



# EL TIEMBLO

Sierra de Gredos, Valle de Iruelas, Ávila  
Holoceno (3140 años cal BP – actualidad)

La extinta turbera del Tiemblo (40° 21' 27" N, 04° 31' 35" O; 1250 m s.n.m.) se ubicaba en el extremo más oriental de la Sierra de Gredos en la provincia de Ávila, junto a la garganta de la Yedra dentro de la Reserva Natural del Valle de Iruelas, en el piso supramediterráneo. La secuencia polínica de esta turbera es el primer registro, del que tengamos constancia, tomado directamente en el seno de un bosque de castaños (castañar) en todo el Mediterráneo, por lo que tiene un interés paleoecológico singular al poder detallar la historia geográfica holocena de formaciones densas y consolidadas de *Castanea sativa*, sobre las cuales han existido tradicionalmente dudas entre los botánicos sobre su carácter natural o introducido desde el periodo romano. El clima de la comarca es de tipo mediterráneo, templado y húmedo, con una precipitación media anual en torno a 1400 mm, y una tempera-

tura media sobre 13°C; condiciones climáticas muy favorables al desarrollo de este tipo de bosques caducifolios gredenses, particularmente en exposiciones surorientales, donde constituye una masa continua entre 1000 y 1300 m s.n.m. Algunos ejemplares de castaño en estos bosques alcanzan tamaños considerables, con edades estimadas superiores a los 500 años.

Entre 3140 y 1915 años cal BP (LPAZ 1) el registro polínico de El Tiemblo (Fig. 2) muestra el desarrollo de un denso castañar local (*Castanea sativa* 31-42%), aunque tanto robles (*Quercus pyrenaica*) como encinas (*Q. ilex*) están presentes regionalmente, al igual que muchos otros elementos mesófilos como abedules, acebos, avellanos, fresnos, sauces y olmos, así como ciertas coníferas altimontanas (tanto *Pinus nigra* como *P. sylvestris*, tejos) y mediterráneas (*Pinus pinaster*, *P.*



Figura 1. Castañar del Tiemblo (Foto: Antonio López-Sáez)



Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de El Tiemblo (López Sáez *et al.* 2017)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
CNA-211	7	210 ± 60	429-0
CNA-185	15	375 ± 40	506-316
CNA-103	29	815 ± 35	786-680
CNA-186	41	1130 ± 35	1173-961
CNA-546	55	1425 ± 35	1380-1289
CNA-551	72	1875 ± 25	1876-1733
CNA-540	88	2290 ± 25	2352-2184
CNA-097	105	2675 ± 25	2844-2750
CNA-096	120	2970 ± 30	3229-3007



Figura 3. El "Abuelo", un castaño centenario en el Valle de Iruelas (Foto: Antonio López-Sáez)

*pineae*). Los indicadores polínicos de antropización son escasos y esporádicos. Este paisaje se mantiene entre 1915 y 1465 años cal BP (LPAZ 2), con un castaño como vegetación local dominante, aunque el impacto humano sea ahora algo más evidente (aumento de herbáceas antrópicas y antropozoógenas y de hongos coprófilos). Esta primera antropización provoca que entre 1465 y 925 años cal BP (LPAZ 3), los porcentajes de polen de castaño empiecen a mostrar bastantes oscilaciones toda vez que la dinámica antrópica se intensifica aún más y se asiste por primera vez a la documentación del cultivo del olivo regionalmente. La tendencia cambia entre 925 y 430 años cal BP (LPAZ 4), cuando un menor impacto humano permite la recuperación del castaño y del robledal, en detrimento de sus etapas seriales degradativas tipo brezales de *Erica arborea* o retamares de genisteas. Posteriormente, entre 420 y 195 años cal BP (LPAZ 5) el castaño del Tiemblo muestra su máximo apogeo, con porcentajes de *Castanea sativa* muy altos (4,6%) coincidentes con un periodo especialmente húmedo (máximo de Cyperaceae), a pesar de que la presión pastoral por entonces fue elevada. Finalmente, entre 195 años cal BP y el presente, el castaño empieza a decrecer muy lentamente (LPAZ 6) sin dejar de ser nunca el bosque y la vegetación dominante.

#### Más información

López-Sáez *et al.* (2017b, 2018)

# ELS VILARS D'ARBECA

Plana Occidental Catalana  
Holoceno



**E**ls Vilars es un yacimiento protohistórico que se encuentra situado en la provincia de Lleida, a 4 km de la localidad de Arbeca (41° 34' 06" N, 0° 57' 14" E; 302 m s.n.m.), en la comarca de Les Garrigues (Fig. 1). Esta comarca está situada en el extremo meridional de la Depresión Central Catalana, en la margen izquierda del río Segre. El término municipal se ubica sobre un cerro homónimo, de 332 m de altitud y está

rodeado por otros como Puig del Corb (456 m), la Pleta (426 m) o Tossal Gros (342 m). Limita el norte con la Plana d'Urgell y al sur con las mesetas que derivan de las primeras vertientes de la Cordillera Prelitoral Catalana (Sierra de Vilobí, Sierra del Tallat).

Las condiciones climáticas son propias del clima mediterráneo, pero con características de continentalidad,



Figura 1. Vista aérea de la fortaleza de Els Vilars (Foto: GIP - GRUP D'INVESTIGACIONS PREHISTÒRIQUES, UNIVERSITAT DE LLEIDA)

Tabla 1. Restos vegetales del yacimiento de Els Vilars

ELS VILARS	VILARS O y I I Edad del Hierro		VILARS II Ibérico Antiguo	
	Total	Frecuencia (86 muestras)	Total	Frecuencia (113 muestras)
<i>Hordeum vulgare</i>	45	22	1431	76
<i>Hordeum vulgare</i> (fragmento)	4	3	94	28
<i>Hordeum vulgare</i> (segmento de raquis)	2	2	65	15
<i>Hordeum</i>			66	15
<i>Hordeum/Triticum</i> (fragmento)	209	42	3940	88
<i>Hordeum/Triticum</i> (fragmento de gluma)			12	3
<i>Hordeum/Triticum</i> (raquis)			144	23
<i>Hordeum/Triticum</i> (base de espiga)			3	2
<i>Hordeum/Triticum</i> (fragmento de tallo)			4	4
<i>Hordeum/Triticum</i> (embrión)			24	11
<i>Triticum dicoccum</i>	10	8	41	14
<i>Triticum dicoccum</i> (espiguilla)			8	4
<i>Triticum dicoccum</i> (base de gluma)			7	8
<i>Triticum aestivum/durum</i>	13	8	496	62
<i>Triticum aestivum/durum</i> (fragmento)			16	8
<i>Triticum aestivum/durum</i> (espiguilla)			37	4
<i>Triticum aestivum/durum</i> (segmento de raquis)			24	5
<i>Triticum aestivum/durum</i> (raquis)	1	1	535	34
<i>Triticum aestivum/durum</i> tipo <i>compactum</i>			41	9
<i>Triticum</i> cf. <i>durum</i> (segmento de raquis)			38	6
<i>Triticum</i>	12	9	305	56
<i>Triticum</i> (fragmento)	1	1	85	11
<i>Triticum</i> (espiguilla)	1	1	27	10
<i>Triticum</i> (base de gluma)	2	2	19	12
<i>Triticum</i> (raquis)	1	1	53	10
<i>Triticum</i> (segmento de raquis)			15	6
<i>Triticum</i> (base de espiga)			2	2
<i>Triticum/Secale</i>	1	1		
Cerealia (embrión)	3	2		
<i>Panicum miliaceum</i>	1	1	6	4
<i>Panicum/Setaria</i>	6	4	33	8
<i>Setaria italica</i>			110	11
<i>Lens culinaris</i>	1	1	5	3
<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i>			3	2
Leguminosa indeterminada	2	2	3	3
<i>Vitis vinifera</i> (mineralizado)	1	1	1	1
<i>Vitis</i>			8	6
<i>Vitis</i> pedicelo			1	1

Tabla 1. Continuación

Plantas silvestres	Total	Frecuencia (86 muestras)	Total	Frecuencia (113 muestras)
cf. <i>Aegilops</i>	2	2		
<i>Agrostemma githago</i>	1	1	1	1
<i>Aizoon hispanicum</i>			1	1
<i>Ajuga/Teucrium</i>	1	1	1	1
cf. <i>Ajuga</i>			1	1
<i>Amaranthus</i>			45	3
<i>Anagallis</i>			3	3
<i>Aphanes arvensis/microcarpa</i>			1	1
<i>Aphanes</i>	1	1		
Apiaceae	3	2	3	3
cf. <i>Arenaria</i>			16	1
<i>Asperula arvensis</i>	1	1	2	2
<i>Asperula cynanchica</i>	1	1		
<i>Astragalus</i>	1	1	2	1
<i>Atriplex halimus/prostata</i>			80	1
<i>Atriplex</i>	2	2	11	8
<i>Atriplex/Chenopodium</i>			235	1
<i>Avena</i>	1	1	8	6
<i>Brassica nigra</i>			1	1
<i>Brassica</i>	1	1		
<i>Bromus cf. madritensis/sterilis</i>			1	1
<i>Bromus</i>			6	5
<i>Bromus</i> (mineralizado)			1	1
<i>Carex vulpina/muricata</i>	1	1		
<i>Carex</i>			3	2
cf. Caryophylliaceae (cápsula)	1	1		
Caryophylliaceae			3	3
<i>Centaurea</i>			5	3
<i>Chenopodium album</i>	6	1	60	10
<i>Chenopodium murale</i>			3	2
<i>Chenopodium</i>	5	4	47	12
<i>Chenopodium</i> (mineralizado)			10	4
<i>Chenopodium/Atriplex</i>			1	1
Chenopodiaceae	8	7	55	18
cf. <i>Cistus</i> (cápsula)			2	2
<i>Cistus</i>	2	2	2	2
<i>Convolvulus</i>			1	1
<i>Coronilla scorpioides</i>			8	1
cf. <i>Crepis</i>			1	1
Crucifera			1	1
Cyperaceae			3	2

Tabla 1. Continuación

Plantas silvestres	Total	Frecuencia (86 muestras)	Total	Frecuencia (113 muestras)
<i>cf. Digitalia sanguinalis</i>			1	1
<i>Echinochloa crus-galli</i>	1	1	6	1
<i>cf. Eragostris</i>			1	1
<i>Festuca</i>			3	2
<i>Ficus</i>			9	7
<i>cf. Fumaria</i>			5	3
<i>Galium aparine</i>	5	5	1	1
<i>Galium spurium</i>	2	2	1	1
<i>Galium</i>	11	4	1	1
<i>Glaucium corniculatum</i>			5	4
<i>Glaucium corniculatum</i> (mineralizado)			7	2
<i>Heliotropium europaeum</i>			4	2
<i>cf. Hordeum murinum</i>			1	1
<i>Lamium</i> (mineralizado)			1	1
Liliaceae			1	1
<i>Lolium cf. perenne/rigidum</i>	1	1	2846	18
<i>Lolium cf. temulentum/remotum</i>	3	1	37	14
<i>Lolium</i>	50	26	700	40
<i>Lolium</i> (fragmento)	7	4	363	9
<i>Lolium/Festuca</i>			3	2
<i>Malva</i>	1	1	15	12
<i>Malva/Lavatera</i>			1	1
Malvaceae	2	2	4	3
<i>Medicago</i>	3	3	6	3
<i>Medicago/Melilotus</i>	2	2	15	6
<i>Melilotus</i>			2	2
<i>Papaver</i>			5	2
Papaveraceae (mineralizado)			2	2
Papilionaceae	5	4	7	3
<i>Phalaris</i>	1	1	6	6
<i>cf. Pistacia</i>			2	1
<i>Plantago cf. lagopus</i>			3	2
Poaceae	26	19	281	35
Poaceae (fragmento)	166	30	1091	32
Poaceae (base de espiguilla)			10	7
Poaceae (raquis)			20	8
Poaceae (fragmento) de tallo)			14	8
Poaceae (entrenudo)	2	2		
Poaceae cf. (aristas)			23	2
<i>Polygonum aviculare</i>	2	1	12	2
<i>Polygonum convolvulus</i>			5	5

Tabla 1. Continuación

Plantas silvestres	Total	Frecuencia (86 muestras)	Total	Frecuencia (113 muestras)
<i>Polygonum</i>	1	1		
Polygonaceae	1	1	3	2
<i>Quercus</i>			1	1
<i>Reseda lutea</i>	2	2	5	4
<i>Reseda</i>			2	2
cf. <i>Rhinantus</i>	1	1	5	5
<i>Rubus</i> cf. <i>fruticosus</i>			1	1
<i>Rubus</i> (mineralizado)	1	1		
<i>Rumex</i> cf. <i>acetosella</i>	1	1		
cf. <i>Satureja</i>			1	1
cf. <i>Scorpiurus</i>	1	1		
<i>Setaria italica/viridis</i>			1	1
<i>Setaria viridis/verticillata</i>			3	2
<i>Setaria</i>			29	5
<i>Setaria/Echinochloa</i>	1	1		
<i>Sherardia arvensis</i>	1	1		
<i>Silene</i>	1	1	16	5
<i>Solanum dulcamara</i>			2	1
<i>Solanum nigrum</i>			1	1
<i>Solanum</i>			1	1
Solanaceae			5	1
<i>Stellaria</i>			3	3
<i>Teucrium</i> (mineralizado)	1	1		
<i>Thymelaea</i>			5	4
<i>Trifolium</i>			1	1
<i>Trigonella polycerata</i>	2	1	4	2
<i>Trigonella</i>	1	1	3	2
<i>Trinia glauca</i>	1	1	15	4
<i>Urtica dioica</i>			3	2
<i>Veronica</i>	1	1		
<i>Vicia</i>	2	1	1	1
<i>Viola</i>			2	2
pedicelo de fruta	2	1	3	2
indeterminado	43	24	155	33
(fragmento)s indeterminados	103	31	206	39

con una fuerte sequía estival, déficit hídrico durante buena parte del año y gran amplitud térmica. Desde un punto de vista bioclimático se trata del piso mesomediterráneo, lo cual implica temperaturas medias anuales de entre 13 y 17 °C. El ombrotipo es seco (350-600 mm),

rondando concretamente los 400 mm de precipitación anual.

La vegetación actual en la zona se caracteriza fundamentalmente por la presencia de extensas zonas de cul-

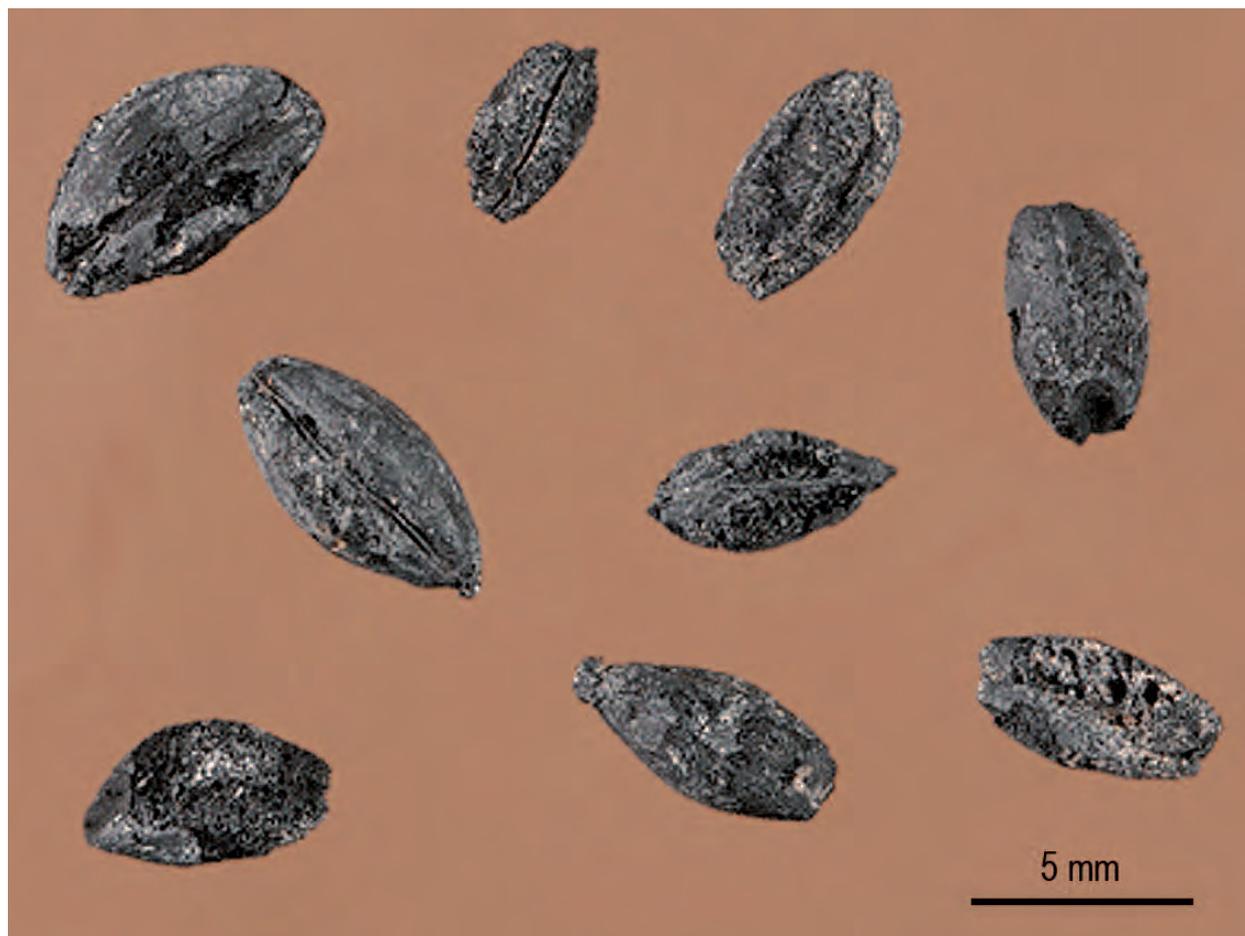


Figura 2. Semillas carbonizadas de cebada (*Hordeum vulgare*) (Foto: SRI UNIVERSITAT DE LLEIDA)

tivo del olivo de la variedad arbequina, principal actividad económica de la comarca. También se desarrollan otros cultivos como el almendro y en menor medida el viñedo. Las principales formaciones forestales que permanecen en la comarca son los encinares de *Quercus ilex* subsp. *ballota* acompañados por elementos arbustivos como *Buxus sempervirens*, *Quercus coccifera*, *Genista scorpius* o *Rubia peregrina*. Los puntos de mayor degradación están recubiertos por formaciones de matorral y espinos, con especies como *Quercus coccifera*, *Rhamnus lycioides*, *Juniperus oxycedrus* o *J. phoenicea*. En zonas soleadas puede aparecer el pino carrasco (*Pinus halepensis*), mientras que la umbría y otras zonas de compensación hídrica permiten el desarrollo de algunos quejigos (*Quercus faginea*). En grandes elevaciones se pueden detectar algunos individuos de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *Pinus sylvestris*. El bosque galería aparece conformado por higrófitos como *Salix alba*, *Populus nigra* o *Fraxinus excelsior*.

Su excavación se enmarca en un amplio programa de investigación y conservación del patrimonio llevado a cabo por la Universidad de Lérida desde finales de los años 80, que ha permitido sacar a la luz una fortaleza (Fig. 1) construida en el siglo VIII BC que representa las profundas transformaciones socioeconómicas que tuvieron lugar durante la Edad del Hierro.

