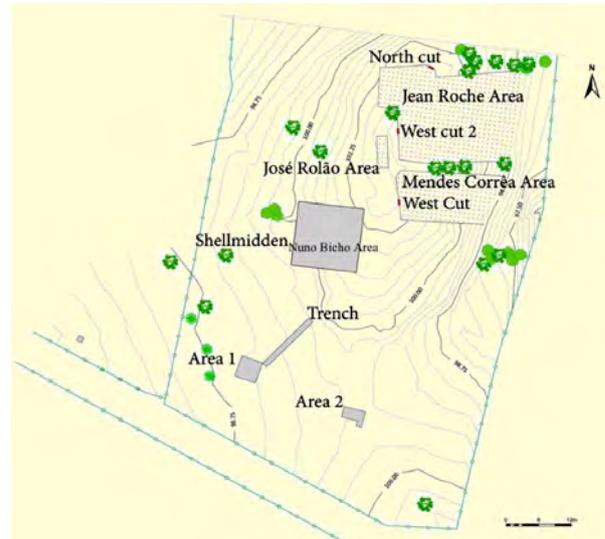


Figura 1. Cabeço da Amoreira - Localización de las áreas de excavación (Bicho *et al.* 2011)

Se presentan los datos palinológicos y antracológicos del Valle de Muge. El registro palinológico analizado comenzó a depositarse hace 6150 años cal BC (Fig. 7) y alcanza una profundidad de 9 m. En un principio, en la zona basal PZ1 dominan las herbáceas mientras que pinos y enebros presentan valores bajos, indicando un paisaje abierto. Sin embargo, *Pinus* y *Quercus* caducifolios aumentan rápidamente hasta alcanzar cantidades significativas dando idea de un ambiente forestal más o menos denso. Los pinos ocuparían probablemente los suelos arenosos drenados adyacentes al fondo de valle y los quejigos (*Quercus faginea*) podrían ocupar los márgenes de fondo de valle de agua dulce y los barrancos.

La presencia de polen de Chenopodiaceae, esporas de *Isoetes*, así como caparazones de foraminíferos indicadores de aguas salobres, apunta a que el fondo de valle se encontraba en los márgenes de la influencia de las mareas. A su vez, se detectan en el registro indicadores de agua dulce como *Alnus*, *Salix*, Cyperaceae y *Equisetum*, que estarían formando valle arriba una ali-

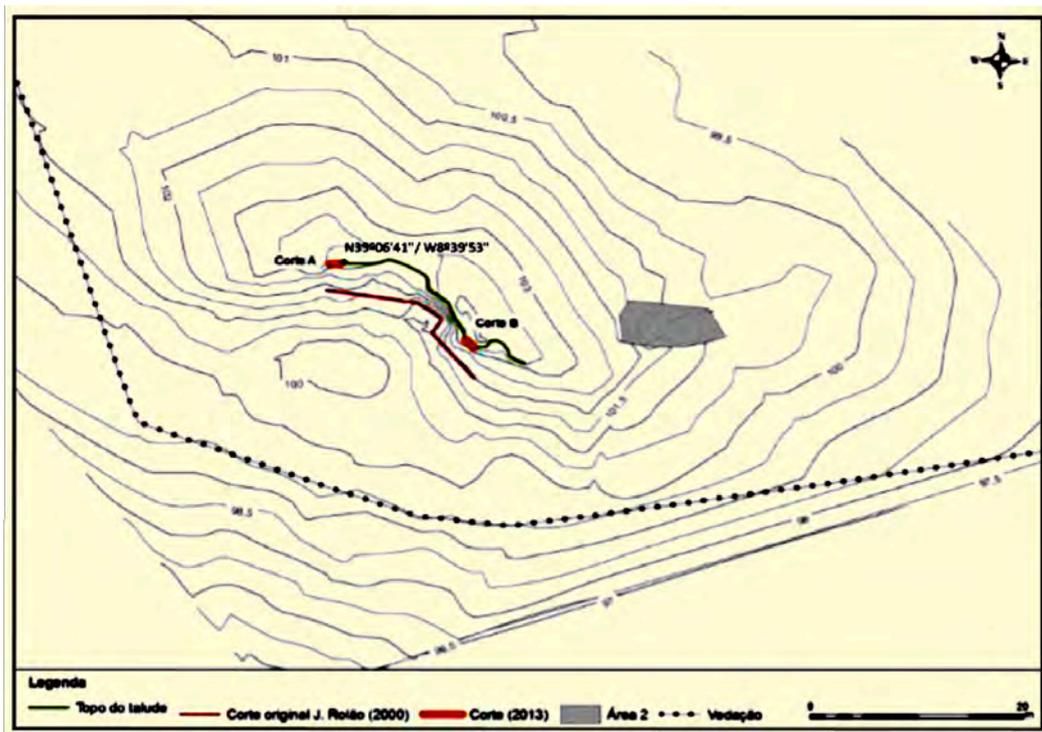


Figura 2. Cabeço da Arruda - Localización de los Cortes A y B (Bicho *et al.* 2013)

seda y una marisma de agua dulce, sugiriendo que este límite de la intrusión de agua salada estaba próximo al lugar del sondeo.

El siguiente periodo, la zona PZ₂, viene marcado por la transformación del fondo de valle en una extensa marisma influenciada por las mareas y el aporte de agua salada coincidiendo con la ocupación mesolítica local (6150-4815 años cal BC). Incrementos considerables de polen de *Amaranthaceae*, *Cichorioideae* y *Cyperaceae*, foraminíferos e *Isoetes*, coinciden en sugerir que los bordes del fondo de valle estaban constituidos por marismas. El paisaje regional también experimenta cambios, ya que disminuye progresivamente la presencia de pinos, aumentando la de *Brassicaceae* y *Cichorioideae*. Sin embargo, las formaciones de *Quercus* se mantienen estables.