La fortaleza se ocupa de forma ininterrumpida desde principios del siglo VIII (800/775 BC) hasta mediados del siglo IV (350/325 AD), es decir, a lo largo de la Primera Edad del Hierro y el periodo Ibérico. Su sistema de defensa consistente en una gigantesca muralla con 11 torreones, un foso de 13 m de anchura y 4 de profundidad y el sistema defensivo conocido como “cheval de frise” (barrera de piedras hincadas en el terreno destinadas a dificultar el acceso a la muralla) constituyen un ejemplo bastante atípico dentro de la arquitectura del momento. El yacimiento presenta 5 fases constructivas (Vilars 0 a

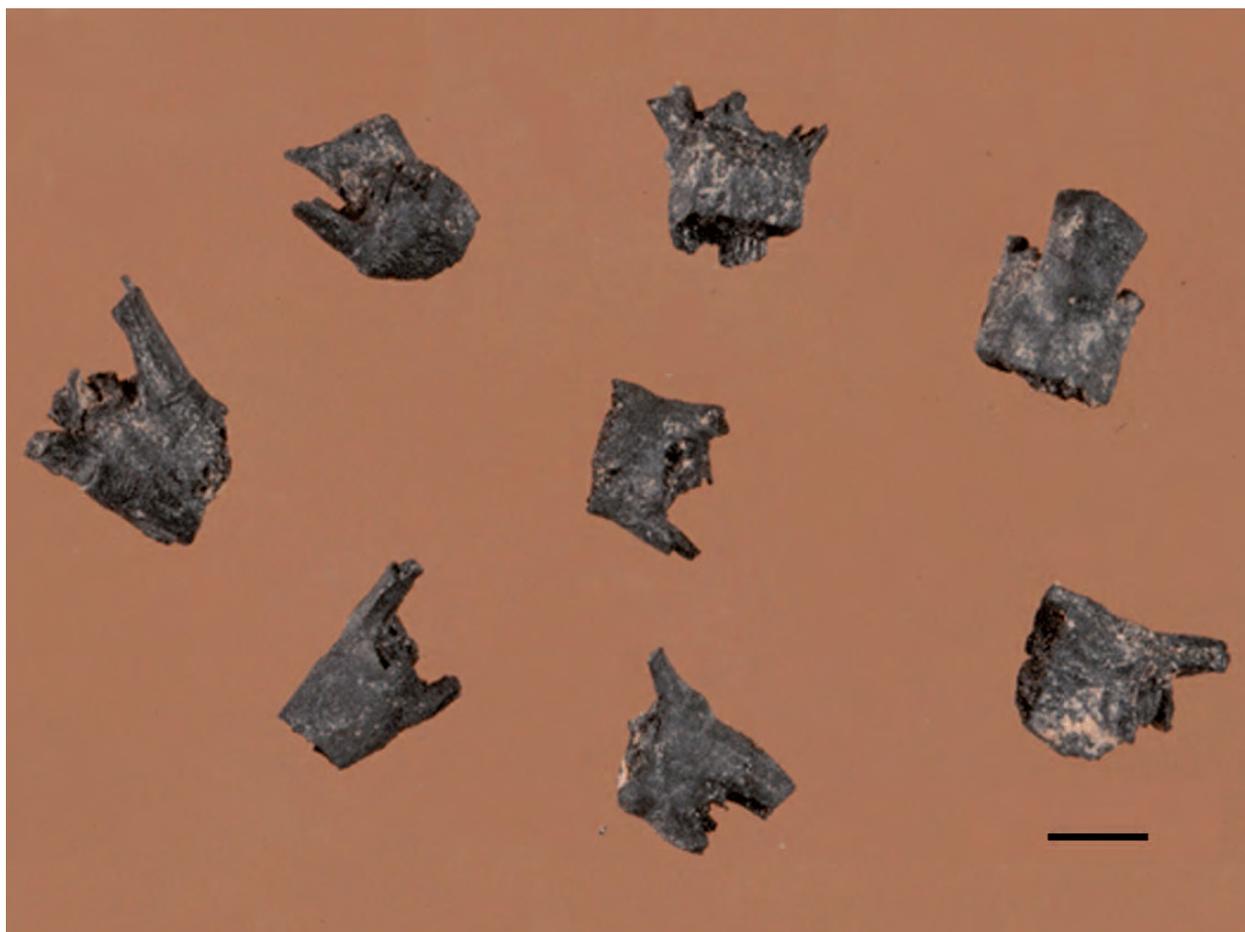


Figura 3. Fragmentos de raquis de trigo carbonizados (Foto: SRI UNIVERSITAT DE LLEIDA)

V) de las cuales las dos primeras se conocen gracias a los trabajos llevados a cabo en el barrio adosado a la muralla.

El magnífico estudio arqueobotánico realizado por Alonso (1999, 2000 a,b) y Alonso *et al.* (2008) incluye el análisis de 200 muestras pertenecientes a la Primera Edad del Hierro (Vilars 0 y I), y al Ibérico Antiguo (Vilars II) (Tabla 1). El muestreo sistemático de numerosos contextos (fosas, hogares, cubetas, pavimentos, etc.) ha permitido llevar a cabo el estudio paleocarpológico que no hubiera sido posible de otra forma dada la poca densidad de restos de la mayoría de las zonas excavadas. Además, han sido analizadas palinológicamente cinco muestras de sedimento, correspondientes a los niveles Vilars IIa (UE 11137, UE 11134a y 11134b) y IIb (UE 11139 y UE 11140) (Fig. 5), así como antracológicamente 229 carbonos de Vilars I y 266 de Vilars II (Fig. 4).

Los principales cereales documentados en Els Vilars son los de invierno, y en especial la cebada vestida (*Hordeum vulgare*) (Fig.2) seguida por los trigos desnudos (*Triticum aestivum/durum*) siguiendo el patrón de la mayor parte de los yacimientos mediterráneos de la Edad de Hierro. Entre los trigos desnudos, se detecta la presencia, especialmente en Vilars II, de un tipo que morfológicamente se caracteriza por carióspsides más redondeadas y que se identifica como un *Triticum aestivum t. compactum*. Este tipo, aunque secundario, aparece con frecuencia en otros yacimientos ibéricos del litoral catalán como l'Illa d'en Reixac, así como en otros de la llanura occidental como el Tossal de les Tenalles o Margalef. Los trigos vestidos, representados por el *Triticum dicocum*, están también presentes, alcanzando un papel importante sobre todo en la primera fase del yacimiento donde su frecuencia llega incluso a superar a la de los trigos desnudos, siendo el segundo trigo más importante en la primera fase del poblado. Los fragmen-

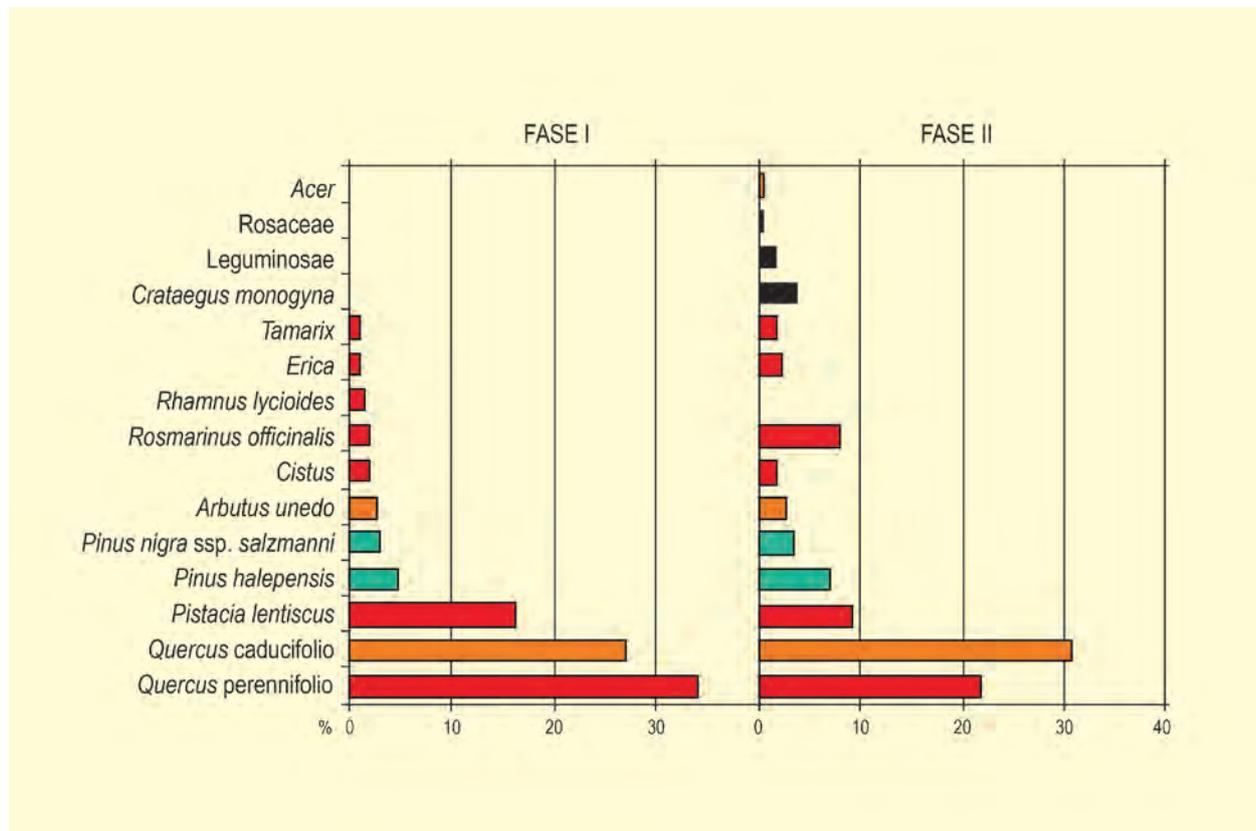


Figura 4. Diagrama antracológico del yacimiento arqueológico de Els Vilars (Arbeca, Les Garrigues). Redibujado de Ros (1994-1996)

tos de la paja de cereal (raquis, entrenudos, glumas) aparecen muy bien representados, especialmente en la fase Vilars II (Fig. 3).

Los cereales de primavera, mijo (*Panicum miliaceum*) y panizo (*Setaria italica*), aparecen también representados con especial incidencia en la segunda fase del poblado (Vilars II). Su presencia en el contexto arqueológico de la Edad del Hierro implica la intensificación de la agricultura al permitir obtener una cosecha adicional a la proporcionada por los cereales de invierno. Entre las leguminosas destacan las habas y las lentejas.

Las plantas silvestres están bien representadas en Els Vilars. Algunas especies como la uva silvestre (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*), la mora (*Rubus fruticosus*), las bellotas (*Quercus*) y el posible higo (*Ficus*) se corresponden a especies utilizadas en la alimentación humana. Sin embargo, la mayoría de las especies silvestres se han interpretado como malas hierbas o como ruderales, destacando *Agrostemma githago*, *Galium aparine*, *Sherardia arvensis*, *Asperula arvensis* y *Lolium*, entre otras.

El análisis sugiere que los cereales fueron procesados fuera del yacimiento y que se llevaron al mismo semiprocesados y se almacenaron. Posteriormente y en relación con la preparación de alimentos, los cereales se habrían terminado de procesar eliminando los últimos contaminantes a través de diferentes cribados y limpiezas a mano. Estas actividades se llevarían a cabo en diferentes zonas del yacimiento y habrían dejado una baja densidad de restos arqueobotánicos.

Durante las fases Vilars I (Edad del Hierro) y Vilars II (Ibérico Antiguo) estos cultivos estarían rodeados por un paisaje de bosque semiabierto (~58 % de AP; Figs. 4, 5 y 6), donde coexistirían *Pinus* (30 %; tipo *halepensis* 6 %, tipo *sylvestris-salzmannii* 4 %), *Quercus* del tipo *ilex-coccifera* (21-34 %) y *Quercus caducifolia* (4-31 %). Los claros de bosque y el monte bajo estarían colonizados por vegetación arbustiva: *Arbutus unedo* (3 %), *Pistacia* (13 %), *Erica* (2 %), *Cistus* (1-2 %), *Ephedra* (2 %), *Rhamnus* (2 %), *Helianthemum* y *Rosmarinus officinalis* (5 %). En los espacios más abiertos crecerían

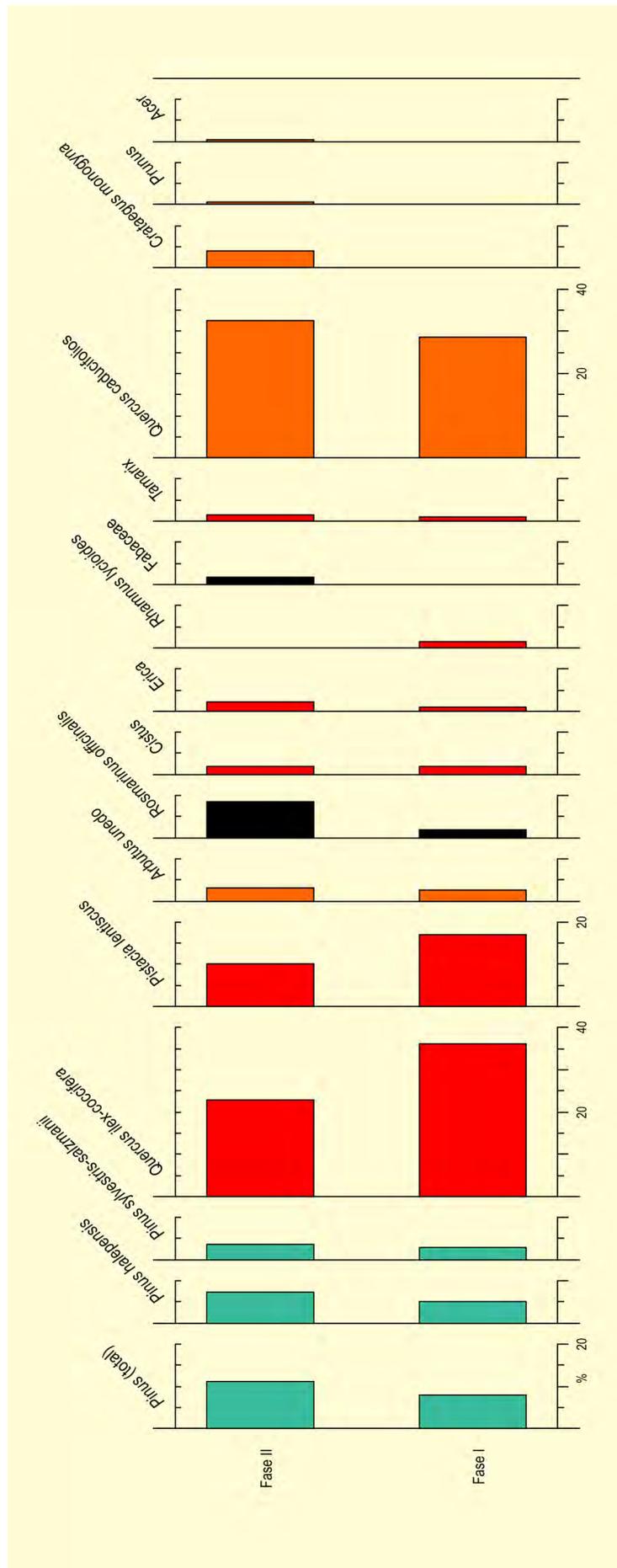


Figura 5. Diagrama polínico del yacimiento arqueológico de Els Vilars (Arbeca, Les Garrigues). Modificado de Burjachs & Expósito (2006)

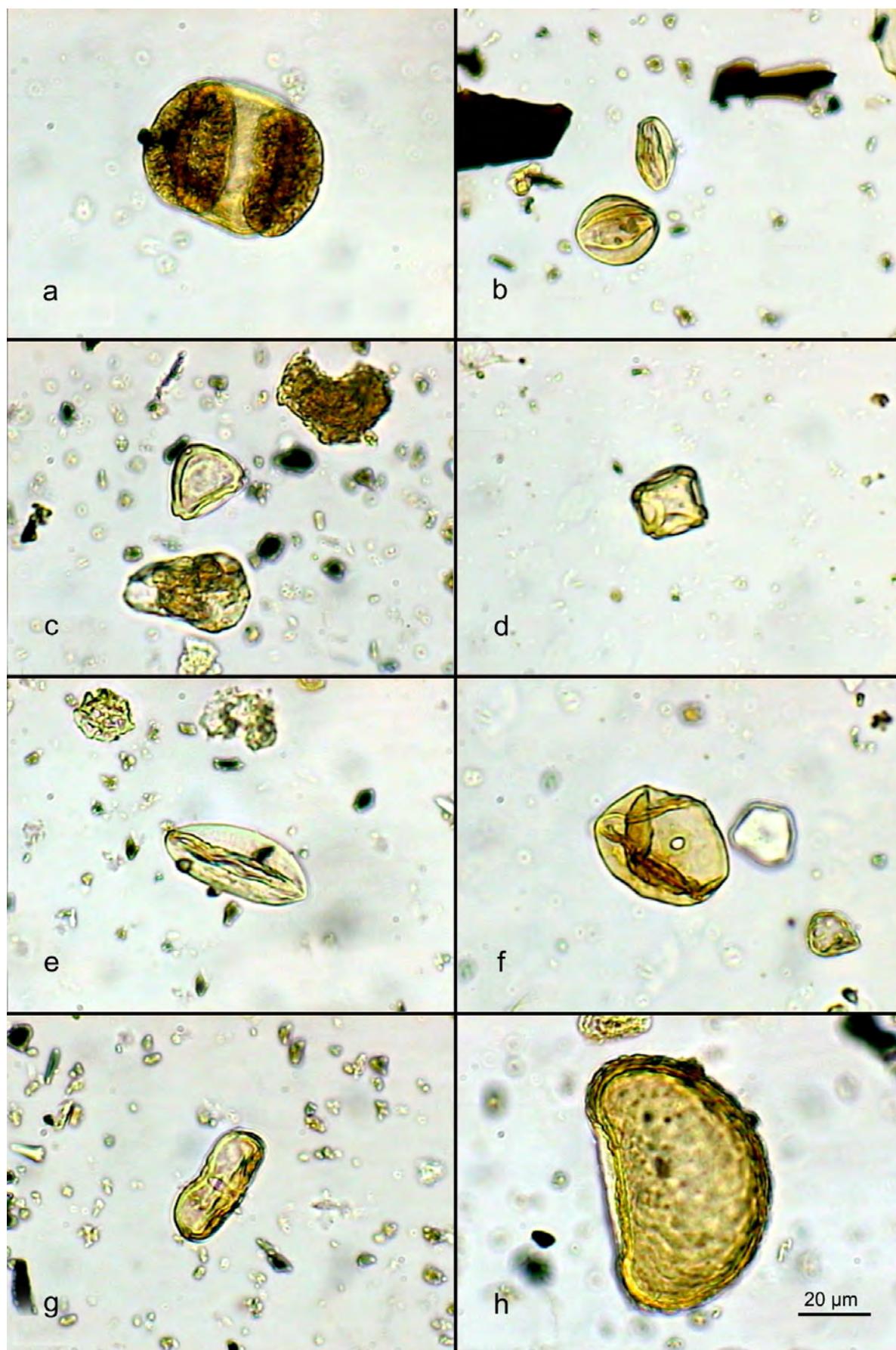


Figura 6. Palinomorfos de la secuencia de Els Vilars. a: *Pinus* (UE 11134b). b: *Quercus t. ilex-coccifera* (UE11137). c: *Betula* (UE 11134). d: *Alnus* (UE 11134b). e: *Ephedra* y *Asteraceae* liguliflora (UE 11134). f: *Cerealia* t. (UE 11134b). g: *Apiaceae* (UE 11134). h: *Polypodium* (UE 11134)

hierbas de las familias Poaceae, Brassicaceae, etc., de la subfamilia Faboideae o de géneros como *Plantago*, *Centaurea*, *Artemisia*, con algunos taxones de connotaciones ruderales o adventicios (Asteraceae, Amaranthaceae, Urticaceae, *Rumex*). Por otra parte, la presencia de cursos de agua o puntos de agua son

atestiguados por *Corylus*, *Alnus*, *Tamarix* (1 %), *Ulmus* y de las higrófitas *Typha/Sparganium* y Cyperaceae.

**Más información:**

Alonso (1992, 1999, 2005), Alonso *et al.* (1994-1996, 1996), Ros (1994-1996), GIP (2005), Burjachs & Expósito (2006)

---



# ELX

Albufera de Elche, Elx, Alicante  
Holoceno (9582-4007 años cal BP)

La secuencia palinológica denominada Elx corresponde al sondeo efectuado en enero de 1993 en el paraje de las marismas de El Hondo, antigua albufera de Elche (Baix Vinalopó, Alicante) (Figs. 1 y 2), hoy en día catalogado como Parque Natural (38° 10' 28" N; 00° 45' 10" O; 1 m s.n.m.). Este paraje está formado por humedales y varias lagunas, algunas de ellas artificiales, que se alimentan del río Segura.

El clima de la zona es de tipo mediterráneo semi-árido, con temperaturas medias que oscilan entre los 9 °C de enero y los 26 °C de julio, alcanzándose todos los veranos máximas que superan los 35 °C. Las lluvias son escasas, alrededor de 250 mm al año, frecuentemente torrenciales en otoño. La vegetación actual de esta zona está muy empobrecida por las bajas precipitaciones, campos de cultivo y pastoreo, de manera que los bosques propiamente dichos no existen, siendo su máxima representación agrupaciones abiertas de *Pinus halepensis*. Por otra parte, solo quedan retazos de las supuestas maquias potenciales (*Quercus-Lentiscetum asparagetosum stipularis*, *Rhamno-Quercetum cocciferae rhamnetosum gnidii* y *Chamaeropo-Rhamnetum lycioi-*

*dis*), siendo las formaciones más comunes romerales y tomillares (*Fumano-Stipetum tenacissimae*, *Fumano-Hypericetum ericoidis*, *Stipo-Sideritetum leucanthae*, *Anthyllido-Cistetum clusii sideritetosum tragoriagani*, etc.). Relacionado con los cursos fluviales y charcas no hay una vegetación arbórea de ribera asociada, aunque en estos ambientes abunda *Nerium oleander*, *Myrtus communis* y *Tamarix*. Además, como introducción antrópica, abundan las palmeras y eucaliptos.

Propiamente en el punto de sondeo predomina una vegetación halófila, cuyas principales especies son *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*, *Arthrocnemum perenne*, *A. fruticosum*, *Cistanche phelypaea*, *Halocnemum strobilaceum*, *Frankenia corymbosa*, *Ruppia maritima* y *Limonium caesium*, aunque también hay representantes dulcícolas (*Phragmites communis*, *Scirpus holoschoenus*, *Apium nodiflorum*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum verticillatum* y *Potamogeton*).

En general los cambios de vegetación en esta región se caracterizan por el dominio de taxones xerófitos (*Quercus perennifolios*, *Olea-Phillyrea* y *Pinus*) por en-



Figura 1. Vista general de El Hondo (Elx – Crevillent) (Foto: Santiago Giral)

Tabla 1. Dataciones de radiocarbono de Elx (Burjachs *et al.* 1997)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta-74943	421	3670 ± 60	4007 ± 82	Carbón	AMS
Beta-72193	640	3980 ± 60	4438 ± 85	Carbón	AMS
Beta-74944	1180	5090 ± 60	5830 ± 70	Concha	AMS
Beta-74945	1810	8590 ± 60	9582 ± 52	Concha	AMS



Figura 2. Sondeo de Elx (Alicante) en 1993 (Foto: Santiago Giralt)

cima de los mésicos, así como por cobertura boscosa parcial del territorio. Cabe remarcar que esto sucede desde hace más de 9500 años cal BP, incluso durante el óptimo climático de nuestro actual interglacial u Holoceno. Por otra parte, a lo largo de la secuencia se observa una tendencia a la aridez mediterránea cada vez más acusada.

La base del diagrama (Fig. 3), correlativa del período climático Boreal (zonas A111-A112), muestra los índices de mayor humedad, momento en que los taxones mé-

sicos presentan valores más elevados (destacamos *Quercus caducifolios* con presencia de *Corylus* y *Tilia*). En este período incluso los robledales llegaron a tener cierta relevancia, con acompañamiento de *Buxus*. Sin embargo, los bosques no llegaron a desarrollarse del todo, ya que la presencia de *Cistaceae*, *Erica*, *Ephedra*, *Pistacia*, etc. está indicando un papel preponderante de maquias y matorrales. Por otra parte, a nivel local de la albufera, en este momento cerrada al mar, el medio parece que estaba diversificado en zonas dulcícolas (*Myriophyllum*, *Typha*, *Cyperaceae* y *Poaceae*) y salobres (*Chenopodiaceae*/*Amaranthaceae* y *Artemisia*).

La siguiente zona (A121), supuestamente correlativa del período Atlántico u óptimo climático, no se muestra a estas latitudes muy húmedo, ya que los taxones mésicos están en descenso. Sin embargo, tenemos a su favor valores medio-altos de AP, la presencia de *Alnus*, *Fraxinus* y *Vitis*, así como maquias bien desarrolladas (taxones arbustivos). Por otra parte, es en este momento que la laguna se abre al mar (predominio de ostrácodos marinos), hecho que explica el predominio de halófitos locales (*Chenopodiaceae*) por encima de *Poaceae* y la desaparición en el diagrama de la acuática dulcícola *Myriophyllum*.

Este descenso de taxones mésicos continúa en la siguiente zona A122, a inicios del período Subboreal. Es durante este período cuando empieza el descenso del bosque de *Quercus perennifolios* a favor de los pinares y maquias (*Olea-Phillyrea* y arbustos), momento en que a nivel local hay poca agua dulce, pues todos los taxones locales se mantienen en valores bajos. Por otro lado, durante la siguiente zona A2, ahora hace unos 4400 años cal BP, se instala en el punto del sondeo un cordón dunar que cierra la albufera y la vuelve a convertir en dulcícola. Es en este momento cuando se alcanza la máxima extensión de *Pinus* y aparecen en el

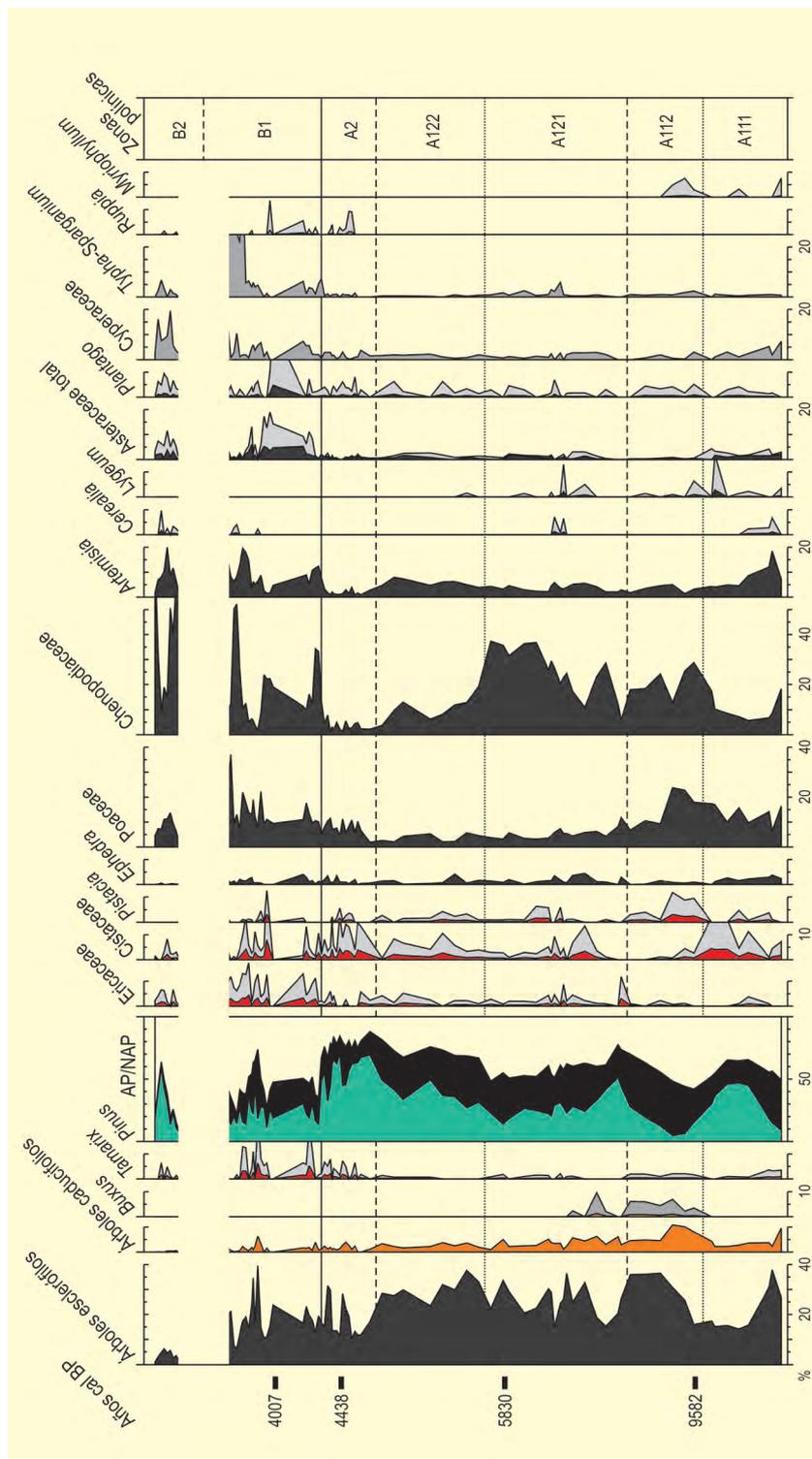


Figura 3. Diagrama polínico del depósito de Elx. Redibujado de Burjachs et al. (1997)

diagrama *Ruppia*, *Rhamnus* y *Thymelaea*, aumentando los valores de *Tamarix*.

A partir de aquí el diagrama presenta bastantes hiatos polínicos (zona B), sin embargo, el espectro es representativo de condiciones y vegetación pa-

recidas a la actualidad, con bajos porcentajes de cobertura arbórea, dominio de *Pinus* y aumento de *Erica*.

**Más información**

Burjachs & Riera (1996), Burjachs et al. (1997)



# ERAS DEL ALCÁZAR DE ÚBEDA

Úbeda, Jaén  
Holoceno (4115-3837 años cal BP)

**E**l yacimiento arqueológico de las Eras del Alcázar se sitúa en el extremo sur del centro histórico de la ciudad de Úbeda ( $38^{\circ} 00' 23''$  N,  $03^{\circ} 21' 56''$  O; 683 m s.n.m.), ocupando una superficie superior a los 62.000 m<sup>2</sup> y coincidiendo con el primer recinto amurallado de la ciudad, el antiguo Alcázar medieval (Figs. 1 y 3). Se dispone de cinco fechas radiocarbónicas comprendidas en el rango 3777 y 4690 años cal BP (Fig. 2) (Fuentes *et al.* 2007).

La secuencia ocupacional estaría definida en sus inicios por un sistema de hábitat semisubterráneo, a través de estructuras excavadas en el substrato de areniscas y margas, con plantas de tendencia circular y alzados de sección acampanada. Niveles posteriores suponen un cambio en la ordenación espacial del asenta-

miento, al implicar la sustitución de las fosas por grandes cabañas circulares. En el interior de estas habitaciones se documentan restos de estructuras de combustión destinadas a la producción para el consumo alimentario así como diferentes sistemas de almacenaje para frutos y semillas (principalmente legumbres –habas– y cereales). Tras las ocupaciones prehistóricas se produce (al menos en las zonas investigadas) un largo hiato hasta época romana. Basándose en los restos hasta el momento recuperados, se trataría de un pequeño centro, probablemente una *villae*.

La secuencia palinológica se basa en el estudio de 13 muestras de sedimento obtenido de la estratigrafía de la excavación. El taxón dominante es *Pinus*, seguido de Asteraceae, Poaceae y *Quercus* perennifolios (Fig.



**Figura 1.** Panorámica de Úbeda. Aunque hoy día no hay abedules, Betula era el antiguo nombre dado por los romanos a la actual ciudad de Úbeda (Foto: Félix Carrillo)

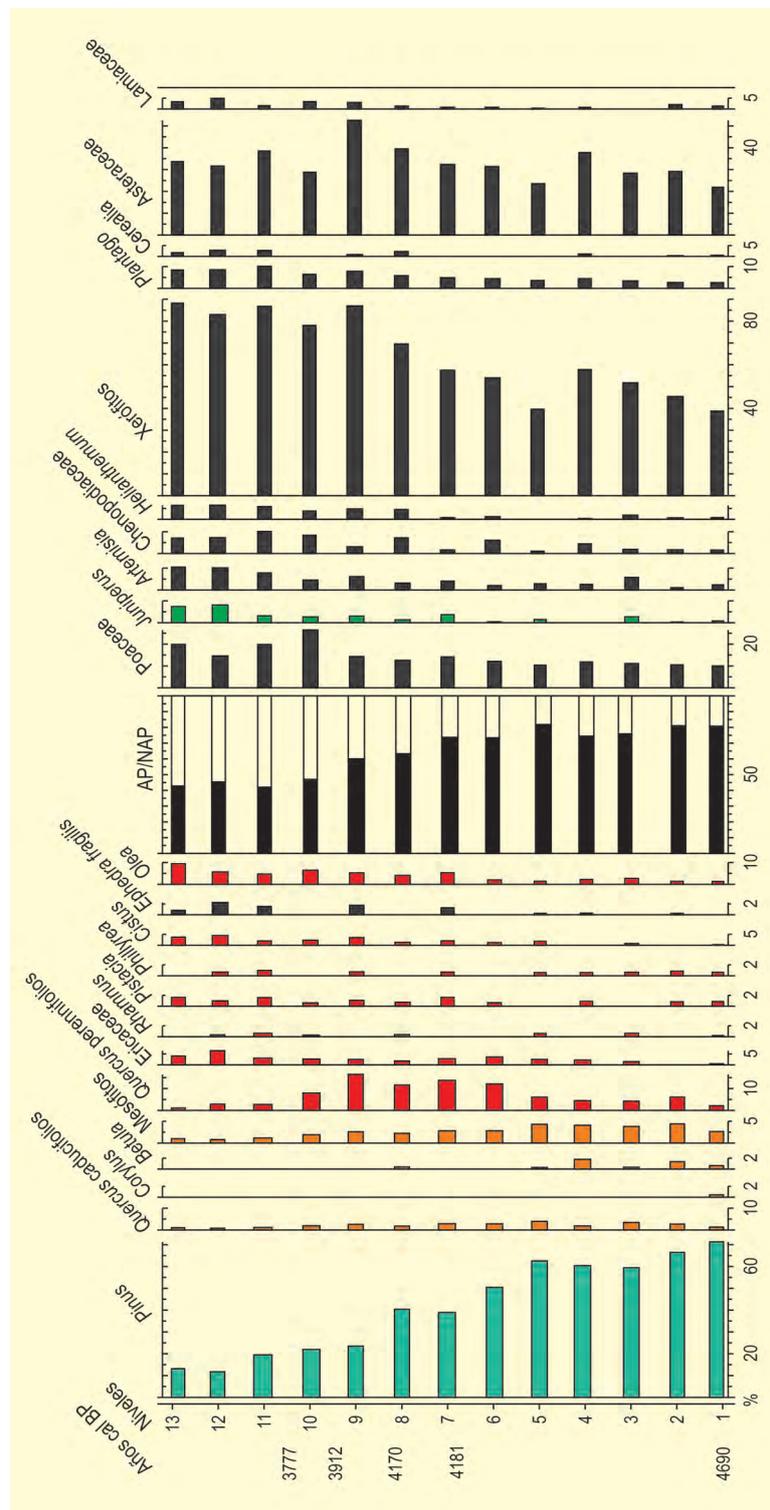


Figura 2. Diagrama polínico de la secuencia Eras del Alcázar de Úbeda. Redibujado de Fuentes et al. (2007)

2). La secuencia se inicia en una estructura forestal densa con cierta diversidad de mesófitos. Hay evidencia de *Corylus* en el nivel más antiguo de la secuencia. *Betula* está presente hasta el nivel 8, mientras que los *Quercus caducifolios* concurren a lo largo de toda la secuencia. La regresión forestal observada es paula-

tina, notándose una fase intermedia de xerofitización con incremento de *Quercus perennifolios* en los niveles 6-10.

La interpretación de las secuencias palinológicas de Eras de Úbeda (Fig. 2) sugiere un proceso de degrada-



Figura 3. Restos arqueológicos del yacimiento Eras del Alcázar en Úbeda, (Foto: F. Nocete)

ción ambiental en la comarca de La Loma que se iniciaría durante el Tercer Milenio BC y se traduciría en una clara apertura del paisaje con pérdida de recursos forestales. Las pautas descritas en esta secuencia se ajustarían al contexto climático de aridificación creciente que se define para el Mediterráneo occidental a partir del Holoceno medio (Araus *et al.* 1997, Jalut *et al.* 2000, Sadori & Narcisi 2001, Carrión 2002a, Pantaleón-Cano *et al.* 2003, Sadori *et al.* 2008). Pero quizá el factor crítico sea antropogénico. Existen indicios de actividad agrícola, como el registro polínico de cereales y la pre-

sencia de áreas de actividad asociadas a la transformación de cereales y semillas de especies cultivadas (fundamentalmente legumbres). Tampoco es descartable que el pastoreo haya incidido negativamente sobre la cubierta forestal, hecho que vendría atestiguado por la aparición e incremento de esporas de hongos coprófilos, genisteas (muy a menudo matorrales espinescentes), *Plantago* y *Polygonum aviculare*.

#### Más información

Fuentes *et al.* (2007)



# ERCÁVICA

Alcarria, Cañaveruelas, Cuenca  
Holoceno reciente (Romano)

**E**l yacimiento arqueológico de Ercávica ( $40^{\circ} 25' 54''$  N,  $02^{\circ} 40' 09''$  O; 805 m s.n.m.) se ubica en el seno de la Alcarria conquense, en el término municipal de Cañaveruelas. Se trata de una ciudad romana en la que se han llevado a cabo distintas campañas arqueológicas, aunque de momento se desconoce todavía la cronología de su fundación, si bien la documentación arqueológica permite situar su origen hacia la primera mitad del siglo I BC (Rubio Rivera 2013). La elección de su emplazamiento, en un promontorio elevado sobre el río Guadiela con una amplia visión del territorio colindante y las vías de comunicación (Fig. 1) parece responder a la estrategia de Roma de control e

integración de la región, como deja patente la construcción, en la primera etapa de la ciudad, de la muralla, el entramado ortogonal y las *domus* de patrones romano-italicos. La Alcarria es una comarca natural emplazada en la Submeseta Sur que comprende el noroeste de la provincia de Cuenca, gran parte del centro y sur de la de Guadalajara y el sureste de Madrid. Aunque sus límites geográficos no sean estrictos, queda delimitada al noreste y este por Sierra Ministra y las parameras de Molina de Aragón, al noroeste por las estribaciones orientales del Sistema Central (Sierra de Ayllón) y al sur y sureste por las meridionales del Sistema Ibérico (Serranía de Cuenca). Desde un punto de



Figura 1. Vista general de Ercávica, Cuenca (Foto: R. Rubio Rivera)

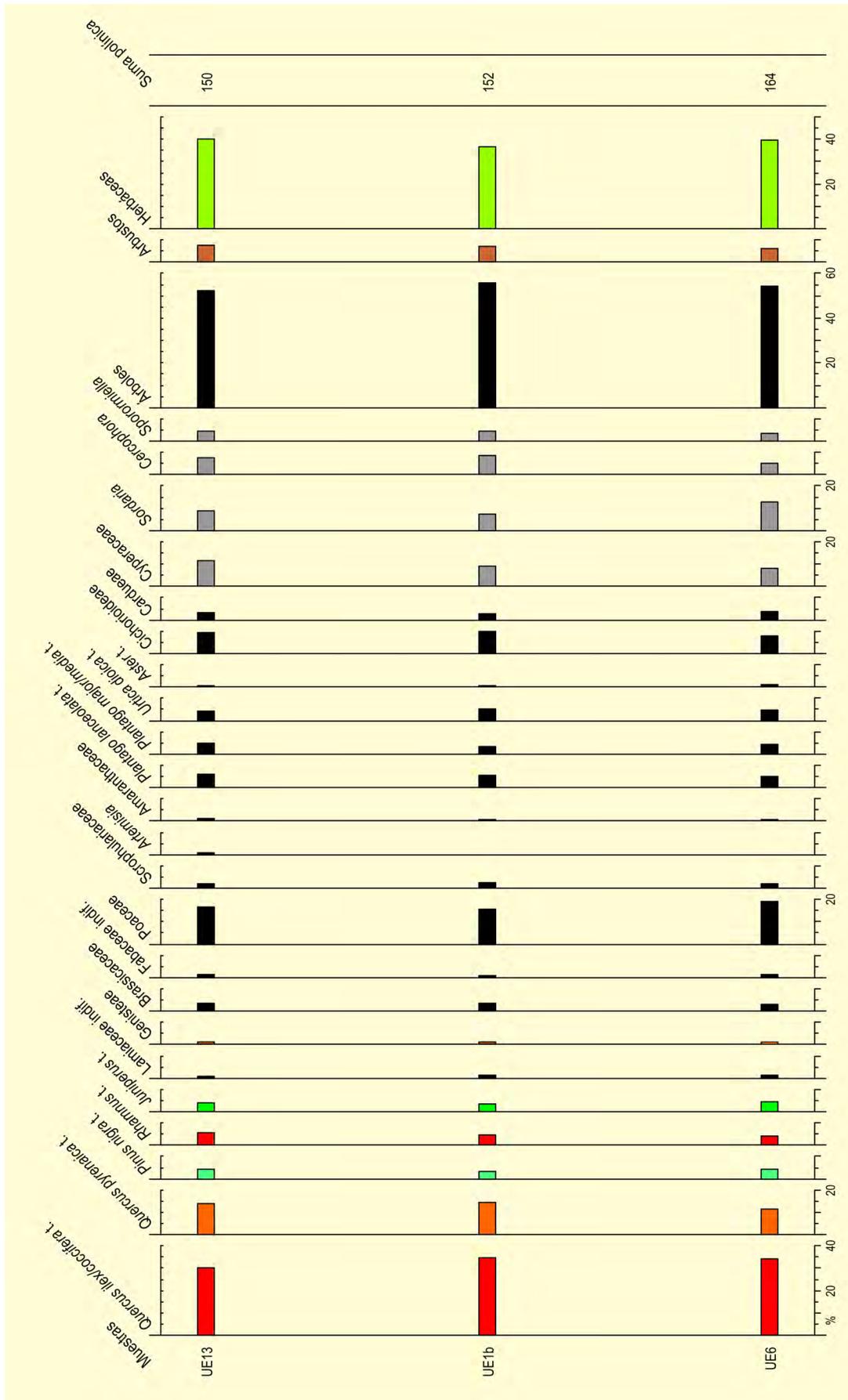


Figura 2. Histograma palinológico de Ercávica. Modificado de Rubio Rivera (2013)

vista geográfico, está caracterizada por un suave relieve tubular coronado por superficies estructurales de extensos páramos calizos, a menudo cortados, de norte a sur, por arroyos y ríos que dan lugar a profundos valles de rica fertilidad.

El estudio palinológico de Ercávica (Fig. 2) corresponde a tres muestras de un corte estratigráfico obtenido en el sondeo 1 en sus respectivas unidades estratigráficas (13, 1b y 6), situado en un área no edificada junto a la muralla al norte de la *Domus* aterrazada.

Los espectros polínicos de las muestras son similares entre sí, lo que permite aceptar su contemporaneidad cronológica. En ellas se documenta polen de *Pinus nigra* en bajos porcentajes, lo que reflejaría su carácter alóctono, posiblemente a partir de poblaciones de pinares situados en las estribaciones del Sistema Ibérico meridional en la Serranía de Cuenca. Lo mismo puede señalarse del roble melojo, *Quercus pyrenaica*, cuyos valores inferiores al 20% indicarían la existencia de robledales en un marco regional, probablemente en zonas de umbría del piso bioclimático supramediterráneo. La cobertura arbórea es alta (>50%), siendo el taxón más importante la encina (*Quercus ilex/coccifera*), cuyos valores, en cualquier caso, denotarían un paisaje de dehesa. Estos encinares basófilos manchegos estarían enriquecidos en retamares o escobonales (Genisteae), tomillares y cantuesales (Labiatae), así como formaciones de carácter xerófilo dominadas por *Rhamnus* (aladierno). Hay que destacar la constancia de *Ju-*

*niperus*, probablemente sabina albar (*Juniperus thurifera*), que regionalmente ocuparía las zonas más frías y continentales de paramera, a menudo acompañando a la encina, en el piso supramediterráneo, y que, aunque con un carácter regional, también queda reflejada en Ercávica.