En la parte inferior de la zona PZ₃ (c. 5000 años cal BC), los pinos llegan a sus mínimos de representación en el paisaje. Este fuerte retroceso de *Pinus* en la secuencia polínica junto con los altos y constantes porcentajes de las herbáceas sugiere que el tapiz vegetal sufrió una drástica deforestación. Este hecho parece coincidir con un declive regional de los pinos en otras

partes del sur de la Península Ibérica. Parece que se mantendrían rodales de alisos aguas arriba del valle. Los porcentajes de *Chenopodiaceae* alcanzan sus valores máximos y aumentan los de asteráceas e *Isoetes* indicando la proximidad de marismas cerca del registro. Sin embargo, desaparecen algunos foraminíferos de aguas salobres y, además, hacia el final de la zona, comienzan a detectarse pequeñas trazas de taxones típicos de aguas dulces como *Typha*, *Myriophyllum alterniflorum* o *Nymphaea*. Es justo en esta transición hacia agua dulce cuando se registra el abandono del valle Muge por parte de las culturas de concheros mesolíticos (c. 4800 años cal BC).

La tendencia detectada hacia el final del periodo descrito anteriormente se hace aún más patente en la siguiente zona PZ₄. El fondo de valle sufre un cambio significativo ya que desaparecen casi por completo todos los indicadores de ambientes salinos, como *Chenopodiaceae* e *Isoetes*, que son reemplazados por tipos característicos de agua dulce como *Myriophyllum alterniflorum* o *Typha*. Estos últimos taxones sugieren la presencia de aguas abiertas, someras y tranquilas. Pero pronto estas comunidades son sustituidas por juncos y carrizos y, sobre todo, por alisedas. En esta misma zona

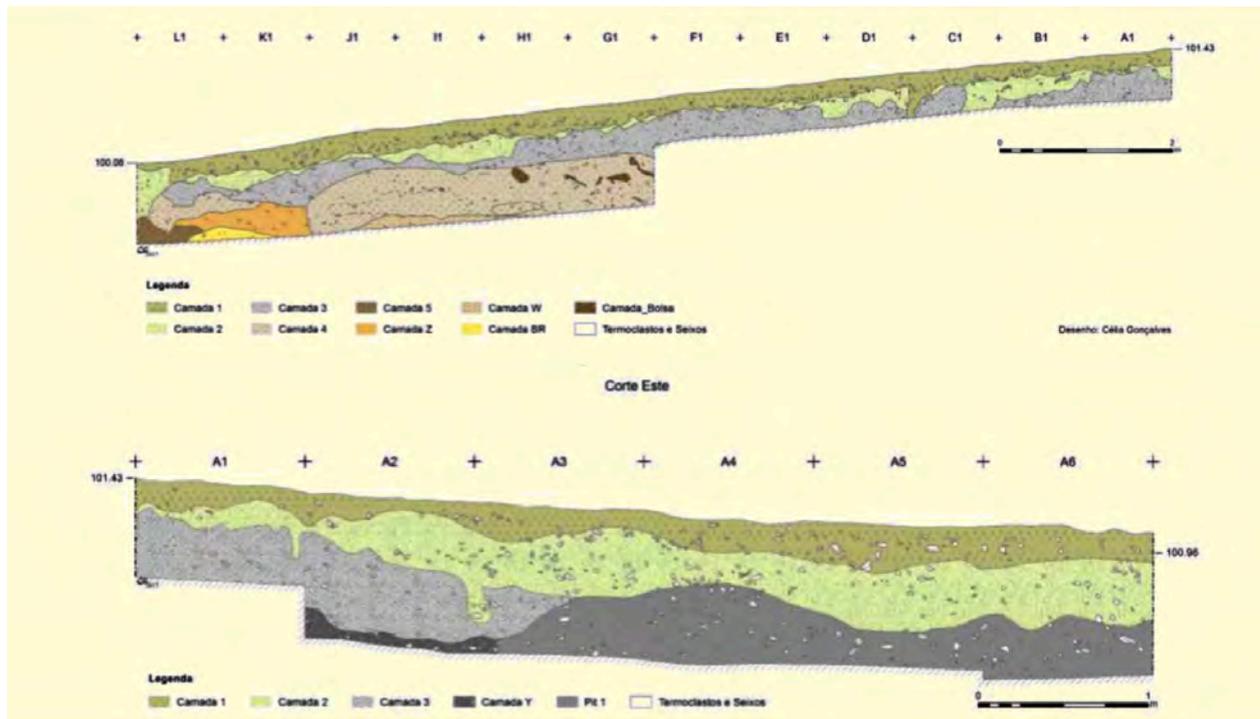


Figura 3. Cabeço da Amoreira - Área Nuno Bicho, Cortes Norte e Este (Bicho *et al.* 2014)

se detectan un declive de *Alnus* y considerables aumentos de Cerealia y comunidades arbustivas y ruderales, marcando un intenso impacto antrópico en la vegetación del valle.

Por último, la zona PZ5 muestra cómo la vegetación del valle se transforma en campos cultivados de cereal (230 años cal BC). Desaparecen las alisedas, disminuyen significativamente los arbustos y, por primera vez en la secuencia polínica, el polen arbóreo regional está dominado por *Olea*. El territorio queda virtualmente deforestado, favoreciendo el cultivo de olivares y cereales. Partes del fondo de valle continúan albergando lagunas someras y charcas, como atestigua la presencia de *Myriophyllum alterniflorum* y *Typha*.

Este registro polínico indica que el área del bajo Tajo estuvo influenciada desde hace unos 6200 años cal BC por un clima de carácter seco. Alrededor de esta fecha se establecieron ambientes de estuario en el fondo de valle, coincidiendo con el inicio del asentamiento de culturas mesolíticas en los niveles de terrazas adyacentes.

En un principio, existió un paisaje forestal abierto dominado por pinos en los interfluvios y *Q. faginea*, que

posiblemente ocupaba los valles y barrancos. Este pinar no muy denso es progresivamente sustituido hace aproximadamente 5000 años cal BC por un paisaje mucho más abierto con *Quercus*, reflejando una tendencia de sequía regional.

De manera simultánea a este cambio hacia un clima más seco y un paisaje más abierto, tiene lugar el abandono de los asentamientos mesolíticos en la zona, que acontece hace 4800 años cal BC. Sin embargo, se constata que las condiciones de estuario siempre ligadas a las culturas mesolíticas, perduran 1000 años más, hasta 3800 años BC. Este hecho contrasta frontalmente con la asunción de que el abandono de los asentamientos mesolíticos está directamente relacionado con la desaparición de los ambientes de estuario y, por consiguiente, con la fuente de recursos.

Las perturbaciones de carácter humano sobre la vegetación de la cuenca del valle Muge se detectan por primera vez a partir de la fecha 3800 años cal BC y con mucha mayor intensidad a partir de 230 años cal BC. En ese momento es cuando los fondos de valle son deforestados y convertidos casi en su totalidad en campos de cultivo intensivo de cereal y olivo. Existen registros

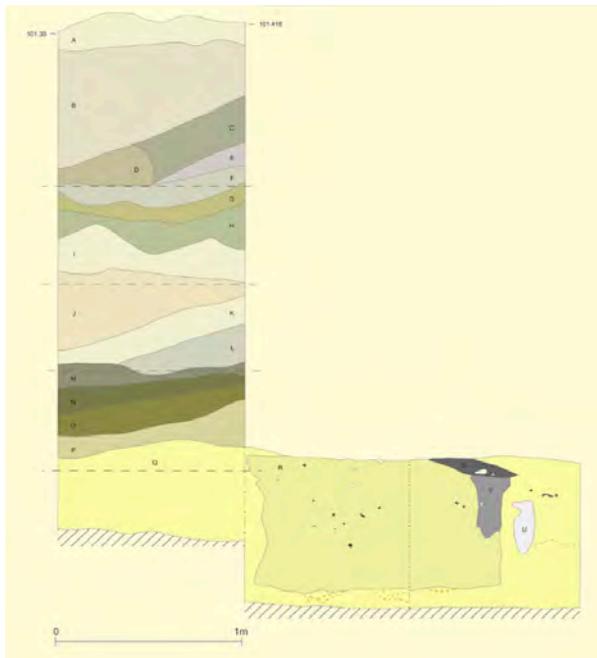


Figura 4. Cabeço da Amoreira - Área Mendes Correa, Corte Oeste (Bicho *et al.* 2011)

históricos que sugieren que el área del valle Muge fue un importante territorio productor de cereal hasta el siglo XIII.

Los datos antracológicos del Valle de Muge resultan de muestras tomadas en excavaciones arqueológicas en el conchero Cabeço da Amoreira y Cabeço da Arruda. Estos restos son testigos de la recolección de madera en el entorno para su utilización como combustible por parte de los cazadores-recolectores mesolíticos. Con el objetivo de comprender las modalidades de explotación de los recursos vegetales leñosos por las comunidades mesolíticas a lo largo de la ocupación del yacimiento, se han tomado muestras en los varios niveles de ocupación identificados a lo largo de las excavaciones de 2008 a 2014, realizadas bajo la dirección de Nuno Bicho, en perfiles arqueológicos de Cabeço da Amoreira por Mendes Correa y Jean Roche (figura 1) y en Cabeço da Arruda (figura 2).

Las muestras de carbones de Cabeço da Amoreira corresponden a depósitos secundarios dispersos y a carbones asociados a contextos específicos que integran estos depósitos, tales como hogares (Lareira 1 y Comb.1), fosas (Estructura 1, Pit.1) y enterramientos humanos (Enterramiento 2 y Enterramiento 3), Tratándose de datos provenientes de deposiciones antrópi-

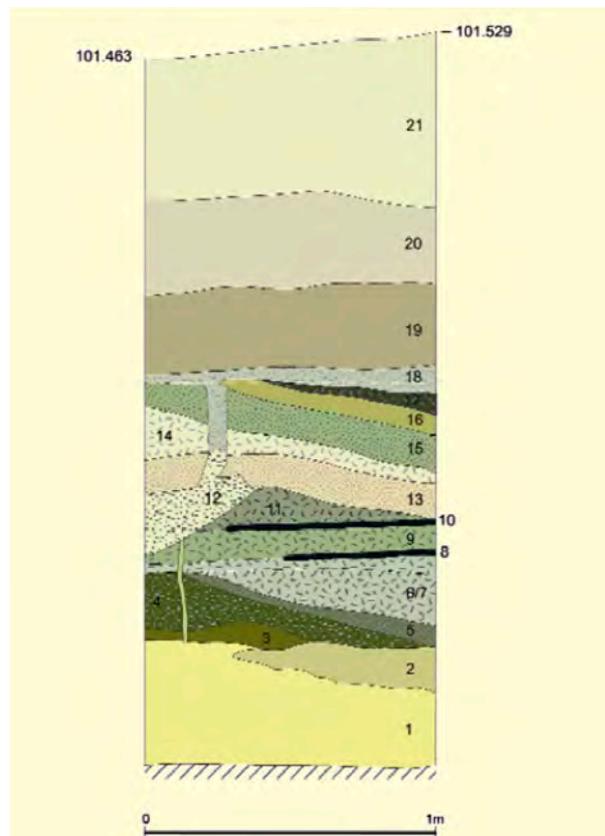


Figura 5. Cabeço da Amoreira - Área Jean Roche, Corte Norte (Monteiro 2012)

cas, se presentan los resultados antracológicos desde una perspectiva diacrónica de la ocupación del Cabeço da Amoreira, con base en la interpretación estratigráfica y dataciones de radiocarbono.