La abundancia de gramíneas sería una prueba más del carácter abierto del paisaje; probablemente en relación directa con la presión pastoral, ya que en los espectros polínicos de Ercávica están presentes tanto herbáceas antropozoógenas, caso de *Plantago lanceolata*, *P. major/media*, Amaranthaceae y *Urtica dioica*, como hongos coprófilos (*Sordaria*, *Sporormiella* y *Cercophora*). Aunque la ganadería sería, posiblemente, el principal factor que definiría el paisaje descrito, el impacto humano también se sentiría por la preponderancia de elementos antrópico-nitrófilos (Asteraceae, Scrophulariaceae, etc.). Los porcentajes elevados de Cyperaceae (pastizales húmedos) y el escaso bagaje porcentual de herbáceas xerófilas (*Artemisia*), señalarían un clima relativamente húmedo, probablemente puesto en relación con el denominado "periodo húmedo íbero Romano", que se caracterizó regionalmente por un aumento progresivo de la temperatura y de la precipitación entre finales del siglo I BC y mediados del siglo IV AD, marco cronológico que encuadraría las muestras estudiadas.

#### Referencias

Rubio Rivera (2013)



# ES GRAU

Mahón, Menorca  
Holoceno (7932 años cal BP – actualidad)

**E**s Grau es un depósito de albufera situado en las proximidades de la ciudad de Mahón (Menorca, Islas Baleares) (Figs. 1, 3 y 4). El testigo de sedimentos analizados fue sondeado del fondo de la laguna actual (39° 56' 53" N, 04° 15' 31" E) desde una plataforma flotante.

El clima de Menorca es típicamente mediterráneo, con temperaturas medias anuales de 16,7 °C. Las precipitaciones anuales medias son de 600 mm, concentradas principalmente en el otoño y con un marcado carácter torrencial. Además, hay una importante variación interanual con largos periodos de sequía repartidos irregularmente a lo largo de los años. En cuanto a los vientos cabe destacar el fuerte y predominante viento de tramontana, que llega cargado de sal marina y que condiciona la vegetación de esta pequeña isla.

Según los datos fitosociológicos, la vegetación potencial de la zona corresponde al acebuchal menorquín (*Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia* subsp. *media* var. *rodriguezii*, *Prasium majus*, *Euphorbia dendroides*, *Smilax aspera* y *Asparagus acutifolius*), aunque también, de forma más reducida, al encinar (*Quercus ilex*, *Rhamnus alaternus*, *Erica multiflora*, *Cistus monspeliensis* y *Rosmarinus officinalis*), existiendo aún algunos rodales de *Quercus suber*. El encinar aparece en las zonas donde la profundidad del suelo y la orientación permiten que haya una mayor humedad. Otra formación típica es la maquia litoral, donde predominan *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicia*, *Dracunculus muscivorus*, *Daphne rodriguezii* y *Crithmum maritimum*. En las playas, la vegetación dunar está muy bien desarrollada.



Figura 1. Albufera d'Es Grau (Foto: B. Salva)

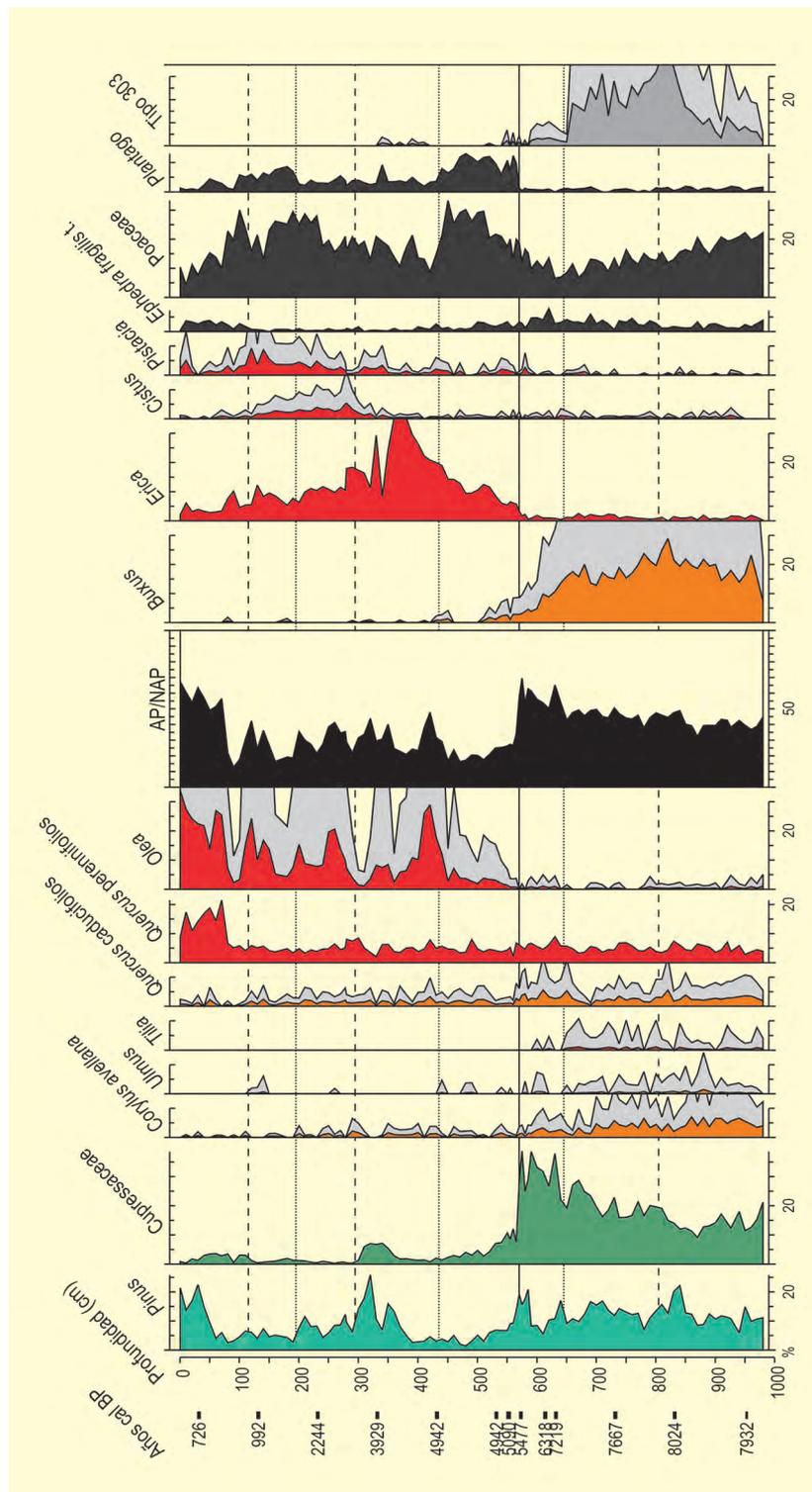


Figura 2. Diagramas polínicos sintéticos del depósito de la albufera de Es Grau (Menorca). Redibujado de Burjachs (2006)

A través de este depósito podemos conocer la evolución de la vegetación en la isla de Menorca desde hace unos 8000 años (Fig. 2, Tabla 1). Esta evolución consta de dos fases bien definidas. La primera coincide con el óptimo interglacial del Holoceno, hasta hace unos 5200 años cal BP, momento en que el hombre coloniza la isla. Incluso en estos momentos de óptimo y sin presencia

humana sobre el territorio, la vegetación arbórea solo llegaba a cubrir un 60% del suelo como máximo; sin embargo, la diversidad arbórea era superior a la actual. Cabe destacar para esta época el predominio de gimnospermas (sabinares y pinares con *Ephedra*) frente al encinar mixto de *Quercus* y *Buxus*, contrastando con la abundancia de mesotermófilos (*Corylus*, *Tilia* y *Ulmus*).

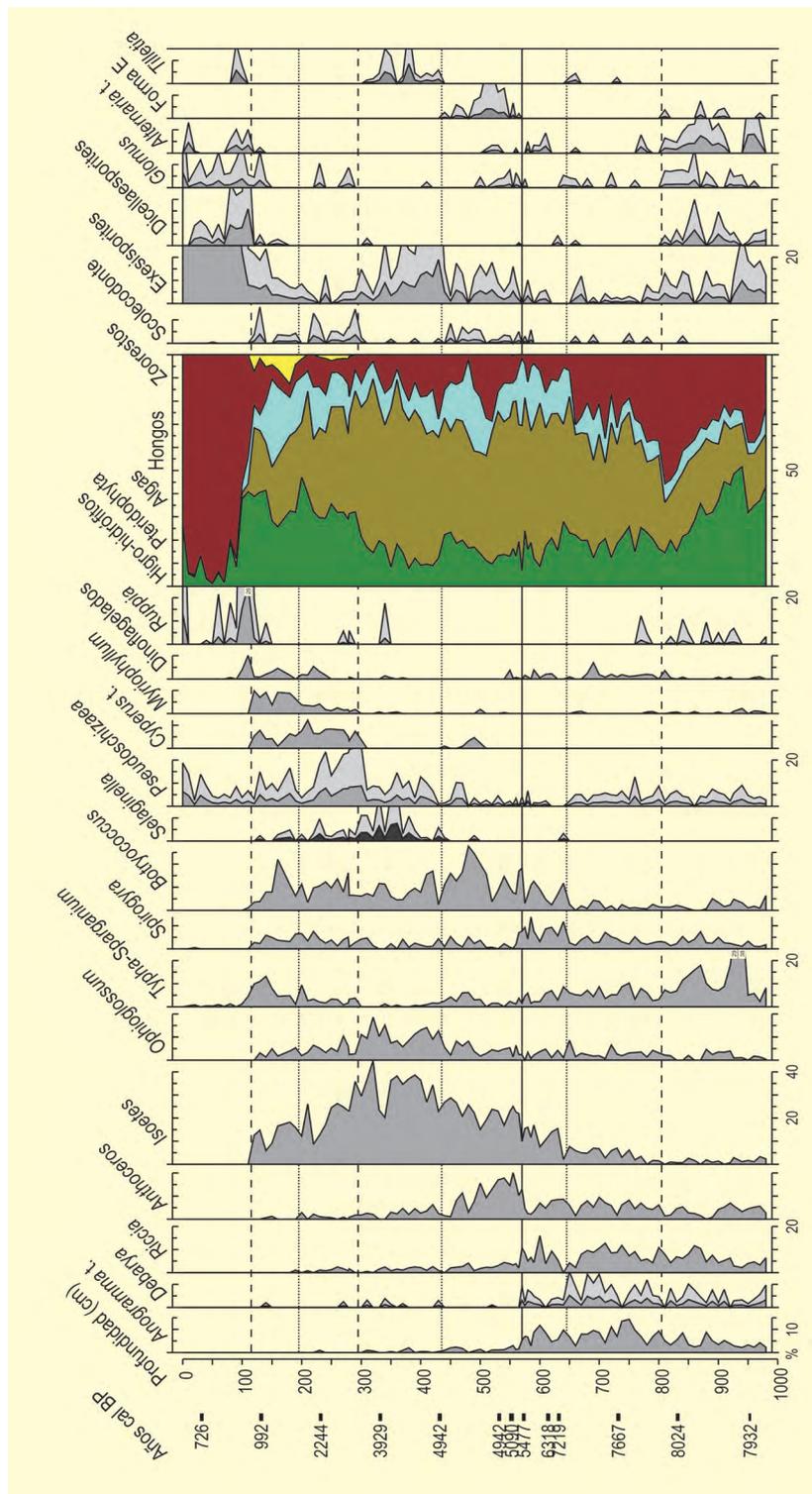


Figura 2. Continuación

Luego, después de un cambio bastante drástico empezaría la segunda fase, cuando se instala la vegetación actual. Sabinarses y bosquecillos mixtos con mesotermófilos retroceden dejando paso al acebuchal, donde pervivirán encinas y pinos. Quizás la más afectada por este cambio fue *Buxus balearica*, especie endémica hoy en día extinguida de la isla de Menorca. En

su lugar y en un territorio ahora más abierto van a proliferar *Erica*, *Pistacia* y *Cistus*. Este drástico cambio a mediados del Holoceno también se observa en la vegetación local higrohidrófila (Fig. 2). Así, en la primera fase predominarían *Typha-Sparganium* y *Anogramma*. Después, en la segunda fase y hasta hace unos 2700 años pasan a dominar *Isoetes*, *Ophioglossum*, *Selagine-*

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Es Grau (Menorca). Calibraciones según Cal Pal on line (<http://www.calpal-online.de/>). Burjachs (2006)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Sondeo	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta-99035	3	1A	Moderno	–	Sedimento	AMS
Beta-99036	32	1A	790 ± 50	726	Sedimento	AMS
Beta-99037	132	1A	1060 ± 50	992	Sedimento	AMS
Beta-99038	232	2A	2230 ± 50	2244	Sedimento	AMS
Beta-99039	332	2A	3610 ± 50	3929	Sedimento	AMS
Beta-99040	432	4B	4350 ± 50	4942	Sedimento	AMS
Beta-99041	532	4B	4350 ± 50	4942	Sedimento	AMS
Beta-88394	567	4B	4440 ± 70	5090	Polen	AMS
Beta-88395	573	4B	4770 ± 60	5477	Polen	AMS
Beta-88396	614	5A	5510 ± 60	6318	Coral	AMS
Beta-99042	632	5A	6290 ± 60	7219	Sedimento	AMS
Beta-99043	732	6A	6820 ± 60	7667	Sedimento	AMS
Beta-99044	830	7A	7180 ± 60	8024	Sedimento	AMS
Beta-88397	950	8A	7060 ± 60	7890	Madera	AMS
Beta-99045	952	9A	7110 ± 60	7932	Sedimento	AMS

**Figura 3.** Vista aérea de la albufera actual de Es Grau (Foto: <http://berosus.org/naturals/treballs/comenius/vegetacion/sagola.jpg>)**Figura 4.** Vista de la albufera de Es Grau, sacudida por el fuerte viento de tramontana (Foto: N. Mertens)

lla, *Anthoceros* y *Botryococcus*. A partir de 2700 años cal BP y coincidiendo con una mayor entrada de sedimentos en la albufera (*Pseudoschizaea*), los helechos tienden a disminuir, predominando ahora las ciperáceas, *Typha-Sparganium* y *Myriophyllum*. Finalmente, durante los últimos 1000 años y coincidiendo con la conquista cristiana de la isla, la vegetación local queda muy deteriorada.

Destacamos el gran cambio de la vegetación a mediados del Holoceno, que es una constante para los depósitos gimnésicos y que conlleva la instalación del acebuchal y monte bajo en detrimento de una vegeta-

ción más diversificada, en donde predominaban *Buxus* y *Juniperus*. Pensamos que este cambio fue inducido por la entrada del hombre a la isla en un contexto de cambio climático hacia una mayor aridez. Por otro lado, estos análisis demuestran la extinción insular de robles, boj, avellano, tilo y olmo; quedando por resolver si también tuvieron presencia física abedul, aliso, abeto, haya, carpe y arces, dados los escasos valores encontrados en el análisis, que pueden ser el resultado del transporte de pólenes a larga distancia a través del viento.

#### Más información

Burjachs (2006)



# ESPANTALOBOS

Canteras de Quicena, Quicena, Huesca  
Holoceno (8975-8046 años cal BP)

**E**l abrigo de Espantalobos ( $42^{\circ} 09' 02''$  N,  $0^{\circ} 21' 09''$  O; 511 m s.n.m.) se encuentra en la zona conocida como Las Canteras de Quicena (Huesca), al norte de este núcleo urbano y muy próxima al mismo (Fig. 1), en la ladera de un barranco activo cuyo nombre se ha tomado para el yacimiento. El entorno está conformado por estratos subhorizontales de arenisca y arcilla, de espesor variable, que se engloban en la formación Uncastillo o Sariñena, en el límite norte del Mioceno continental de la cuenca del Ebro. La erosión y las tareas de cantería en época histórica han desmontado casi por completo el paleocanal de arenisca que conformaba el abrigo.

El yacimiento se sitúa en el piso mesomediterráneo dominante en las cotas bajas de la cuenca del Ebro. Las medias anuales para la temperatura y precipitación son de  $13,9^{\circ}\text{C}$  y 490 mm respectivamente. Su situación en el límite de la depresión del Ebro, donde las condiciones extremas de clima y suelo características del centro del valle se suavizan, lo emplaza dentro del dominio del encinar (*Quercus ilex* subsp. *ballota*). No obstante, al tratarse de una de las áreas de mayor aprovechamiento agrícola, la cubierta natural ha sido fuertemente modificada por la acción antrópica, constriñendo el encinar a los ribazos de cultivos y cerros, acompañado de un sotobosque de coscoja (*Quercus coccifera*), aliaga (*Ge-*



Figura 1. Abrigo de Espantalobos (Foto: Rafael Domingo)

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas del abrigo de Espantalobos (Montes *et al.* 2015)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Nivel arqueológico	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Material	Método
Beta-361624	-95	c	7390±40	8321-8046	Carbón ( <i>Juniperus</i> )	AMS
Beta-361625	-130	e	7900±50	8975-8547	Carbón ( <i>Juniperus</i> )	AMS

*nista scorpius*), jaras (*Cistus laurifolius*, *C. albidus*, *C. salviifolius* y *C. clusii*), gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*), enebro (*Juniperus oxycedrus*), sabina (*Juniperus phoenicea*), romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*), salvia (*Salvia officinalis*), espliego (*Lavandula latifolia*), retama (*Retama monosperma*), etc., así como el boj (*Buxus sempervirens*) y algunas ramnáceas.

Las excavaciones llevadas a cabo en el abrigo de Espantalobos, bajo la dirección arqueológica de L. Montes y R. Domingo (Universidad de Zaragoza) entre 2013 y 2016, han puesto de manifiesto la existencia de un asentamiento humano de los últimos cazadores-recolectores epipaleolíticos en la región en el que se distin-

guen 2 momentos de ocupación diferenciados. Las 9 muestras tomadas para el análisis palinológico resultaron estériles. Sin embargo, el sitio ha entregado una importante cantidad de macrorrestos para su estudio antracológico recuperados de forma sistemática mediante flotación del sedimento (Fig. 2). Las dataciones radiocarbónicas ubican estas ocupaciones en el IX milenio cal BP (Tabla 1).

El análisis antracológico se ha realizado a partir de los restos de la madera utilizada como combustible en las distintas fases de ocupación evidenciando la composición florística de las formaciones vegetales explotadas en el entorno inmediato del yacimiento (Fig. 2).

**Figura 2.** Acumulación de carbones excavados en el nivel E (Foto: Lourdes Montes)

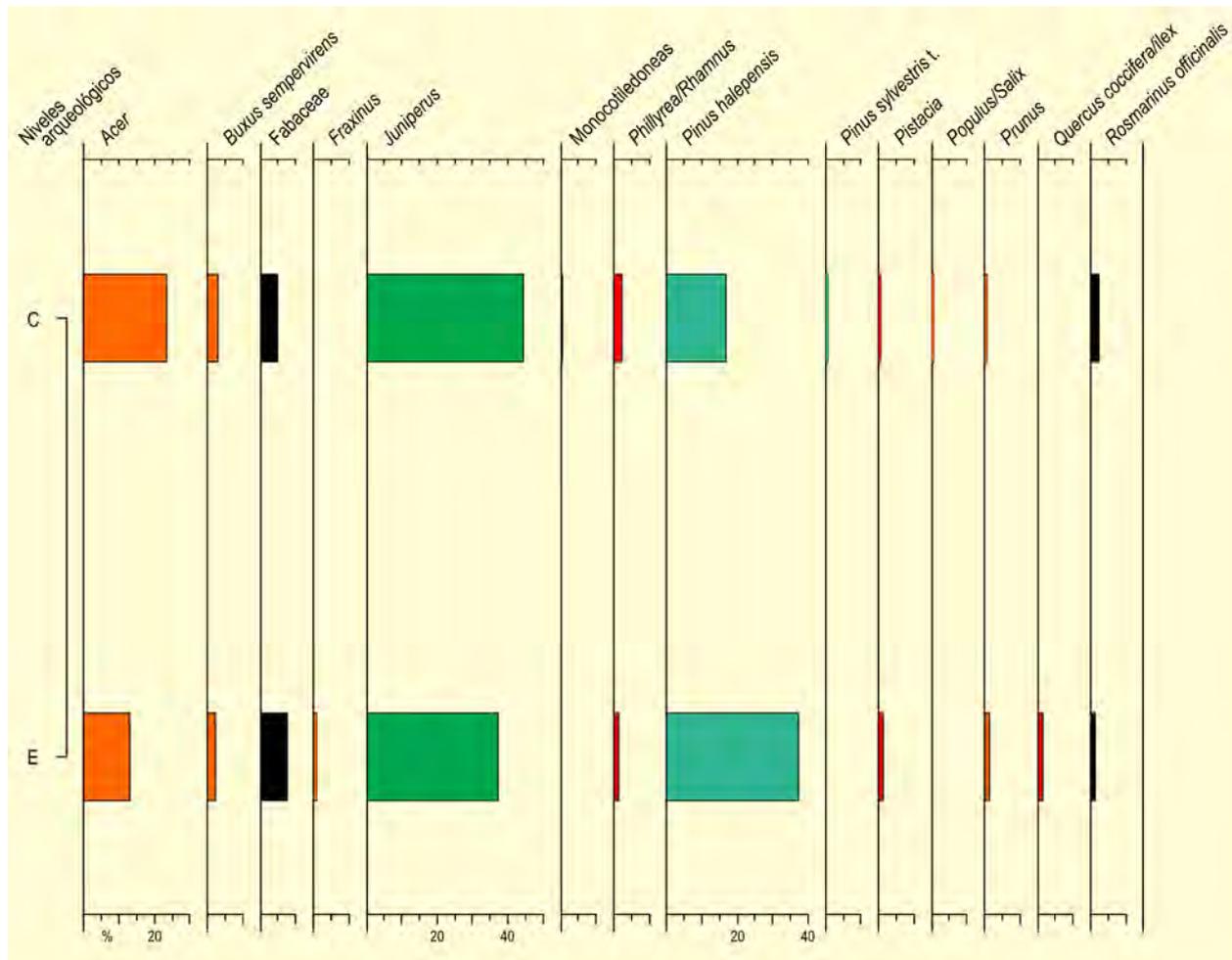


Figura 3. Diagrama antracológico de Espantalobos. Redibujado de Alcolea *et al.* (2017a)

Durante la ocupación más antigua, los restos más abundantes pertenecen a *Juniperus* (Fig. 3), alcanzando casi el 45 % de los fragmentos analizados, seguido de *Acer* con más del 20 % de los restos y *Pinus halepensis* con más del 15 %. Otros taxones más infrecuentes, con porcentajes siempre inferiores al 5 %, son *Buxus sempervirens*, *Fabaceae*, *Phillyrea/Rhamnus*, *Pinus sylvestris*

*t.*, *Pistacia*, *Populus/Salix*, *Prunus* y *Rosmarinus officinalis*, reflejando la diversidad vegetal de las especies leñosas presentes en el territorio durante la primera mitad del IX milenio cal BP.