La ocupación más antigua del yacimiento se ha identificado en el nivel Camada z (excavación de Área Nuno Bicho) Lareira 1 y Estructura 1 (Corte Oeste de Área Mendes Correa) y Nivel 2 del Corte Norte de Área Jean Roche (~8095 años cal BP, tabla 1), sobre depósitos arenosos de origen fluvial, infrayacentes a los niveles de conchero, siendo las muestras de carbones recogidas en estos contextos resultado del uso habitacional del sitio. El análisis de 432 carbones ha permitido identificar los siguientes taxones: *Pinus pinaster*, *P. pinea/pinaster*, *P.inus t. sylvestris*, *Pinus*, *Quercus* subg. *Quercus*, *Quercus ilex/Q. coccifera*, *Quercus*, *Salix*, *Arbutus unedo*, Monocotiledóneas, Gimnosperma y Angiosperma indeterminadas. El pino es la especie más representativa en esta fase de la ocupación.

Otra fase de ocupación del yacimiento, en depósitos superpuestos a los primeros, corresponde a la acu-

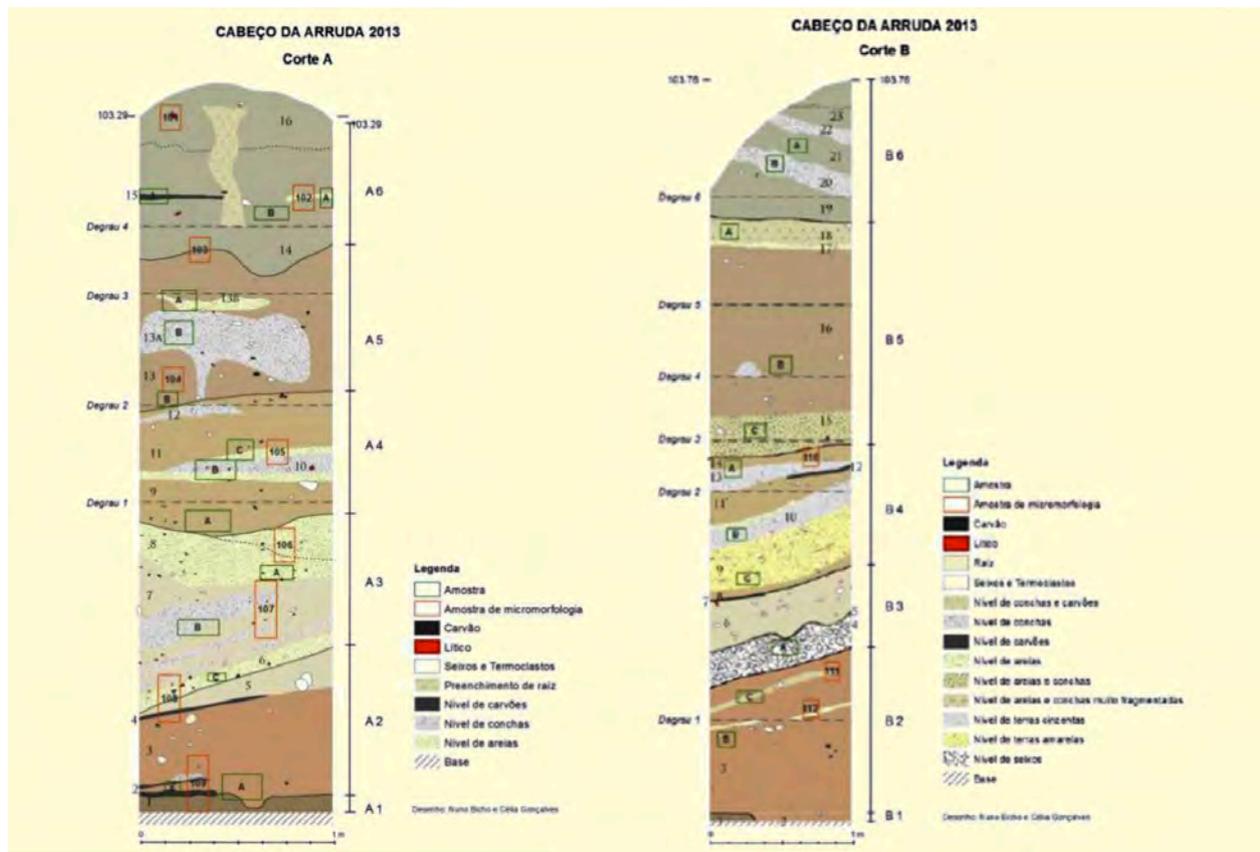


Figura 6. Cabeço da Arruda, Corte A y Corte B (Bicho *et al.* 2013)

mulación del conchero, donde se han identificado dos momentos distintos: la primera fase de acumulación del conchero (Camada 4, Camada 3, Pit.1 y Comb.1) (~7523 años cal BP, tabla 1) y la segunda fase de acumulación del conchero (Camada 2, Enterramiento 2 y Enterramiento 3) (~7498 años cal BP, tabla 1), donde se ha observado un cambio de funcionalidad del sitio. En la primera fase de acumulación del conchero, correspondiente a ocupación de tipo doméstico, de los 2311 carbones analizados, se han identificado los siguientes taxones: *Pinus pinaster*, *P. pinea/pinaster*, *Pinus t. sylvestris*, *Pinus*, *Quercus* subg. *Quercus*, *Quercus ilex/Q. coccifera*, *Quercus*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Ericaceae*, *Salix*, Monocotiledóneas, Gimnosperma y Angiosperma indeterminadas. Se verifica la presencia de algunas especies arbustivas, pero son las especies arbóreas, principalmente el pino, las más representadas. La segunda fase de acumulación del conchero corresponde a la utilización funeraria del espacio. Los 1652 carbones dispersos recogidos en el depósito y enterramientos de la Camada 2, se han identificado los siguientes taxones: *Pinus pinaster*, *Pinus pinea/pinaster*,

Pinus t. sylvestris, *Pinus* sp., *Quercus* subg. *Quercus*, *Quercus ilex/Q. coccifera*, *Quercus*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, Gimnosperma y Angiosperma indeterminadas. A pesar del cambio de funcionalidad del sitio, además de la ausencia de sauce, no se denota en el conjunto antracológico un cambio importante respecto a los depósitos anteriores, manteniéndose el pino como la especie más abundante.

La última fase de formación del conchero corresponde a la Camada 1, culminando con una expresiva presencia de clastos fracturados por acción térmica, interpretada como un posible *cairn* asociado al abandono del sitio. Importa referir que en la superficie del conchero se ha documentado la presencia de cerámica neolítica, marcando la presencia de estas comunidades en el yacimiento, probablemente después de su abandono. Los carbones analizados en este depósito son 714 y han permitido identificar los siguientes taxones: *Pinus pinaster*, *P. pinea/pinaster*, *Pinus t. sylvestris*, *Pinus*, *Quercus* subg. *Quercus*, *Quercus ilex/Q. coccifera*, *Quercus*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Ericaceae*, *Rham-*

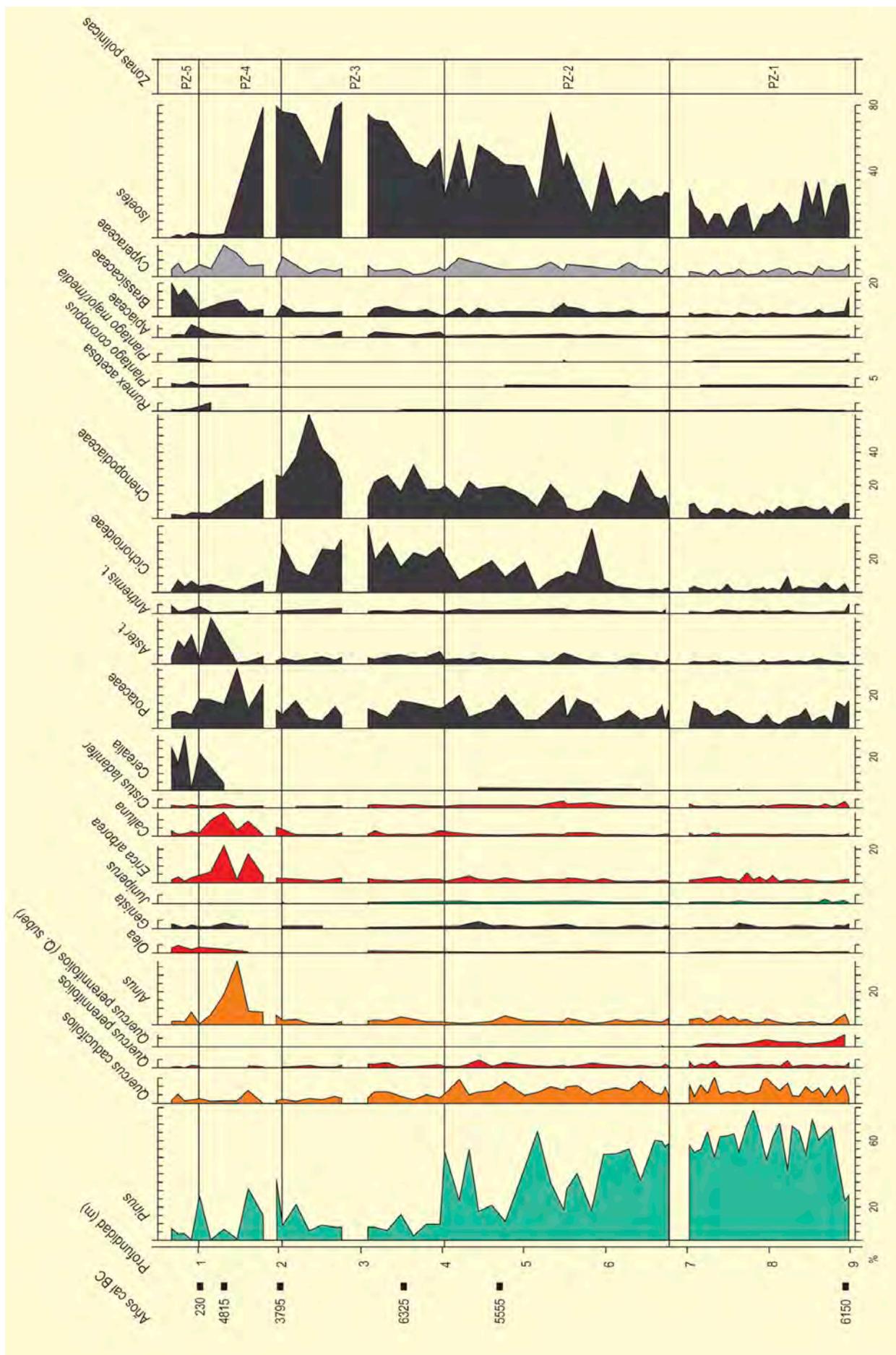


Figura 7. Diagrama polínico del Valle de Muge Valley. Redibujado de van der Schriek et al. (2008)

nus alaternus, *Arbutus unedo*, *Calluna vulgaris*, *Erica arborea*, Gimnosperma y Angiosperma indeterminada. Destacar que esta última fase de ocupación del conchero muestra un cambio en la representatividad de los taxones, con una mayor diversidad taxonómica, donde el pino ya no es el taxón más abundante en el conjunto (Tabla 3). Estos datos son correlacionables con los datos polínicos del nivel PZ3, (~5000 cal BC) coincidiendo con el abandono del sitio, un descenso acentuado del pino, e indicios de deforestación por los elevados niveles de herbáceas. Esto puede ser igualmente resultado de la presencia posterior de comunidades neolíticas en Muge.