Durante la ocupación más reciente, desciende la presencia de *Juniperus*, que prácticamente se equipara

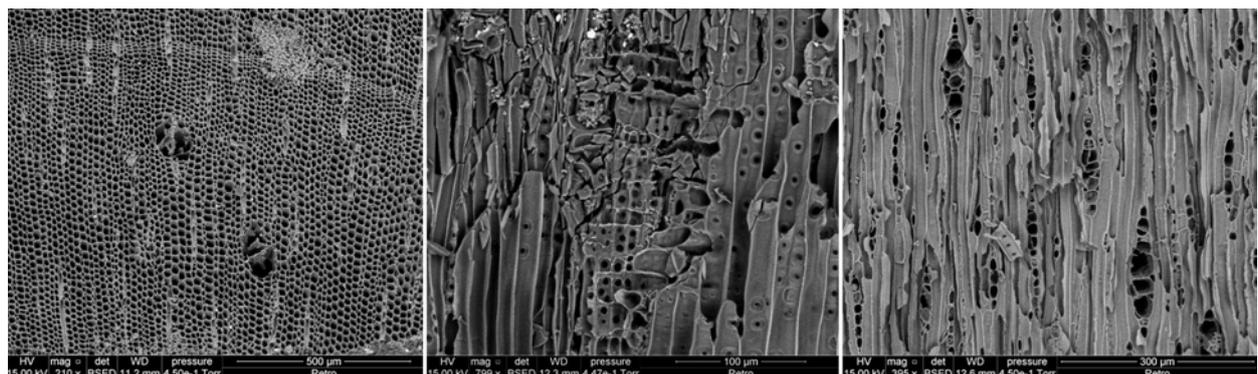


Figura 4. De izquierda a derecha: plano transversal, plano longitudinal radial y plano longitudinal tangencial de *Pinus halepensis* (Fotos: M. Alcolea)

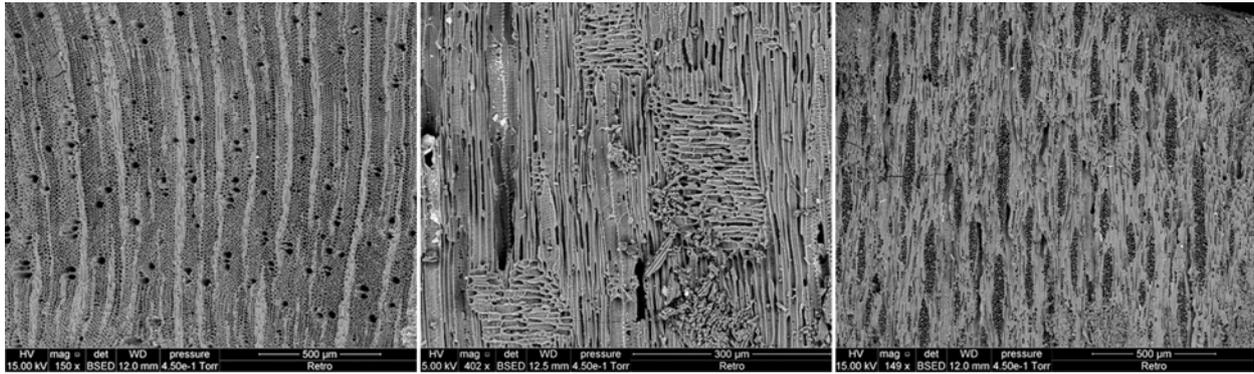


Figura 5. De izquierda a derecha: plano transversal, plano longitudinal radial y plano longitudinal tangencial de *Acer* (Fotos: Marta Alcolea)

con la de *Pinus halepensis* en torno al 35 % de los fragmentos estudiados (Fig. 4). También se observa un importante descenso de *Acer* (Fig. 5) coincidiendo con el aumento de matorrales como Fabaceae o *Rosmarinus officinalis*, en posible concordancia con el aumento de aridez documentado en el valle del Ebro durante la segunda mitad del IX milenio cal BP (González-Sampérez *et al.* 2009).

Si nos fijamos en los restos de combustible procedentes de las tres estructuras de combustión excavadas en el sitio (no incluidas en el diagrama) la madera de *Juniperus* alcanza entre el 63 y el 96 % de los restos. Esta sobrerrepresentación de los enebros/sabinas en las muestras procedentes de concentraciones se debe probablemente a que estas están reflejando únicamente

el último o últimos usos de estas estructuras, además de que como se ha planteado, las especies arbustivas, serían más accesibles y fáciles de recolectar en ocupaciones de carácter esporádico, aunque recurrente.

Es también reseñable la abundante presencia del pino carrasco en este registro del valle medio del Ebro desde el inicio del IX milenio cal BP, lo que apoya la hipótesis de que esta especie formaría parte importante de la vegetación de las áreas xerotérmicas de la depresión central previamente a que la acción antrópica favorezca su gran expansión en el territorio (Alcolea 2017, Aranbarri *et al.* 2020).

#### Más información

Alcolea (2017), Alcolea *et al.* (2017a)



# ESPERTÍN

Burón, León  
Holoceno (7700 años BP)

La cueva del Espertín se abre con orientación nor-este a 1260 m de altitud en uno de los valles tributarios del Esla dentro de la Reserva Natural de Riaño (43° 03' N, 04° 59' O) (Fig. 1). Se localiza a menos de 10 km del Puerto del Pontón, una de las vías naturales de paso hacia Asturias que comunica con el alto valle del Sella (Fuertes & Neira 2006).

El entorno es eminentemente montañoso caracterizado por vegas dedicadas a cultivos hortícolas y pastos de siega, donde también se sitúan los principales núcleos de población. Las altitudes oscilan entre los 1100 m del fondo de la vega y los 2012 m de las cumbres de la sierra de Riaño. Las diversas formaciones vegetales: bosques de robles (*Quercus pyrenaica* y *Q. petraea*) y de hayas se disponen a lo largo de las laderas según su orientación (umbrías o solanas). El valle discurre de manera encajonada albergando una vegetación muy

densa e impenetrable con diversas especies de sauces arborescentes y arbustivos junto a un cortejo de arbustos espinosos-caducifolios. En las pendientes con mala exposición los matorrales de *Cytisus scoparius* son frecuentes.

La estratigrafía de esta cueva ha registrado una ocupación atribuida culturalmente al Mesolítico cantábrico. El único nivel arqueológicamente fértil (nivel 2), ha librado una fecha de 7790 años BP.

Los restos antracológicos procedentes del nivel 2 muestran a *Pinus sylvestris* como el taxón dominante (>50%), y de manera significativa a *Quercus caducifolia* (11,6%), *Fagus sylvatica* (12%) y *Betula* (9,3%) (Fig. 2). El matorral de landa aparece dominado por *Cytisus scoparius*, *Erica* (6,8%), y en menor medida por *Corylus avellana* (2%). El resto de taxones presentan frecuencias inferiores al 1%, de manera que el estrato arbóreo



Figura 1. Entorno del Espertín en la Reserva Natural de Riaño (Foto: Paloma Uzquiano)

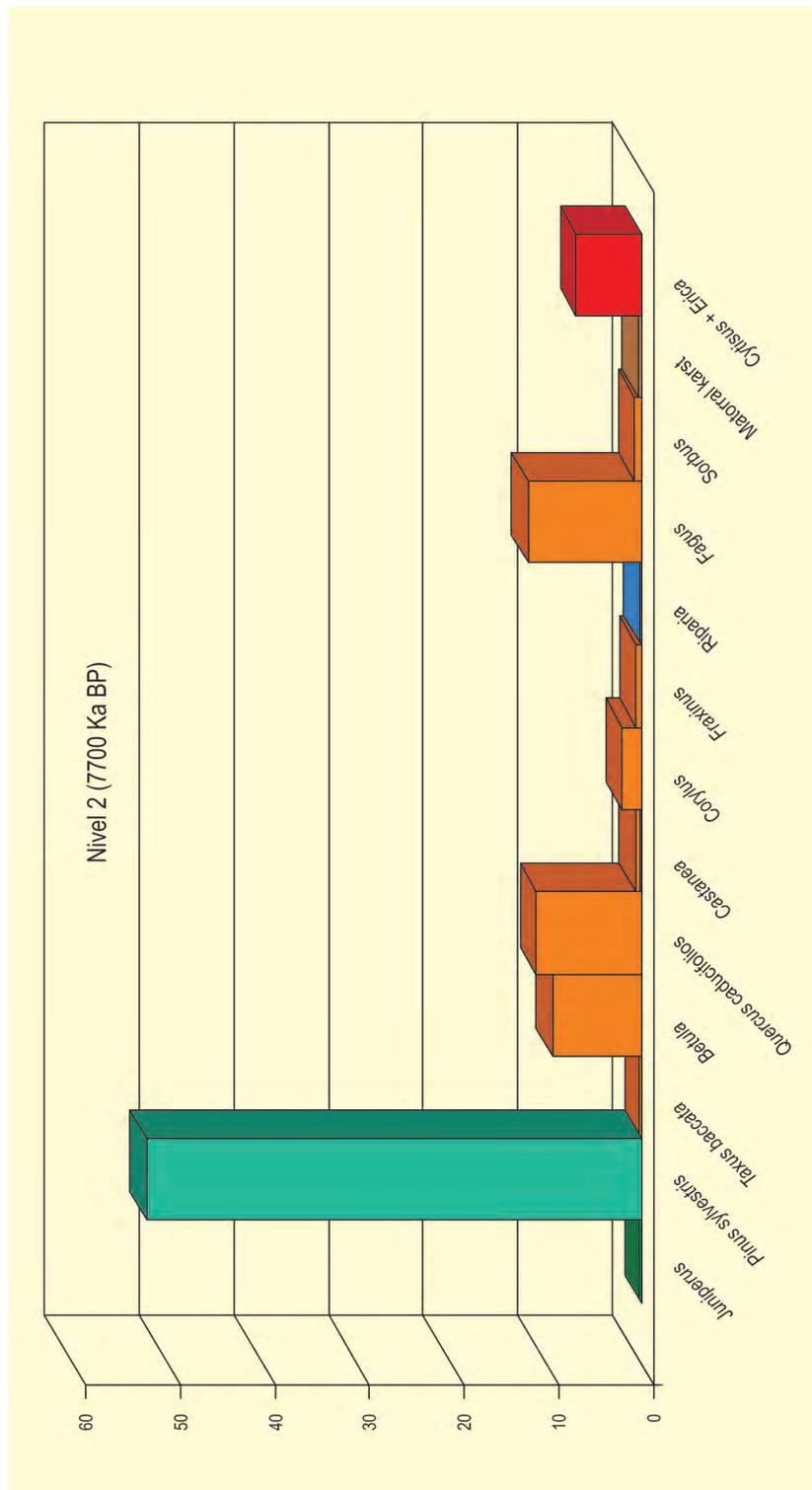


Figura 2. Histograma antracológico del Espertín (Uzquiano 1992a,b, 1995)

viene representado por *Sorbus* (*S. aria* y *S. aucuparia*), *Castanea sativa*, *Taxus baccata* y *Juniperus*; el matorral de medios kársticos por *Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *P. spinosa-amygdalus* y *Arbutus unedo*, y la vegetación riparia por los carbonos de *Salix*, *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior*.

La gran diversidad florística obtenida es un rasgo a destacar y que hay que poner en relación con la explotación intensiva de los recursos de origen vegetal por parte de los grupos mesolíticos holocenos, análoga a la evidenciada en la vertiente norte de la cordillera. La mejoría climática holocena y la extensión de las forma-

ciones de bosque caducifolio, hicieron posible la ocupación humana a mayor altitud, como los valles intramontanos y las zonas de paso hacia la vertiente meridional de la cordillera.

Espertín es por tanto, un claro ejemplo de la dinámica de ocupación, movilidad y de explotación de nuevos territorios llevadas a cabo por estos grupos humanos. La característica más sobresaliente de los resultados antracológicos obtenidos es la de una flora con claras afinidades de montaña dada la altitud del yacimiento.

El dominio de *Pinus sylvestris* es testimonio de la pervivencia de este taxón del lado meridional de la cordillera c. 7700 años BP, contrastando con la vertiente norte (valles atlánticos interiores) donde este árbol ya ha sido sustituido de manera gradual por las formaciones de bosque caducifolio (Cueva de Los Azules) desde los inicios del Holoceno (Uzquiano 1992a,b). El pinar de Lillo que se encuentra a escasos kilómetros de distancia de este yacimiento, constituye una formación relicta actual, testigo de la extensión alcanzada por estas formaciones en la primera mitad del Holoceno (Bertrand 1974).

*Fagus* y *Castanea* ponen de nuevo de manifiesto la existencia de zonas refugio en esta zona de valles intramontanos con una topografía bastante compartimentada (Uzquiano 1995). La presencia de *Castanea*

estaría asociada a la formación de robles caducifolios sobre terrenos ácidos frecuentados y explotados diariamente por los grupos humanos. *Fagus sylvatica* presenta por el contrario valores más significativos similares a los obtenidos por los robles caducifolios. Dada la afinidad de montaña que tiene este árbol en estas latitudes europeas, la presencia de este taxón nos sugiere la existencia de un pequeño reservorio próximo al yacimiento que sería frecuentado diariamente por los grupos mesolíticos, de ahí las frecuencias obtenidas en carbones de hayas. Las situaciones de abrigo que se generan a partir de la fuerte compartimentación topográfica de toda esta zona de valles intramontanos, permitieron el mantenimiento de este taxón de manera acantonada. Como puede verse en la secuencia polínica de Polvaredo, *Fagus* se ha registrado desde el Tardiglacial.

La presencia de *Taxus baccata* vuelve a recordarnos la asociación de este taxon a ocupaciones con economía de transición (mesolíticos/primeros neolíticos) en el Cantábrico (Uzquiano 1992a,b), en Pirineos (Heinz 1990), en la región de Minervois en el sureste francés (Solari & Uzquiano 1994), y en la zona prealpina francesa (Thiébaud 1988).

#### Más información

Uzquiano (1992a,b, 1995)



# ESPINOSA DE CERRATO

Valle del río Franco, Espinosa del Cerrato, Palencia  
Tardiglacial-Holoceno (11045 – <1265 años cal BP)

**E**spinosa de Cerrato ( $41^{\circ} 57' 24''$  N,  $03^{\circ} 56' 06''$  O; 885 m s.n.m.) se encuentra en la provincia de Palencia, en plena cuenca del Duero. La secuencia analizada (Franco-Múgica *et al.* 2001b) procede de un depósito sedimentario localizado en un área pantanosa de 8,8 ha de superficie situada en el valle del río Franco.

La deposición de sucesivas barreras tobáceas en esta zona permitió la acumulación de los niveles orgánicos estudiados. En esta área se recuperó el testigo de 14,1 m de profundidad que ha sido analizado desde el punto de vista palinológico (Figs. 1, 2 y 3).

En cuanto a la sedimentología, la zona inferior de la columna está constituida por arcillas grisáceas, mientras que el resto es turba con diferente grado de humificación donde aparecen intercalados diversos niveles arcillosos o arenosos. La geomorfología del entorno se encuentra dominada por mesetas (donde la litología dominante son las calizas vallesienses), cuevas (alternancia de arcillas, margas, margo-calizas y yesos) y fondos de valle (rellenos aluviales cuaternarios).

El clima actual es mediterráneo continentalizado con una sequía estival acusada de junio a septiembre, siendo la precipitación media en torno a 400 mm anuales y la temperatura media anual  $11^{\circ}\text{C}$ . La vegetación regional natural es escasa y se encuentra muy degradada, pudiéndose encontrar únicamente algunos retazos de encinar, quejigar y sabinar albar.

Durante las zonas EC-1a y EC-1b tiene lugar el dominio claro del polen de pino, con cierta presencia de taxones de áreas abiertas como *Juniperus*, *Poaceae* y *Artemisia*, que disminuyen en la segunda subzona. Tenemos también presencia de estomas de pino.

Durante la zona EC-2 continúa la hegemonía de los pinares, pero también existe cierta representación de



**Figura 1.** Toma de muestras en Espinosa de Cerrato (Foto: Carlos Morla)

*Quercus* caducifolios y perennifolios, avellanos, alisos, olmos, tilos, e incluso algún haya. Siguen presentándose estomas de pino. Al final de esta zona se produce una leve caída en la curva de *Pinus* simultáneamente a un repunte de las gramíneas y *Artemisia*. La zona EC-3 se caracteriza por el descenso en los porcentajes de *Quercus* perennifolios, mientras las gramíneas y ciertos arbustos como los brezos y las genisteas aumentan su representación. Continúa la presencia de estomas de pino.

En la zona EC-4, los pinares continúan dominando y se recuperan los valores de *Quercus*, tanto caducifo-



**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Espinosa de Cerrato (Palencia). La edad calibrada se ha tomado como el punto medio del intervalo de probabilidad 95,4% ( $2\sigma$ ) (Franco-Múgica *et al.* 2001b)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-119077	112-113	1360 ± 50	1265	AMS
Beta-119078	280-281	2140 ± 60	2155	AMS
Beta-119079	464-465	3110 ± 60	3308	AMS
Beta-119080	644-645	4050 ± 60	4615	AMS
Beta-119081	1047-1049	8230 ± 60	9214	AMS
Beta-119082	1273	9410 ± 70	10745	AMS
Beta-74714	1337-1342	9740 ± 100	11045	Convencional



**Figura 3.** Uno de los tramos obtenidos en el sondeo de Espinosa de Cerrato (Foto: Carlos Morla)

lios como perennifolios. Las formaciones arbustivas continúan ganando importancia en el paisaje.

En EC-5, *Pinus* experimenta un leve descenso en favor de *Quercus*, *Juniperus* y *Poaceae*. Además, el espectro polínico muestra la presencia de polen de cereal desde hace 1500 años BP y, por tanto, actividad agrícola en el entorno.

Durante la zona EC-6, la cubierta forestal se ve claramente reducida, con un descenso muy acusado de *Pinus* que se traduce en un aumento de los *Quercus* caducifolios y perennifolios. El incremento más espectacular se observa en las curvas de *Artemisia* y *Poaceae*.

Finalmente, durante EC-7 tiene lugar un incremento de arbustos y plantas herbáceas, haciéndose muy frecuentes taxones generalmente asociados a perturbaciones antrópicas como *Chenopodiaceae*, *Rumex*, *Plantago*, *Compositae* y *Brassicaceae*. Las ciperáceas y las gramíneas experimentan una expansión local.

Se aprecia de forma clara la dominancia de pinares a lo largo de todo el Holoceno, manteniéndose los *Quercus* marcescentes y esclerófilos sin sustituir a dichos pinares hasta los últimos 1500 años BP. El modelo de sustitución holocena de los pinares por formaciones de *Quercus* y otros caducifolios descrito para el norte de la Península a semejanza de lo sucedido en Centroeuropa no es aplicable en absoluto a la Meseta castellana. Tampoco se percibe la situación de alternancia o codominancia de *Pinus* y *Quercus* perennifolios que se ha encontrado en algunas secuencias del área mediterránea ibérica, donde no existe un clima con un matiz continental tan acusado.

Las especies de pino que pudieron dar lugar a la señal polínica que recoge el diagrama podrían haber sido *Pinus sylvestris* al inicio del Holoceno, que habría cedido posteriormente el protagonismo en el paisaje a *Pinus nigra* hacia el Holoceno medio.

En cuanto al impacto humano sobre la vegetación, se distinguen tres periodos breves con perturbaciones de pequeña intensidad en torno a 4500, 3000 y 2000 años BP antes del principal episodio deforestador. Éste tuvo lugar a partir de unos 1500 años BP y afectó principalmente a los pinares, que en un breve lapso de tiempo perdieron su papel dominante en el paisaje. Esta situación podría ejemplificar retrocesos en las formaciones de coníferas mesetarias al final del Holoceno como consecuencia de la intensificación de los usos del territorio que han tenido lugar en esta fase.

#### Más información

Franco-Múgica *et al.* (2001b)



# ESPLUGÓN

Valle del Guarga, Sabiñánigo, Huesca  
Holoceno (9486-6731 años cal BP)

**E**l abrigo de El Esplugón ( $42^{\circ} 23' 46''$  N,  $00^{\circ} 17' 37''$  O; 800 m s.n.m.) se encuentra en la parte central del valle del Guarga, afluente de la margen izquierda del río Gállego, en el paraje de Billobas (Fig. 1), término municipal de Sabiñánigo (Huesca). Este valle representa un corredor natural transversal de comunicación de este a oeste ubicado entre las sierras interiores y exteriores oscenses. Todo el valle presenta una litología blanda, característica de la Formación Campodarbe, proclive a una erosión rápida por la acción hídrica en continuo cambio y a la formación de abrigos, como el farallón rocoso de areniscas y conglomerados de origen fluvial en el que se abre el abrigo de

El Esplugón, muy próximo al cauce del río. En el interior existen restos de una antigua construcción para el ganado, hoy abandonada, que ha protegido los niveles de la erosión pero que, con el pisoteo del ganado y la limpieza de los excrementos, ha alterado los niveles superficiales. Se trata de un abrigo amplio, orientado al S-SE y protegido del viento. La riqueza de sus niveles, la extensión del yacimiento, las características de habitabilidad del abrigo y su posición geoestratégica hablan de un buen lugar para un hábitat casi permanente.