En Cabeço da Arruda se han tomado muestras de dos cortes estratigráficos de excavaciones anteriores, con el análisis de 233 carbones en el Corte A y 143 carbones en el Corte B. Se han identificado los siguientes taxones: *Pinus pinaster*, *P. pinea/pinaster*, *Pinus t. sylvestris*, *Pinus*, *Quercus*, Monocotiledóneas, Gimnosperma y Angiosperma indeterminada.

La interpretación de los datos, desde una perspectiva diacrónica, nos indican que a lo largo de la ocupación del yacimiento de Cabeço da Amoreira, independientemente de los cambios de funcionalidad, las modalidades de explotación de los recursos vegetales leñosos para combustible no han cambiado desde el inicio de la ocupación humana, basándose en la explotación sobre todo de madera arbórea, más concretamente de pino, el taxón más representativo, así como de roble/encina, presente en todos los contextos analizados. A pesar de la disminución de *Pinus* en el entorno, a lo largo de la ocupación mesolítica de Muge, los datos antracológicos indican que este ha sido un recurso constantemente utili-

zado. Solamente en el último momento de ocupación se verifica un cambio, con una mayor representatividad de roble/encina junto a otras especies arbustivas y una presencia más residual de pino.

Se observa una similitud entre los resultados de Cabeço da Arruda con Cabeço da Amoreira, con la presencia de *Pinus* y *Quercus* en los conjuntos antracológicos como los taxones más representativos, sugiriendo una manutención de explotación maderera en el entorno, a lo largo de la ocupación de Cabeço da Arruda.

Los datos antracológicos permiten señalar una similitud con las formaciones forestales registradas en el diagrama polínico, sobre todo en la presencia de *Pinus*, aunque en descenso, y la presencia estable de *Quercus* perenifolios y caducifolios en el paisaje de Muge. Resaltar la ausencia en el conjunto antracológico de especies identificadas en el paisaje de Muge, como *Alnus*, *Juniperus* y otras especies arbustivas, como *Cistus*. Los resultados antracológicos permiten también considerar la presencia de *Arbutus* y *Pistacia* entre 8100 y 7350 años cal BP. Hay que considerar que estas diferencias en los registros antracológicos y polínicos muestran por un lado la vegetación local resultado de la selección de especies para combustible por parte de las comunidades humanas, así como la vegetación a nivel regional por dispersión polínica. Además, la comparación entre los datos permite determinar que las comunidades humanas, en general, estarían explotando los recursos más abundantes en su entorno, enfocados, principalmente, en la recolección de madera arbórea.

Más información

van der Schriek *et al.* (2007, 2008), Monteiro (2018)



NAVIA

Estuario de Navia, Navia, Asturias
Holoceno (9830-9300 años cal BP)

El estuario de Navia ($43^{\circ} 31' 43''$ N, $06^{\circ} 43' 26''$ O; 4 m s.n.m.) consiste en un relleno de sedimentos holocenos sobre un antiguo valle excavado en materiales del Permo-Triásico (Bundsandtein) y del Jurásico. De los sondeos realizados con motivo de la construcción de la autovía del cantábrico se deduce un complejo proceso de relleno del valle similar al de la ría de Villaviciosa (Pagés *et al.* 2003). En él entrarían en juego distintas fases aluviales, erosivas en unas zonas y de sedimentación en otras, en alternancia con fases de intrusión marina. Las dataciones más profundas arrojan edades de 8050 años BP y 8550 años BP (García-Amorena 2007).

Los sondeos se encuentran muy próximos al mar, en el piso colino húmedo. La vegetación del entorno está constituida por bosques muy alterados y fragmentados, alternando con matorrales, prados de siega y cultivos de pinos y eucaliptos. El estrato arbóreo de los bosques está constituido mayoritariamente por taxones caducifolios eurosiberianos (*Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa*, *Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Betula* y *Salix*), mientras que Genisteas (*Ulex europaeus*, *Genista hispanica*, *Cytisus striatus*) y *Pteridium aquilinum* son los taxones más abundantes entre los matorrales.

Los procesos de excavación de las pilas del viaducto, sacaron a la luz troncos de entre 3 y 28 m de profundidad. Cuatro de los cuales fueron estudiados en el laboratorio de Botánica de la ETSI de Montes de la UPM. La identificación fue realizada mediante preparación de los planos principales en lámina delgada.



Figura 1. Muestras de *Alnus glutinosa* extraídas de la pila 9 del yacimiento de Navia (NAV.02.AS.15.02.05), a 3 m de profundidad (Foto: Ignacio García-Amorena)

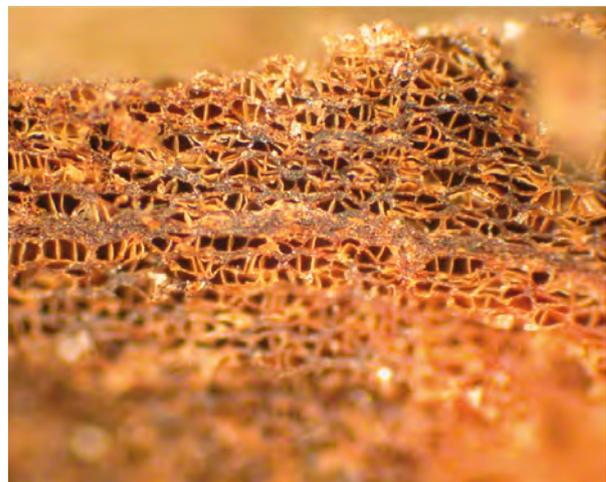


Figura 2. Muchas veces hay que combinar varias técnicas para llegar a identificar un macrorresto. En el caso de la muestra NAV.02.AS.15.02.05 (*Alnus glutinosa*) hubo que hacer uso del microscopio óptico de luz reflejada para observar los detalles anatómicos del corte transversal (Foto: Ignacio García-Amorena)