El yacimiento se sitúa en el piso mesomediterráneo pero muy cerca del límite con el supramediterráneo.



Figura 1. Abrigo de El Esplugón (Foto: Carlos Mazo)

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas del abrigo de El Esplugón (Berdejo *et al.* 2018)

Ref. Lab.	Nivel arqueológico	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Material	Método
MAMS-30166	2	6781±23	7670-7588	Hueso	AMS
Beta-338509	3 sup.	5970±30	6893-6731	Hueso	AMS
MAMS-30168	3 sup.	6282±22	7259-7170	Hueso	AMS
Beta-313517	3 inf.	6730±40	7668-7514	Hueso	AMS
Beta-306723	3 inf.	6950±50	7926-7681	Hueso	AMS
Beta-283899	4	6120±40	7159-6903	Hueso	AMS
MAMS-30167	4	7355±23	8291-8044	Hueso	AMS
GrA-59632	4	7620±40	8519-8366	Carbón	AMS
Beta-306725	5	7860±40	8934-8547	Hueso	AMS
GrA-59633	5	8015±45	9021-8717	Carbón	AMS
MAMS-30169	6	6166±23	7163-6997	Hueso	AMS
GrA-59634	6	7715±45	8585-8419	Carbón	AMS
Beta-306722	6	8380±40	9486-9300	Hueso	AMS

Las medias anuales para la temperatura y precipitación son de 10,8 °C y 810 mm respectivamente según la Agencia Estatal de Meteorología. En la actualidad, la vegetación del entorno del yacimiento está constituida por bosques de coníferas y frondosas marcescentes, entre las que destacan por su abundancia el pino albar (*Pinus sylvestris*), el roble cerrioide (*Quercus x cerrioides*) y el quejigo (*Quercus faginea*), acompañadas de especies arbustivas como el boj (*Buxus sempervirens*), el espino albar (*Crataegus monogyna*), el cornejo (*Cornus sanguinea*) y de matorral rastrero como el erizón (*Echinopartum horridum*). A pocos metros del yacimiento, en la ribera del río Guarga, una formación de bosque galería muy alterada por la acción antrópica, en la que destacan el álamo negro (*Populus nigra*) y los sauces o bergueras (*Salix eleagnos*).

Las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo bajo la dirección arqueológica de P. Utrilla, A. Berdejo y A. Obón (Universidad de Zaragoza) entre 2009 y 2013 pusieron de manifiesto la existencia de un depósito estratigráfico que cubre el período de transición entre los últimos cazadores-recolectores y las primeras ocupaciones agrícolas en la región. Los trabajos de excavación hasta la fecha han supuesto la realización de un gran sondeo en forma de trinchera que ocupa 8 m<sup>2</sup> de superficie (Utrilla *et al.* 2016, Berdejo *et al.* 2018). La secuencia arqueológica se divide en 3 momentos de ocupación bien diferenciados. Las capas superiores (niveles 2 y 3 sup.), que han entregado microlitos geométricos

con dominio de los triángulos de doble bisel, láminas con pátina de cereal y varios fragmentos de cerámica manufacturada, se adscriben al Neolítico antiguo (7670-6731 años cal BP) (Tabla 1). Las capas intermedias (niveles 3 inf. y 4), donde aparecen microlitos geométricos acompañados de truncaduras y láminas con retoque simple sugestivas de la presencia de la cadena operativa completa del microburil, se adscriben al Mesolítico geométrico en la región (8519-7514 años cal BP). Finalmente, las capas inferiores (niveles 5 y 6) cuya adscripción cultural es aún problemática, corresponderían a las ocupaciones más antiguas de los últimos cazadores-recolectores en el Holoceno (9486-8419 años cal BP).

La presencia de restos de madera carbonizada es abundante en todas las unidades estratigráficas que componen la secuencia arqueológica descrita. El estudio antracológico de 1.480 fragmentos de carbón vegetal ha revelado la existencia de pinares submediterráneos de carácter montano (*Pinus sylvestris*) en el entorno inmediato del yacimiento a lo largo de toda la secuencia estudiada que serían los suministradores principales de materia prima leñosa utilizada como combustible por los habitantes del abrigo en las sucesivas ocupaciones documentadas (Alcolea 2016, Alcolea *et al.* 2021).

La secuencia antracológica de El Esplugón (Fig. 2) arranca en el X milenio cal BP con una presencia muy importante del pino de tipo albar (*Pinus sylvestris*) con porcentajes por encima del 90%. Este aparece acom-

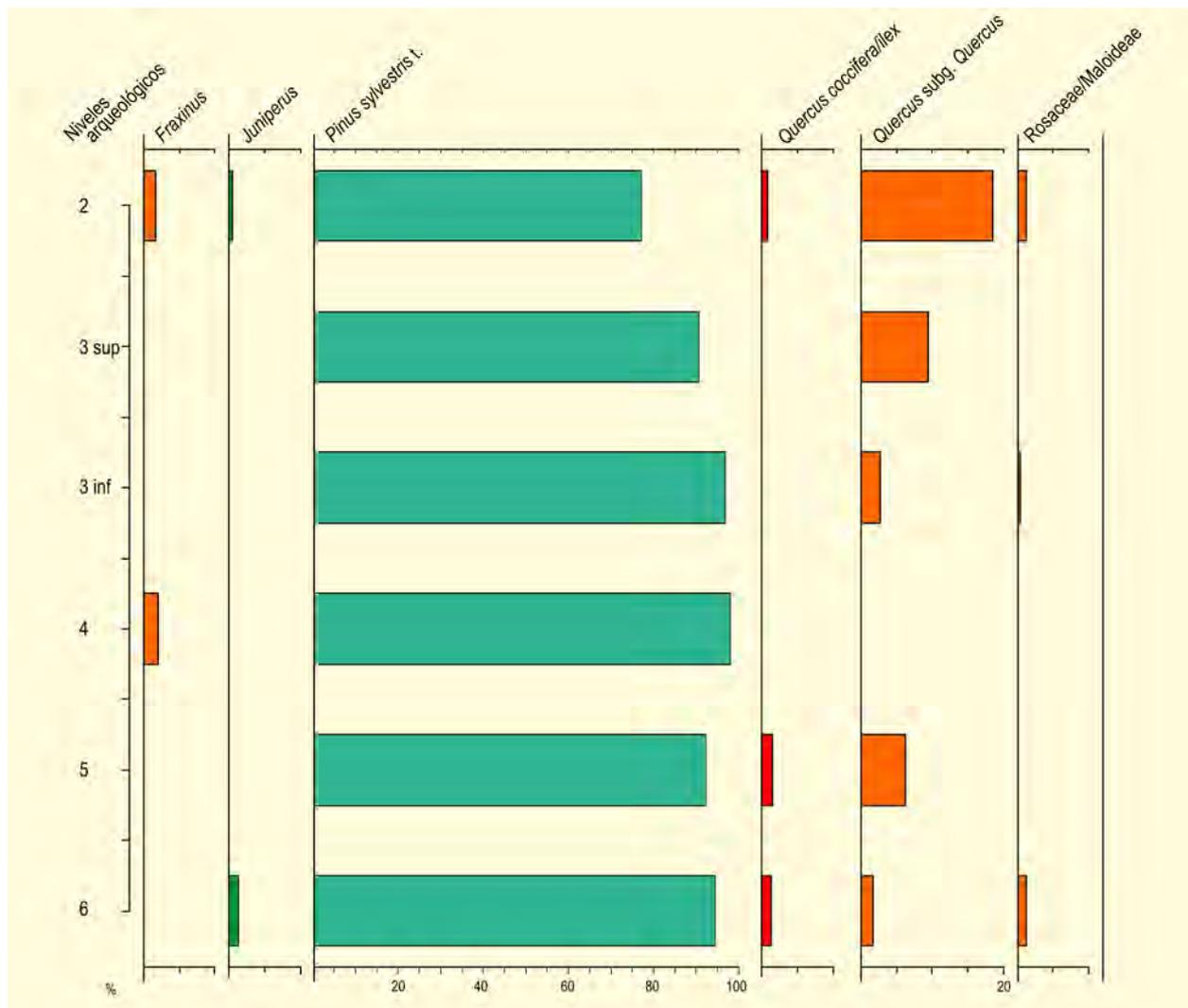


Figura 2. Diagrama antracológico de El Esplugón. Redibujado de Alcolea *et al.* (2021)

pañado de taxones mesotermófilos, como el roble (*Quercus* subg. *Quercus*) y la coscoja/encina (*Quercus coccifera/ilex*), y taxones arbustivos propios de las orlas forestales como los enebros/sabinas (*Juniperus*) o algunas rosáceas silvestres de tipo espinoso (*Prunus* y *Rosaceae/Maloideae*).

Durante la ocupación mesolítica de tipo geométrico que arranca en la segunda mitad del IX milenio cal BP, la madera de pino de tipo albar supera el 95% de los restos sedimentados. Vuelven a aparecer, aunque poco representados, los elementos propios del robledal submediterráneo con la presencia de roble y rosáceas incluyendo *Prunus*, muy resistentes a los cambios en el régimen hídrico, que formarían parte de la orla forestal. En este momento las quercíneas de tipo perennifolio desaparecen del registro. Como novedad la presencia

de vegetación riparia, representada en este caso exclusivamente por el fresno (*Fraxinus*).

Con la llegada del Neolítico no se observan grandes cambios en la composición del registro. Es durante la ocupación más reciente, que corona la secuencia y coincide con la primera mitad del VII milenio cal BP, cuando se documenta una mayor diversidad taxonómica. Aunque la madera de pino sigue dominado el registro, el roble gana protagonismo alcanzando ya el 18,5% de los restos sedimentados. Encontramos de nuevo la presencia de taxones arbustivos y algunos elementos de carácter mediterráneo como la coscoja/encina revelando una mayor apertura del paisaje.

#### Más información

Alcolea (2016), Alcolea *et al.* (2021)

# ESTANY D'ESTANILLES

Vall de Cardós, Pallars Sobirà, Lleida  
Holoceno (~12000 años cal BP – actualidad)



La turbera de Estany d'estanilles se encuentra en la parte superior del Valle del río Cardós (Pirineo axial) a 2247 m s.n.m. en la zona de Plaus de Bol-dís (42° 37' 34" N, 1° 17' 6" E). Se trata de una pequeña cuenca formada por sobreexcavación glacial (Fig. 1). Actualmente esta cuenca está colmatada por sedimentos y funciona como una turbera con fluctuaciones estacionales del nivel del agua (Fig. 2). En la actualidad los datos climáticos se obtienen de la estación del lago Certascan (2240 m s.n.m.), ubicada en la cabecera del mismo valle, 9 km más al norte. Los valores anuales de precipitación se sitúan en torno a los 1352 mm y la temperatura media anual es de unos 2,6° C.

Los pastos subalpinos de origen antrópico se superponen con zonas de prados supraforestales alpinos

con pequeñas poblaciones y muy poca densidad de individuos de *Pinus mugo* subsp. *uncinata*. En su lugar, de 1600 a 2300 m los matorrales de *Cytisus oromediterraneus* son notables. No obstante, en las vertientes norte y oeste, más alejadas de la zona de estudio, es más frecuente la presencia de pino negro con *Betula pendula* como especie secundaria, acompañados de *Rhododendron ferrugineum* y *Vaccinium myrtillus*. La parte más baja del valle presenta poblaciones de *Quercus petraea*.

El sistema económico tradicional basado en el pastoreo y la agricultura se encuentra actualmente en una profunda crisis porque no es competitivo. Esto se traduce en un reemplazo de las actividades de este sector primario por las de una economía basada casi exclusi-



Figura 1. Turbera de Estany d'Estanilles, en el Valle del río Cardós (Pirineo axial),Lleida

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas efectuadas en el testigo sedimentario de Estany d'Estanilles

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Material	Años BP	Años cal BP
Beta-273254	25	Turba ( <i>Sphagnum</i> )	100,7 ± 0.5	152 ± 90 [cal AD 1798 ± 90]
Beta-273255	53	Turba ( <i>Sphagnum</i> )	570 ± 40	590 ± 42 [cal. AD 1360 ± 42]
Beta-275409	65	Turba ( <i>Sphagnum</i> )	1030 ± 40	954 ± 27 [cal. AD 996 ± 27]
Beta-275410	77	Turba ( <i>Sphagnum</i> )	1950 ± 40	1907 ± 44 [cal. AD 43 ± 44]
Beta-278429	87	Turba ( <i>Sphagnum</i> )	2900 ± 40	3053 ± 69 [1103 ± 69 cal. BC]
Beta-278169	87	Sedimento orgánico	2950 ± 40	3123 ± 71 [1173 ± 71 cal. BC]
Beta-273256	121	Sedimento orgánico	6510 ± 40	7415 ± 47 [5465 ± 47 cal. BC]
Beta-273257	160	Madera	6870 ± 40	7713 ± 40 [5763 ± 40 cal. BC]
Beta-264257	198	Madera	8320 ± 50	9346 ± 68 [7396 ± 68 cal. BC]
Beta-264258	247	Turba ( <i>Sphagnum</i> )	8780 ± 50	9803 ± 97 [7853 ± 97 cal. BC]
Beta-264259	265–266	Sedimento orgánico	10120 ± 50	11726 ± 196 [9796 ± 196 cal. BC]

vamente en el turismo. El resultado es un abandono generalizado de la gestión tradicional de estos territorios, con una drástica disminución de pastos y tierras cultivadas.

El testigo analizado es de una profundidad de 275 cm y fue denominado ESTIV y se obtuvo mediante un equipo de perforación Eijkelkamp con martillo de per-

cusión eléctrico (Fig. 3). Se realizaron 11 dataciones radiocarbónicas que se enumeran en la tabla 1. El diagrama polínico (Fig. 4) indica que la tasa de deposición es marcadamente variable a lo largo del tiempo. En él se han descrito 8 zonas (Pérez-Obiol *et al.* 2012, Cunill *et al.* 2013) que abarcan la evolución de la vegetación desde el Dryas reciente hasta el presente (EST1 a EST8).

**Figura 2.** Toma de muestras en la Turbera de Estany d'Estanilles

En la base del diagrama (EST1), *Corylus* y *Betula* son sucedidos por un paisaje más abierto dominado por *Artemisia* con poblaciones posiblemente dispersas de *Pinus* reflejando el Dryas reciente.

A los inicios del Holoceno (EST2), la recuperación de los planifolios y de *Pinus* denotan condiciones más templadas y húmedas. Las comunidades mesófilas permanecen durante mucho tiempo a pesar de la significativa presencia de espacios abiertos con gramíneas. La cuenca de recepción presenta ambientes lacustres con una cierta producción primaria, ya que *Sparganium* y clorófitos como *Pediastrum* o *Botryococcus* son abundantes.

Posteriormente (EST3) parece haber una disminución de las plantas herbáceas y se establece de forma más notable el pinar junto con bosques caducifolios, donde *Corylus* y *Betula* y los *Quercus* caducifolios y perennifolios también ocupan espacios relevantes, posiblemente distribuidos en un fuerte gradiente altitudinal.

Subsiguientemente (EST4), entre 7000 y 8000 años cal BP, se manifiesta la entrada de *Abies* a nivel regional

y una mayor proporción de los *Quercus* caducifolios. Las condiciones locales muestran una cierta diversidad de ambientes, ya que el inicio de la curva continua de ciperáceas y la presencia importante de algas y *Sparganium* indican la existencia de ambientes palustres y lacustres en la misma zona de estudio.

A partir de aproximadamente 7400 años cal BP (EST5), empieza el decrecimiento de la curva de polen arbóreo debido al incremento de las gramíneas, al mismo tiempo que, localmente, las comunidades higrofilas se imponen, ya que los valores de ciperáceas son muy elevados y las algas y *Sparganium* prácticamente desaparecen. Muy probablemente, los valores ascendentes de gramíneas y el inicio de la presencia de esporas de hongos coprófilos apuntan actividades pastoriles que van incrementando con posterioridad a la siguiente zona (EST6). Es aquí donde se detecta ya una curva continua de *Fagus* que podría estar vinculada a la colonización de espacios desde el este, por un lado, y a la instauración de talas forestales, por otro.

Entre el período medieval y épocas subrecientes (EST7), este fenómeno se acentuó, tal como apuntan



Figura 3. Proceso de obtención del testigo sedimentario en Estany d'Estanilles

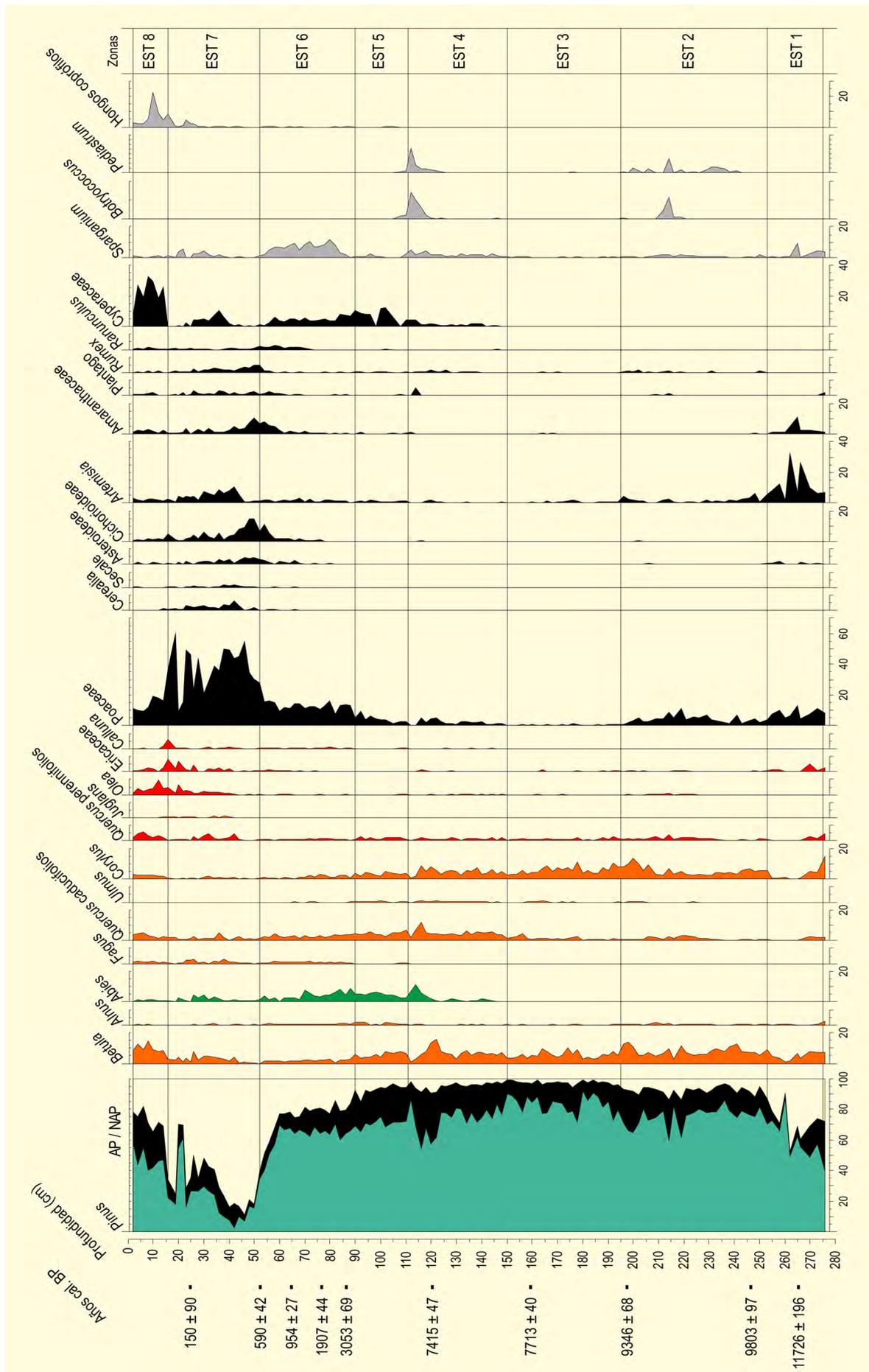


Figura 4. Diagrama polínico de Estany d'Estanilles. Redibujado de Pérez-Obiol et al. (2012) & Cunill et al. (2013)

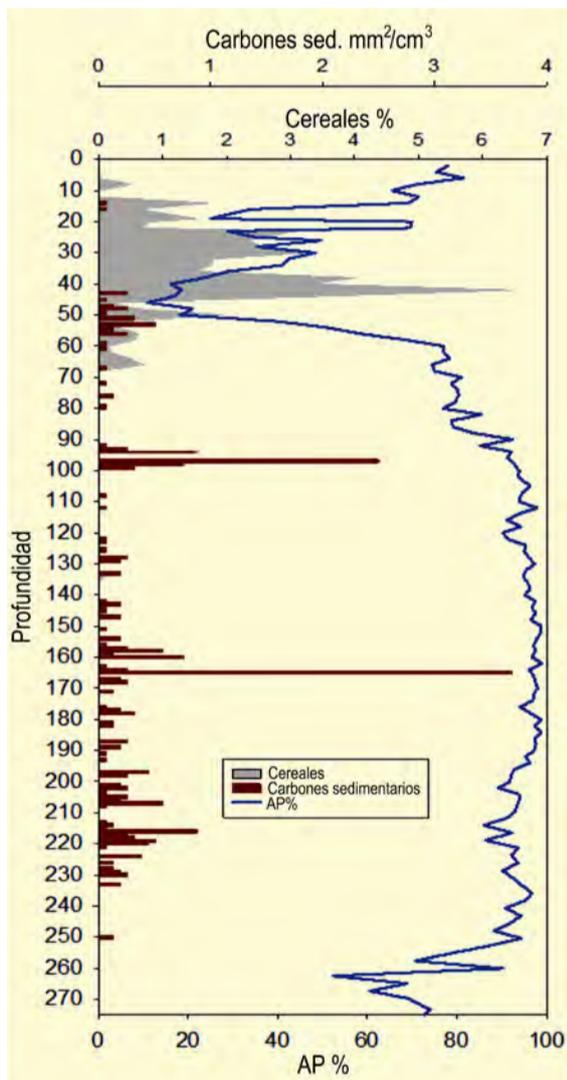


Figura 5. Comparación entre los valores de los carbones sedimentarios y los de AP y de cereales. Redibujado de Pérez-Obiol *et al.* (2012) & Cunill *et al.* (2013)

los registros de *Plantago* y de otras especies herbáceas, así como los menguados valores de polen arbóreo. A partir de estos momentos, la explotación de los recursos naturales redujo cada vez más la cubierta forestal y la biomasa arbórea. Es posiblemente a partir del último siglo (EST8) cuando se encuentra el inicio de una visible recuperación de los espacios forestales. A finales del siglo XIX, la crisis del sistema tradicional de explotación comenzó a emerger, como lo denota la disminución de los indicadores de cultivos (práctica de-

saparición de los cereales) y de los pastos (hongos coprófilos, gramíneas, etc.).

La figura 5 muestra la concentración de carbones sedimentarios mayores de 150 en relación con la profundidad y su comparación con los valores de polen arbóreo y de cereales. El primer signo de fuego aparece cerca de la base del testigo (250 cm), aproximadamente a 10000 años cal BP y el pico máximo se encuentra a 165 cm de profundidad, que tendría una correspondencia de edad de aproximadamente 7900 años cal BP. Entre estos dos puntos se perciben diversas señales de incendios de magnitud variable, pero de notable consistencia. Después de esta fase hay una disminución drástica en la concentración de carbones sedimentarios hasta que a 97 cm (3690 años cal BP) se aprecia un máximo secundario. Al final de la época medieval y con posterioridad se revelan fases de fuegos continuados que se pueden relacionar con el inicio de valores elevados de cereales y con el mínimo recubrimiento arbóreo de toda la secuencia.

Con respecto a los orígenes de los fuegos en los inicios del Holoceno y durante el Neolítico antiguo, algunos autores señalan la posibilidad de que pudieran ser el resultado de la actividad humana en zonas montañosas (Guilaine *et al.* 1995, Gassiot & Jiménez 2005, Riera & Turu 2011), pero la ausencia de registros arqueológicos no aporta elementos suficientes para evaluar este aspecto. En cambio, los incendios posteriores coinciden con indicadores polínicos y evidencias arqueológicas que sustentan la idea de que en este sector del Pirineo existía una gestión multifuncional del territorio (Ejarque *et al.* 2010). Es una época con una demostrada ocupación humana de las altas montañas (Gassiot *et al.* 2009). El fuego es y ha sido una herramienta clave para la gestión de estas áreas de alta montaña. Está claro que, si observamos la vegetación actual, podríamos afirmar que desde tiempos remotos los incendios forestales han alterado el límite superior del bosque de manera substancial.

#### Más información

Pérez-Obiol *et al.* (2012), Cunill *et al.* (2013)



# FINCA GALEA

Sierra de Togiza, Alfoz, Lugo  
Holoceno (2000-800 años cal BP)

**E**ste yacimiento se localiza en un amplio valle de la Sierra Toxiza (Lugo), en el Castro de Ouro (Alfoz, Lugo) ( $43^{\circ} 31' 37''$  N,  $07^{\circ} 24' 29''$  O; 65 m s.n.m.). Climáticamente el área está caracterizada por su proximidad al Cantábrico, a 12 km del yacimiento, y por la escasa altitud de los montes circundantes (833 m s.n.m.). La permanente humedad oceánica condiciona la ausencia de sequía estival y de fuertes heladas, lo que explica que la vegetación del entorno esté formada mayoritariamente por matorrales de brezos y tojos, bosques de pino marítimo (*Pinus pinaster*) y carballares (*Quercus robur*).

Diversas obras civiles que se realizaron en la Finca Galea, sacaron a la luz nueve grandes troncos (Tabla 15), de hasta 80 cm de diámetro (Figs. 1 y 2) que se encontraban enterrados en los sedimentos holocenos que cubren el basamento de granito del valle del río de Ouro. En diciembre de 2002 se extrajeron con motosierra rodajas de los troncos, los cuales fueron identificados mediante preparación en lámina delgada de sus planos principales y observación al microscopio óptico.

Los resultados indican la presencia de castaño (*Castanea sativa*) y de roble (*Quercus caducifolio*) hacia



**Figura 1.** Castro de Ouro, Lugo. En primer plano Torre del Homenaje del castillo de O Castro, al fondo el pico de A Frouseira, Lugo (Foto: Miguel Vila Pernas)

Tabla 1. Lista de macrorrestos estudiados del yacimiento de Finca Galea

Ref. Lab.	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Años BP	Años cal. BP	Procedencia	Material	Nº Id
-	3.90	42.97	-	-	Zanja de drenaje año 2000	<i>Quercus caducifolio</i>	FG1
-	5.05	58.89	-	-	Zanja de drenaje año 2000	<i>Quercus caducifolio</i>	FG2
Beta-198400	3.90	55.39	860 ± 50	810	Zanja de drenaje año 2000	<i>Castanea</i>	FG3
-	1.90	36.93	=	-	Extracción de áridos año 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG4
-	2.32	-	-	-	Extracción de áridos año 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG5
-	1.96	-	-	-	Extracción de áridos año 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG6
-	2.40	38.00	-	-	Extracción de áridos año 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG7
-	1.43	80.00	-	-	Extracción de áridos año 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG8
Beta-179602	>8.00	62.00	2000 ± 50	1960	Extracción de áridos año 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG9



Figura 2. Toma de muestra FG4 (Foto: Fernando Gómez Manzaneque)

1040-121 años cal AD (FG3), y 120 años BC-90 años AD (FG9) respectivamente. La presencia de otros siete grandes troncos de *Quercus caducifolio* hace pensar en



Figura 3. Tronco del que se extrajo la muestra FG8 (Foto: Fernando Gómez Manzaneque)

bosques de roble, probablemente de *Quercus robur*, por su situación geográfica y altitudinal y según datos paleobotánicos (García-Amorena *et al.* 2008), ocupando los fondos de valle. Otras especies enriquecerían de forma natural estos bosques de roble, como sería el caso del castaño. Sin embargo, los datos de este yacimiento no permiten asegurar que la presencia de esta especie sea natural en la zona.

#### Más información

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



# FUENTE DE LA LECHE

Sierra de Gredos, San Martín del Pimpollar, Ávila  
Holoceno (3000 años cal BP – actualidad)

La turbera de Fuente la Leche ( $40^{\circ} 20' 48''$  N,  $5^{\circ} 03' 24''$  O; 1382 m s.n.m.) se localiza en la vertiente septentrional del Macizo Central de la Sierra de Gredos (Fig. 1), sobre el piso supramediterráneo. El paisaje actual está dominado por amplias planicies de vocación pastoril, en el que apenas subsisten algunos robles melojos, zarzales y espinares; mientras que hacia el oromediterráneo se han llevado a cabo repoblaciones con *Pinus sylvestris*.

Entre 3000 y 2350 años cal BP (FL-1), el paisaje del entorno próximo de la turbera de Fuente de la Leche estuvo dominado por densos bosques de *Pinus sylvestris*, junto con algunos abedules (Fig. 1, Tabla 1). La primera documentación de actividades agrícolas es confirmada hará 2395 años cal BP. En este inter-

valo temporal la presión pastoral era escasa y esporádica. Este paleopaisaje se mantuvo relativamente estable hasta 1450 años cal BP (FL-2), con actividades agrícolas más desarrolladas y cultivos de olivos en los valles, aunque con una mayor incidencia de incendios forestales.

No obstante, entre 1450 y 1240 años cal BP (FL-3), el pinar de pino albar empieza a entrar en declive, aún siendo la especie dominante. En el fondo del valle, los pinares resineros son sustituidos por olivares. La recurrencia de fuegos de origen antrópico entre 1240 y 850 años cal BP (FL-4), vinculada a las actividades agropecuarias en este entorno de montaña, irán reduciendo progresivamente los pinares altimontanos gredenses. En este contexto, hacia 850-400 años cal BP (FL-5), los



Figura 1. Turbera de Fuente de la Leche, Ávila (Foto: Antonio López-Sáez)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Fuente de la Leche (Robles-López *et al.* 2018)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Poz-83932	13	101.62 ± 0.35 pMC	-5/-7
Poz-77110	24	200 ± 30	303-0
Poz-77102	32	515 ± 30	624-506
Poz-83937	40	935 ± 30	923-789
Poz-77109	60	1730 ± 35	1713-1557
Poz-83933	62	1785 ± 30	1815-1619
Poz-83934	80	1880 ± 30	1884-1729
Poz-83935	91	2075 ± 30	2129-1950
Poz-83936	117	2370 ± 30	2486-2339
Poz-77111	125	2875 ± 35	3141-2879

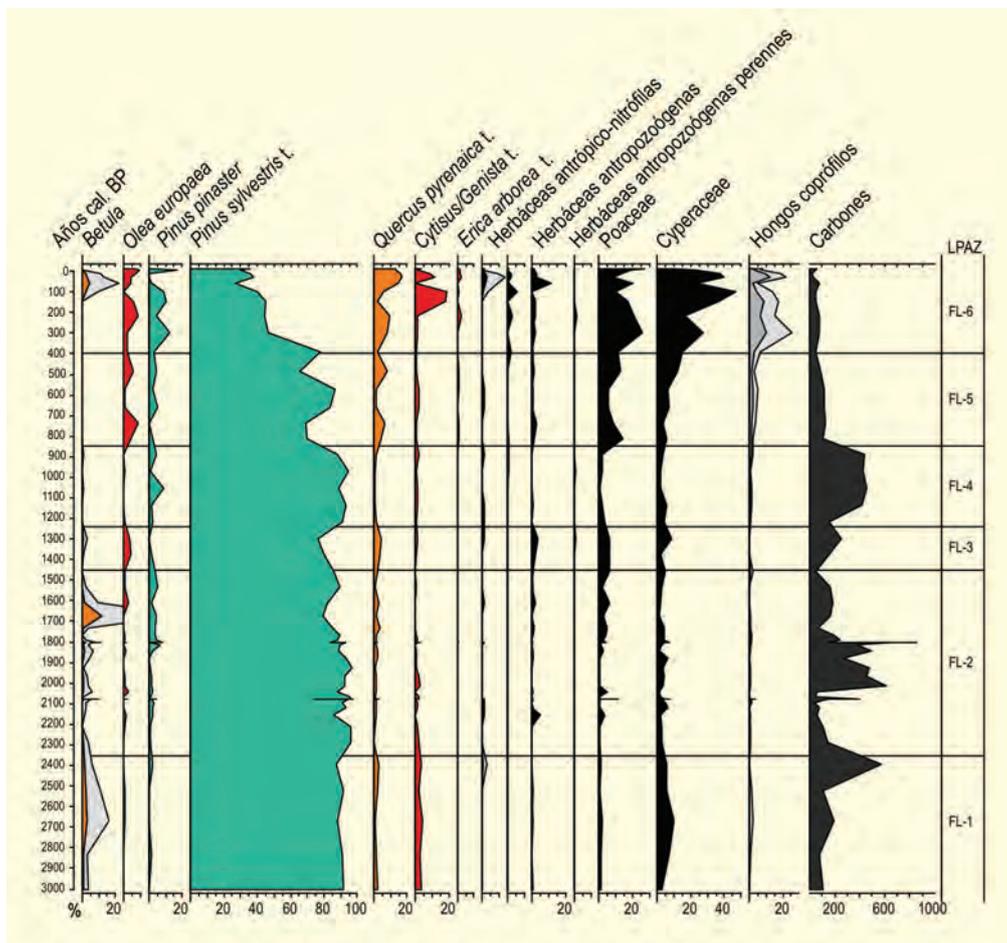


Figura 2. Diagrama palinológico de la turbera de Fuente de la Leche. Redibujado de Robles-López *et al.* (2018)

robles, con mayor capacidad de rebrote frente al fuego, comenzaron a tomar preponderancia en el entorno inmediato de la turbera, constituyendo en principio formaciones mixtas con los pinos.

El tramo final de la secuencia, entre 400 años cal BP y la actualidad (FL-6) supuso una abertura cada vez más manifiesta de las formaciones forestales, en las cuales aún persistiendo pinos y robles, éstos fueron cada vez menos importantes en el paisaje. El continuo pastoreo y la incidencia desmedida de los incendios provocó el

desarrollo de matorrales pirófilos, básicamente pirófilos, así como amplias zonas de pasto para el ganado. El impacto humano se incrementa ostensiblemente, y con ello la cobertura de herbáceas antrópicas y nitrófilas, así como de antropozoógenas y hongos coprófilos, constituyendo el paisaje cultural pastoril típico de muchos ambientes serranos gredenses.

#### **Más información**

López-Sáez *et al.* (2019); Robles-López *et al.* (2018)



# FUENTE DEL PINO BLANCO

Sierra de Gredos, San Esteban del Valle, Ávila  
Holoceno (600 años cal BP – actualidad)

La turbera de Fuente del Pino Blanco ( $40^{\circ} 14' 10''$  N,  $4^{\circ} 58' 39''$  O; 1343 m s.n.m.) se localiza en la montaña de La Abantera (Fig. 1), dentro del Macizo Oriental de la Sierra de Gredos, en el piso supra-mediterráneo. La vegetación de este entorno está dominada por amplios y extensos pinares de *Pinus pinaster*, aunque aún perviven algunos ejemplares aislados tanto de *P. sylvestris* como *P. nigra* (Fig. 2).

Entre 600 y 550 años cal BP (FPB-1), la vegetación del entorno de la turbera estuvo caracterizada por la presencia de elementos mesotermófilos como *Quercus pyrenaica*, *Q. ilex* y *Castanea sativa*, que formaron bosques relativamente abiertos (Fig. 3, Tabla 1). Por su parte, una importante aliseda (*Alnus glutinosa*) ocupaba por entonces las zonas exteriores del humedal.

Regionalmente, algunos pinos resineros (*Pinus pinaster*) estarían presentes a altitudes más bajas, mientras que *P. sylvestris* y *P. nigra* habitarían las zonas más elevadas de La Abantera pero ya en franca regresión. En este marco cronológico se documenta el cultivo de cereales así como de centeno (*Secale*) en la inmediatez, así como una evidente presión pastoral mostrada por la presencia reseñable de hongos coprófilos y recurrentes incendios de origen antrópico evidenciados por máximos de partículas de macrocarbones (CHAR) en el sedimento analizado.

Entre 550 y 500 años cal BP (FPB-2a), el hecho más reseñable que acontece en la historia vegetal de la zona es la desaparición del aliso, así como el descenso porcentual de la mayor parte de elementos arbóreos,



Figura 1. Turbera de Fuente del Pino Blanco, Ávila (Foto: Antonio López-Sáez)

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Fuente del Pino Blanco (Robles-López *et al.* 2018)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Poz-77097	38	140 ± 30	281-6
Poz-77098	51	180 ± 30	297-0
Poz-77099	62	245 ± 30	427-0
Poz-77100	83	540 ± 30	634-514
Poz-77101	98	635 ± 30	665-553

salvo *Pinus pinaster* que cada vez cobra más protagonismo en detrimento de los robledales. La constancia del impacto humano, con el mantenimiento de actividades agrícolas y pastoriles, provocó la extensión no solo de herbazales antrópicos y nitrófilos, sino también de brezales y retamares. Una nueva fase de incendios se atestigua entre 500 y 420 años cal BP (FPB-2b).

Durante el siglo y medio siguiente, entre 420 y 265 años cal BP (FPB-3), los incendios se hacen mucho más frecuentes, lo cual provoca el declive progresivo de *Quercus pyrenaica* y el incremento porcentual exponencial de *Pinus pinaster*. La presión antrópica en este periodo es muy evidente: desarrollo de herbáceas nitrófilas, brezales y retamares, cultivos esporádicos

de centeno y otros cereales, presión pastoral aunque baja, arboricultura de olivos en la zona de valle, etc.

El paleopaisaje antes descrito cambia drásticamente entre 265 y 100 años cal BP (FPB-4), cuando la ya citada recurrencia de los incendios provoca la sustitución del robledal hasta entonces dominante en la zona, por un pinar de pino resinero mucho más hábil para adaptarse al fuego. Robles y pinos altimontanos, no obstante, siguen estando presentes en la vegetación del entorno, aunque cada vez con menos importancia. Se siguen manteniendo las mismas actividades agropecuarias hasta ahora documentadas.

Entre 100 años cal BP y el año 1990 (FPB-5), un bosque denso de *Pinus pinaster* domina el piso supramedi-

**Figura 2.** Vista de La Abantera y sus densos pinares resineros desde el sur (Foto: Antonio López-Sáez)

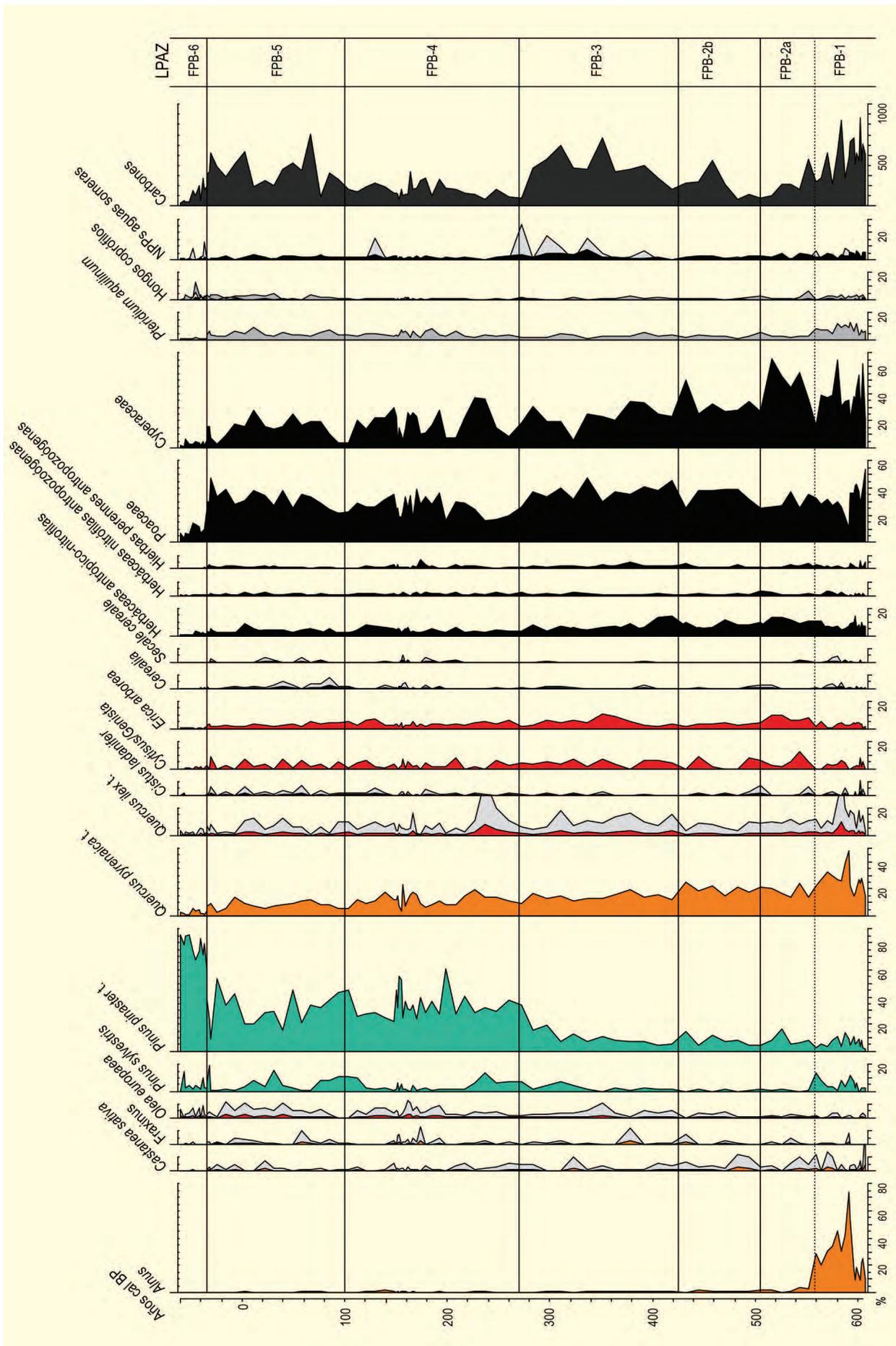


Figura 3. Diagrama palinológico de la turbera de Fuente del Pino Blanco. Redibujado de Robles-López et al. (2018)

terráneo de La Abantera. Las actividades agrícolas en esta montaña son constantes y la presión pastoril se incrementa ligeramente. A pesar de todo, se documentan nuevos eventos de incendio. Este paisaje se mantiene hasta la actualidad (FPB-6), con el consiguiente colapso de la mayor parte de los elementos ar-

bóreos y arbustivos, muchos de los cuales desaparecen del entorno, salvo el pino resinero que es la especie dominante muy por encima del resto.