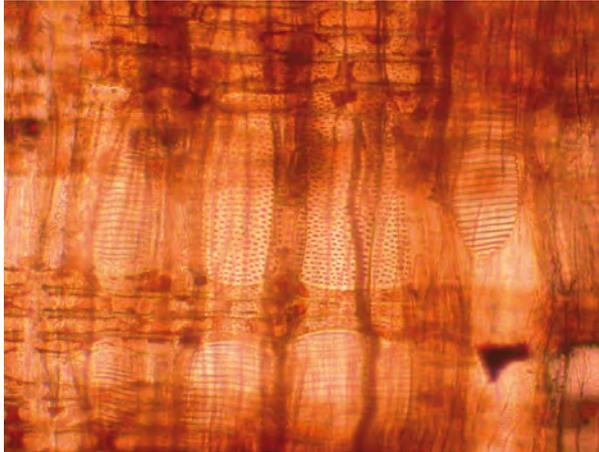


Figura 3. Corte radial de la muestra NAV.02.AS.15.02.05 observado con el microscopio óptico de luz transmitida. Detalle de las punteaduras y perforaciones escalariformes con numerosas barras de los vasos correspondientes a *A. glutinosa* (Foto: Ignacio García-Amorena)

Tres de los restos obtenidos provienen de la pila 4, a 28 m de profundidad (García-Amorena 2007). Son pequeños fragmentos de *Quercus caducifolia* de un máximo de 10 cm de lado, no pudiéndose descartar que provengan del mismo tronco. El análisis radiocarbónico de uno de los fragmentos indica una edad 2σ (95% p) de 9300-9830 años cal BP. El otro macrorresto estudiado consiste en varios fragmentos de tronco de *Alnus glutinosa* (Figs. 1, 2 y 3), extraído de la pila 9, a 3 m de profundidad. La disposición de los anillos de crecimiento indica que provienen de un tronco de al menos 60 cm de diámetro.

Más información

García-Amorena (2007)



NOGAL DEL BATÁN

Parras del Río Martín, Utrillas, Teruel
Holoceno (8380-4350 años cal BP)

El registro tobáceo del Nogal del Batán (40° 47' N, 0° 55' O; 1080 m s.n.m.), se emplaza en el término municipal de Utrillas, provincia de Teruel. La región está formada por materiales mesozoicos carbonatados, esencialmente dolomías y calizas, del Jurásico inferior, Cretácico inferior y Cretácico superior (calizas y dolomías). presentando estructuras tectónicas complejas de orientación NO-SE y NE-SO. Desde el punto de vista geomorfológico, destacan los depósitos tobáceos de edad pleistocena, así como geoformas asociadas a procesos de intenso frío.

El clima regional se caracteriza por ser continental mediterráneo, con una notable amplitud térmica y precipitaciones que no alcanzan los 400 mm. El depósito tobáceo del Nogal de El Batán se emplaza en el piso mesomediterráneo, donde se expanden encinares (*Quercus ilex*) y quejigales (*Q. faginea*) con abundante matorral xerofítico de *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula latifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Genista scorpius* o *Ephedra fragilis*, entre otros. Los sabinars de *Juniperus phoenicea*, *J. thurifera* dominan en suelos pobremente evolucionados de las paraméras calcáreas.



Figura 1. Paisaje vegetal en las inmediaciones del perfil tobáceo del Nogal del Batán

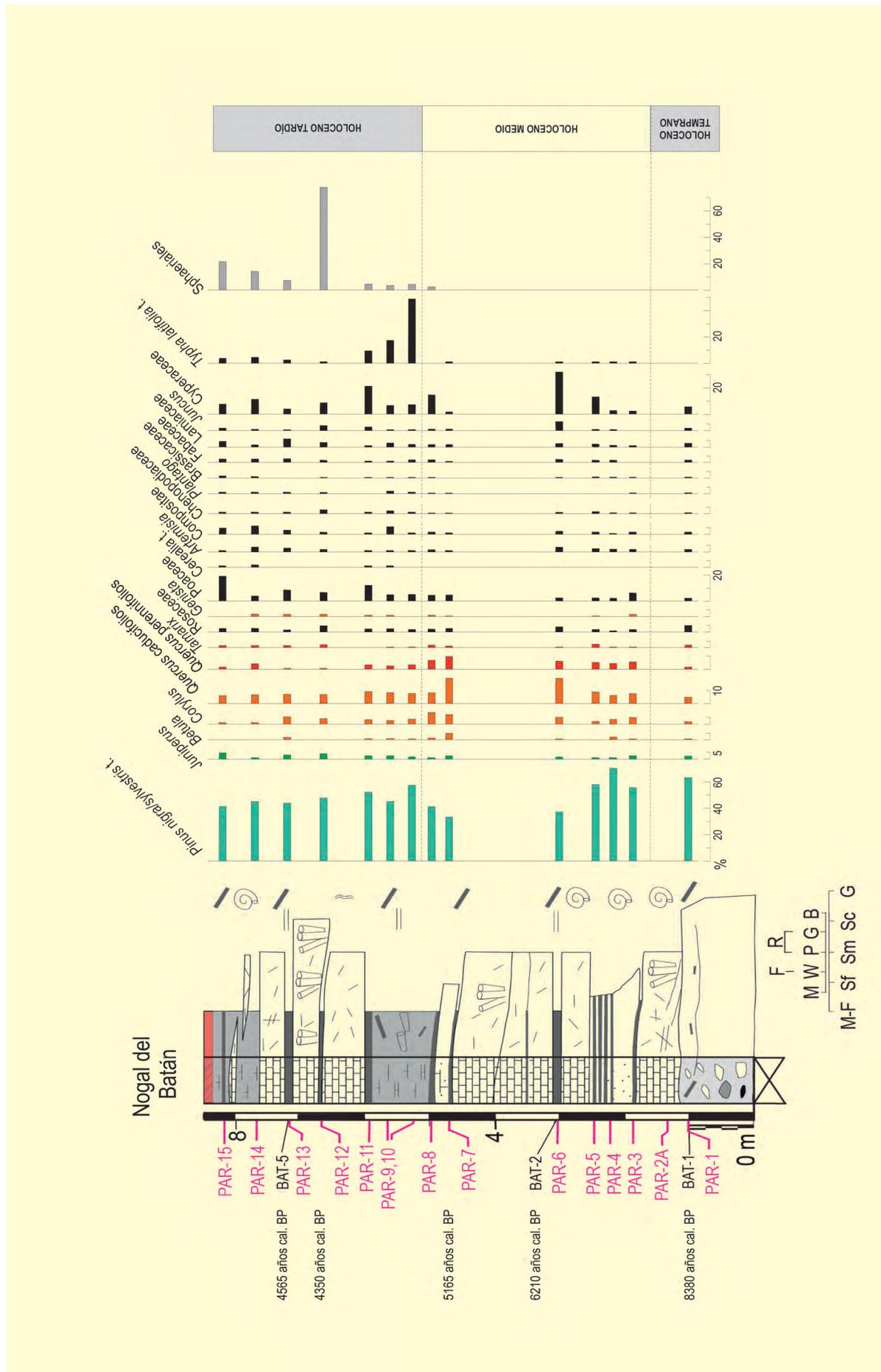


Figura 2. Diagrama polínico sintético del Nogal del Batán. Redibujado de Aranbarri et al. (2021)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas AMS 14C del Nogal del Batán. Rico-Herrero *et al.* (2013)

Ref. Lab.	Nivel	Material	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Años cal. BP (media)
Poz-45347	BAT-5	Carbón	4070 ± 40	4650-4420	4565
D-AMS 026050	PAR-12	Turba	3912 ± 27	4420-4285	4350
D-AMS 026051	PAR-7	Turba	4537 ± 44	5320-5045	5165
Poz-45348	BAT-2	Carbón	5390 ± 40	6290-6170	6210
Poz-45349	BAT-1	Carbón	7570 ± 70	8485-8280	8380

En el piso supramediterráneo, predominan los pinares de tipo albar y negro (*Pinus sylvestris* y *P. nigra*), junto con sotobosque compuesto por *Buxus sempervirens*, *Juniperus sabina*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Erinacea anthyllis*, *Berberis vulgaris* y *Amelanchier ovalis*. Las vaguadas y zonas de umbría albergan especies caducifolios como el abedul (*Betula pendula*), melojos (*Quercus pyrenaica*), avellanos (*Corylus avellana*) y arces (*Acer monspessulana*).

Las sucesivas campañas de campo han permitido localizar y seleccionar afloramientos en los que ha sido posible levantar perfiles estratigráficos en detalle, obteniendo abundante material para el análisis palinológico y cronológico (Fig. 1). La cronología del afloramiento denominado Nogal de El Batán parte del trabajo realizado por Rico-Herrero *et al.* (2013), aunque se incorporan otras dos fechas radiocarbónicas (Tabla 1). Se han extraído un total de 14 muestras polínicas del perfil del Nogal de El Batán, principalmente de niveles orgánicos con restos vegetales preservados. Estos niveles se asocian a ambientes palustres y lacustres estancados, zonas estables desde el punto de vista paleoambiental. La sedimentación y acumulación de los palinomorfos ocurre en condiciones de poca energía, por lo que la reconstrucción del paleoambiente se realiza de forma similar a contextos lacustres. El registro polínico se caracteriza a lo largo de todo el perfil por el dominio de taxones arbóreos, en especial pinos de

montaña (*Pinus nigra/sylvestris* tipo), seguido de sabinas (*Juniperus*), además de diversa flora caducifolia como *Quercus faginea/pyrenaica*, *Corylus*, *Alnus*, *Salix*, *Fraxinus* y *Juglans*, entre otros (Aranbarri *et al.*, 2021). Esto es especialmente evidente en el Holoceno temprano final, ~8380 años cal BP, cuando los pinares adquieren frecuencias cercanas al 60 % (PAR-1).

El contingente mediterráneo adquiere relevancia durante el Holoceno medio, siendo *Quercus ilex/coccifera*, junto con *Pistacia*, *Rhamnus*, *Arbutus* y *Olea* los taxones que progresivamente se expanden (Fig. 1, muestras PAR-3 a PAR-8). Son destacables también la abundancia de Lamiaceae y el matorral xerófilo con *Ephedra distachya*, Rosaceae y *Genista* (Fig. 1, muestras PAR-12 a PAR-15). Este último taxón es especialmente relevante en las cronologías más recientes. A techo de la secuencia, y coincidiendo con la datación de 4565 años cal BP, el aporte de polen arbóreo sufre un claro descenso, en especial *Pinus sylvestris/nigra*, mientras que los taxones nitrófilos, junto con géneros comúnmente asociados a la ganadería como *Plantago* y *Urtica*, presentan una notable expansión. El incremento de esporas de sordariáceas apunta a que las actividades humanas tenían un peso importante en las inmediaciones del perfil de Nogal de El Batán.

Más información

Aranbarri *et al.* (2021)