**Más información**

López-Sáez *et al.* (2019), Robles-López *et al.* (2018)

---



# GÁDOR

Sierra de Gádor, Laujar de Andarax, Almería  
Holoceno (6850-1160 años cal BP)

El sondeo corresponde a un pequeño depósito paleolacustre ( $36^{\circ} 55' 54''$  N,  $02^{\circ} 54' 17''$  O; 1530 m s.n.m.) drenado y desecado en tiempos históricos. La cuenca tiene unos 400 x 350 m y se sitúa en el supramediterráneo a 11 km al nordeste de Berja, en el flanco occidental de la almeriense Sierra de Gádor (2250 m), macizo calcáreo adyacente al Desierto de Tabernas (Fig. 4). La vegetación local es muy escasa en árboles y la mayor parte de los pies potencialmente arbóreos corresponden a formas arbustivas de *Quercus rotundifolia* y *Q. faginea*. Las áreas adyacentes al depósito estudiado están dominadas por *Berberis hispanica*, *Juniperus oxycedrus*, *Crataegus monogyna*, *Quercus rotundifolia*, *Lonicera arborea*, *Prunus ramburii* y varias especies de *Rosa*. Los matorrales de *Vella spinosa*, *Hormatophylla spinosa*, *Ononis aragonensis*, *Erinacea anthyllis*, *Echinopartum boissieri*, *Dianthus pungens*, *Rhamnus saxatilis* y *Prunus prostrata* dominan en las zonas más venteadas por encima de los 1800-1900 m (Figs. 1, 2 y 3).

La secuencia polínica de Gádor (Figs. 5 y 6) comprende el intervalo de 6850 a 1160 años cal BP, cronología que se estableció sobre la base de seis fechas de  $^{14}\text{C}$  (Tabla 1) (Carrión *et al.* 2003). Durante la zona G1 (6850-6060 años cal BP) *Pinus cf. nigra* domina los espectros polínicos, mostrando tres fases breves de declive en torno a 6750, 6550 y 6350 años cal BP, los cuales coinciden con picos de *Quercus caducifolia* (probablemente *Quercus faginea*). La zona G1 representa el óptimo termomesofítico, lo cual implica la mayor abundancia de *Alnus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Corylus*, *Betula*, *Ulmus*, *Salix*, *Quercus*, *Taxus*, *Chamaerops*, *Phillyrea*, *Arbutus*, *Myrtus*, *Maytenus*, *Asparagus*, *Olea* y *Pistacia*.

Durante G2 (6060-3940 años cal BP), los bosques de pino son reemplazados por robledales con *Betula*, *Corylus*, *Ulmus* y *Salix*, prevaleciendo hasta 4800-4500 años cal BP.

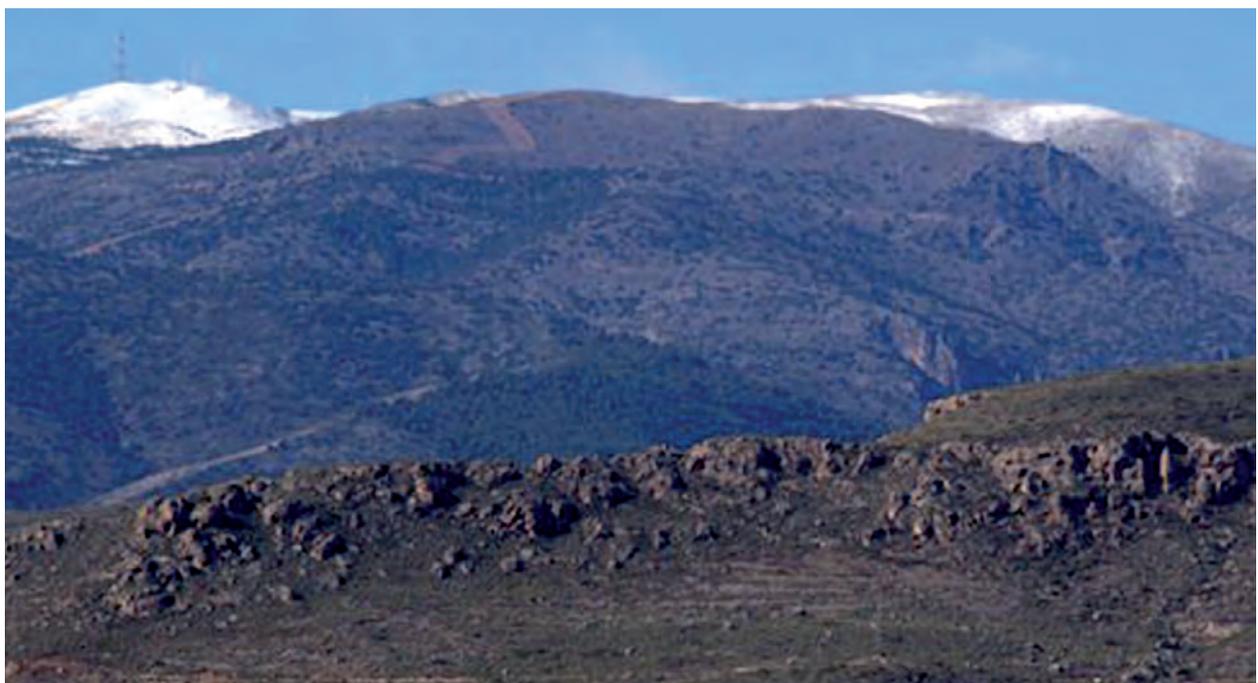


Figura 1. Vista panorámica de la Sierra de Gádor (Foto: L. Posadas)



Figura 2. Balsa de Caparidán en la Sierra de Gádor (Foto: José S. Carrión)



Figura 3. Paisaje cacuminal de la sierra (Foto: José S. Carrión)

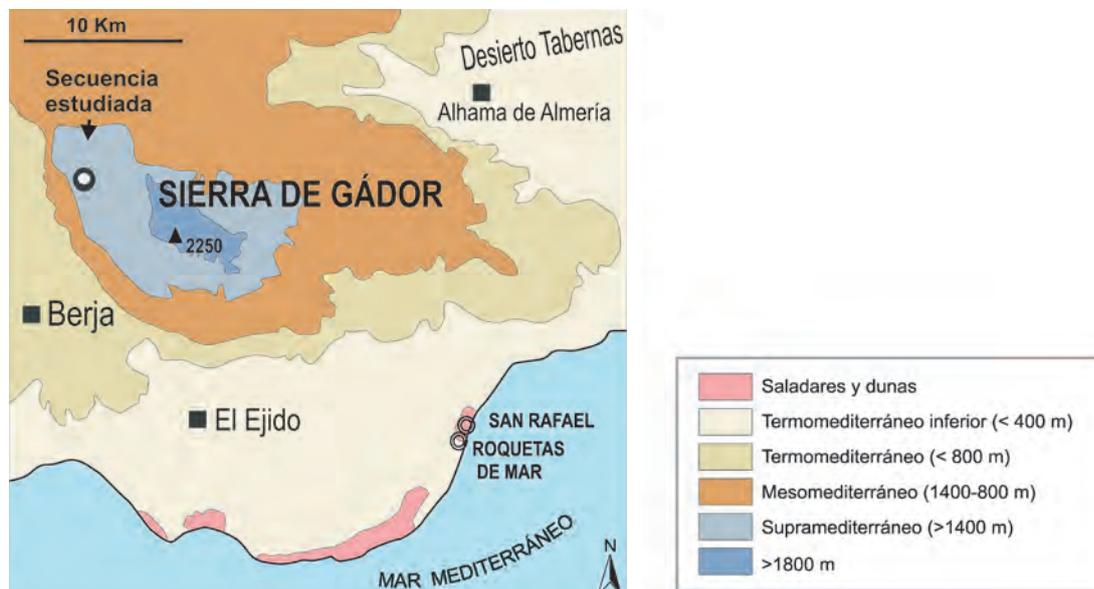


Figura 4. Situación de la secuencia polínica en el marco de la vegetación de la Sierra de Gádor (Carrión *et al.* 2003)

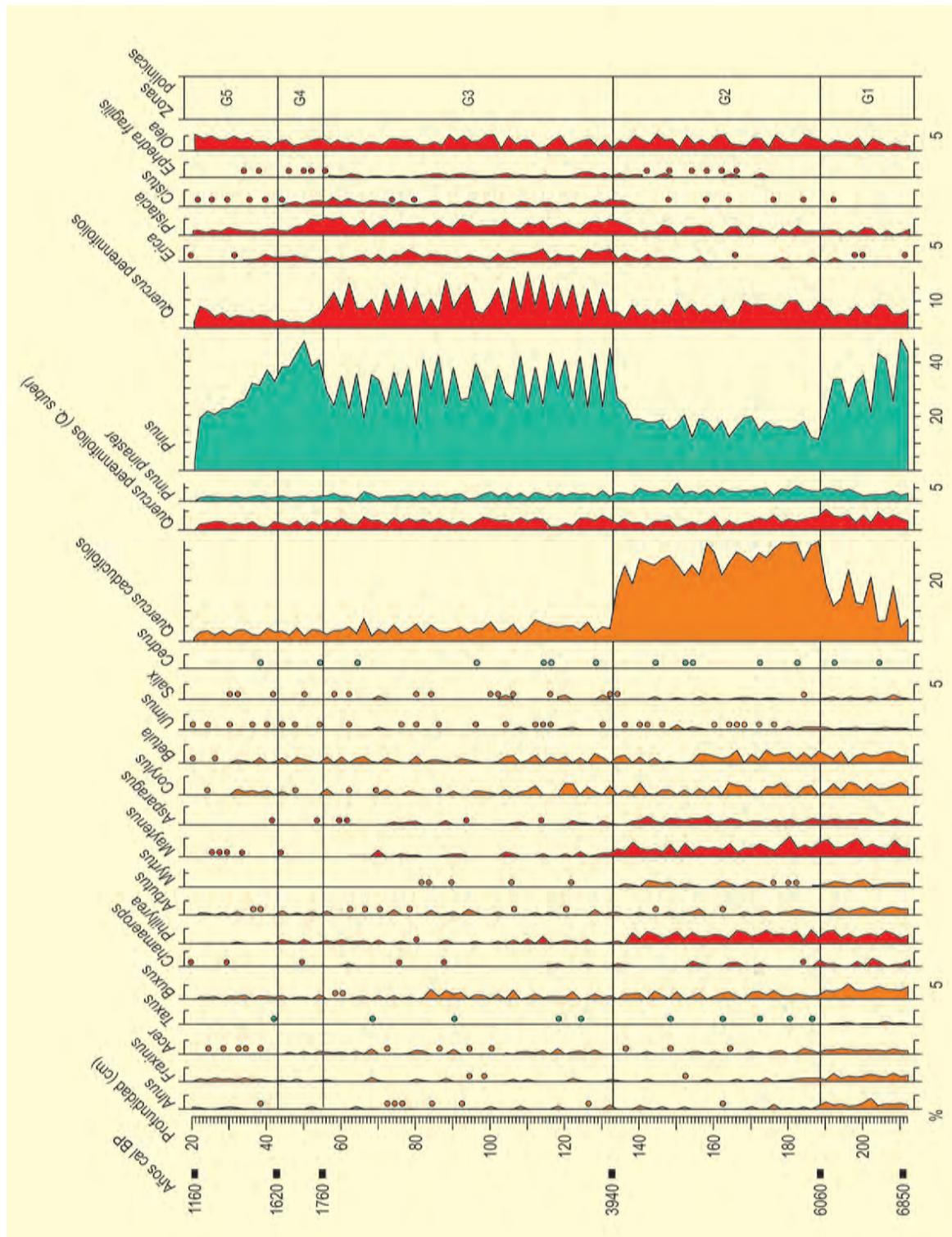


Figura 5. Diagrama polínico de árboles y arbustos de la secuencia de Gádor. Redibujado de Carrión et al. (2003)

La zona G3 (3940-1760 años cal BP) se caracteriza por alternancias rápidas de *Pinus* vs. *Quercus* perennifolios, con un declive marcado del bosque caducifolio. Se registran hasta 17 máximos de *Pinus* y *Quercus*, con una separación estimada en unos 50 años por término medio. El contexto es xerofítico, como viene atestiguado por las

curvas de *Lygeum*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Lamiaceae* y *Ephedra fragilis*, por una mayor recurrencia de *Asphodelus*, *Thymelaea*, *Tamarix*, *Euphorbia*, *Ziziphus*, *Osyris* y *Withania*, así como por la aparición de *Aizoaceae* y *Calicotome*. Hay también un aumento de *Plantago*, sobre todo desde 3000 años cal BP.

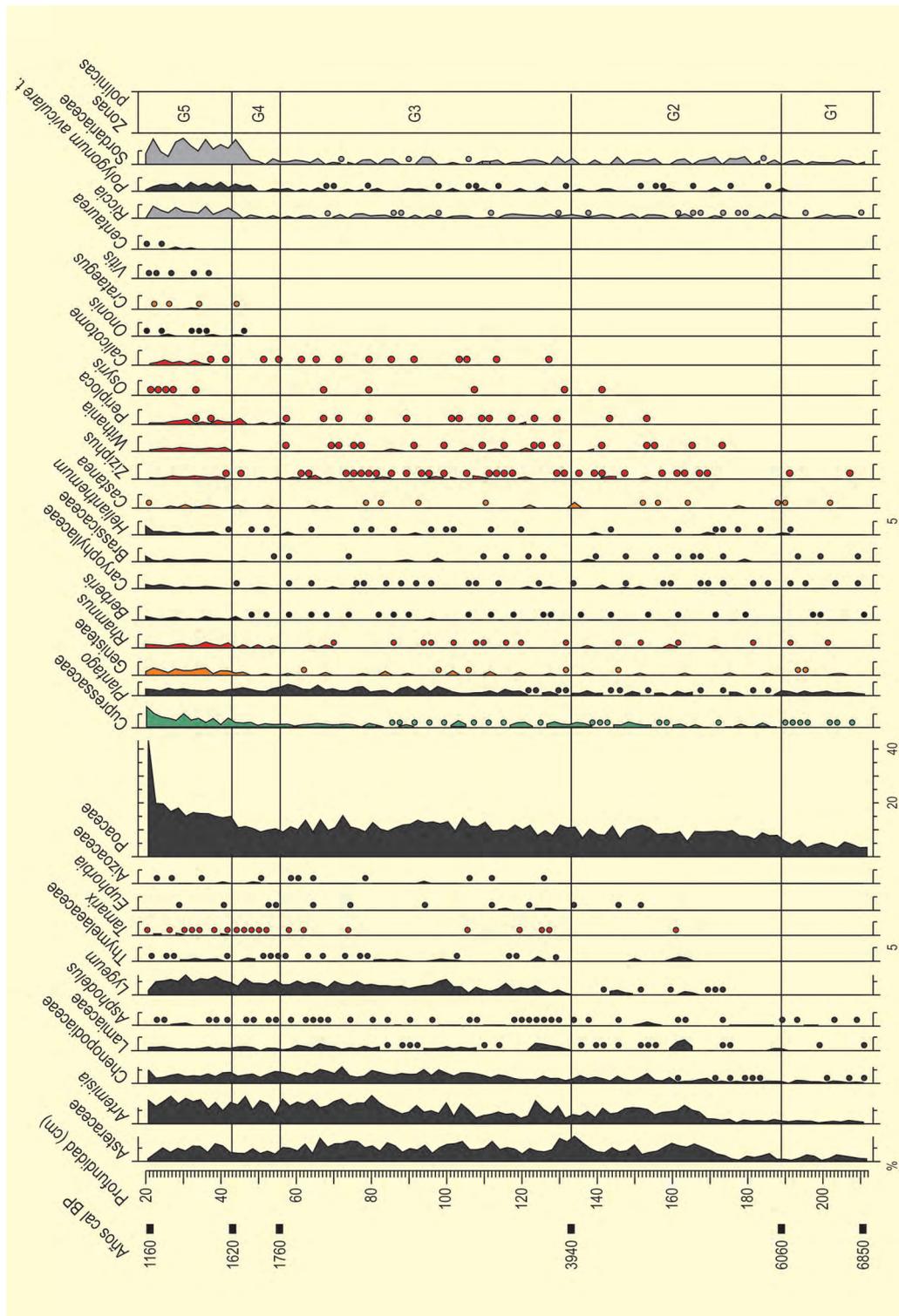


Figura 6. Diagrama polínico de gramíneas, cupresáceas, xerófitos, matorral espinoso e indicadores antropogénicos de la secuencia de Gádor. Redibujado de Carrión et al. (2003)

Durante G4 (1760-1620 años cal BP), tiene lugar el último incremento de *Pinus* coincidiendo con un mínimo en *Quercus perennifolios*. Después de ello, *Pinus* comienza a descender, mientras aumentan Cupressaceae y Poaceae. A partir de 1650 años cal BP, se incrementan Genisteeae, *Rhamnus*, *Berberis* y *Periploca*.

Finalmente, durante G5 (1620-1160 años cal BP), *Pinus* continúa con esta tendencia, mientras se expanden las gramíneas y *Lygeum* llega a ser frecuente. Es digno de mención que el pico de Poaceae a 1600 años cal BP sea precedido por las curvas ascendentes de Sordariaceae, *Polygonum aviculare*, *Riccia* y Genis-

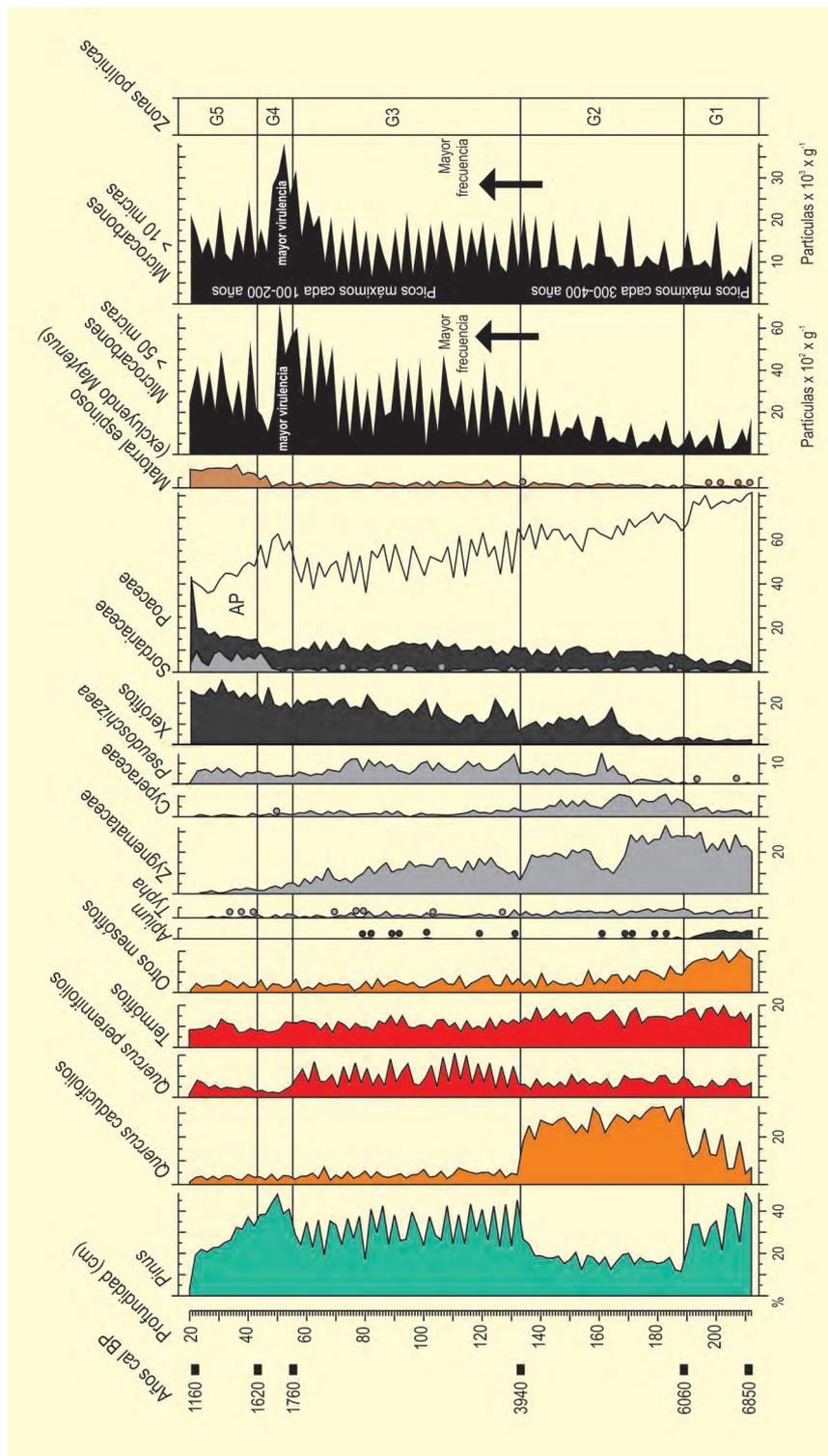


Figura 7. Diagrama polínico sintético y variación de microcarbónes en la secuencia de Gádor. Redibujado de Carrión et al. (2003)

tae. Esta zona muestra también la incidencia continuada de *Rhamnus*, *Berberis*, *Ononis*, *Ziziphus*, *Periploca*, *Calicotome*, *Caryophyllaceae*, *Helianthemum* y *Brassicaceae*, así como los primeros registros polínicos de *Vitis* a 1680 años cal BP y de *Centaurea* a 1300 años cal BP.

Mientras el clima ejerce una influencia a largo plazo, la respuesta de la vegetación exhibe importantes retrasos, lo cual sugiere la contingencia de factores ecológicos locales. En principio, por ejemplo, el desplazamiento parcial de los pinares por robledales puede haber estado modulado por la inercia de las comuni-

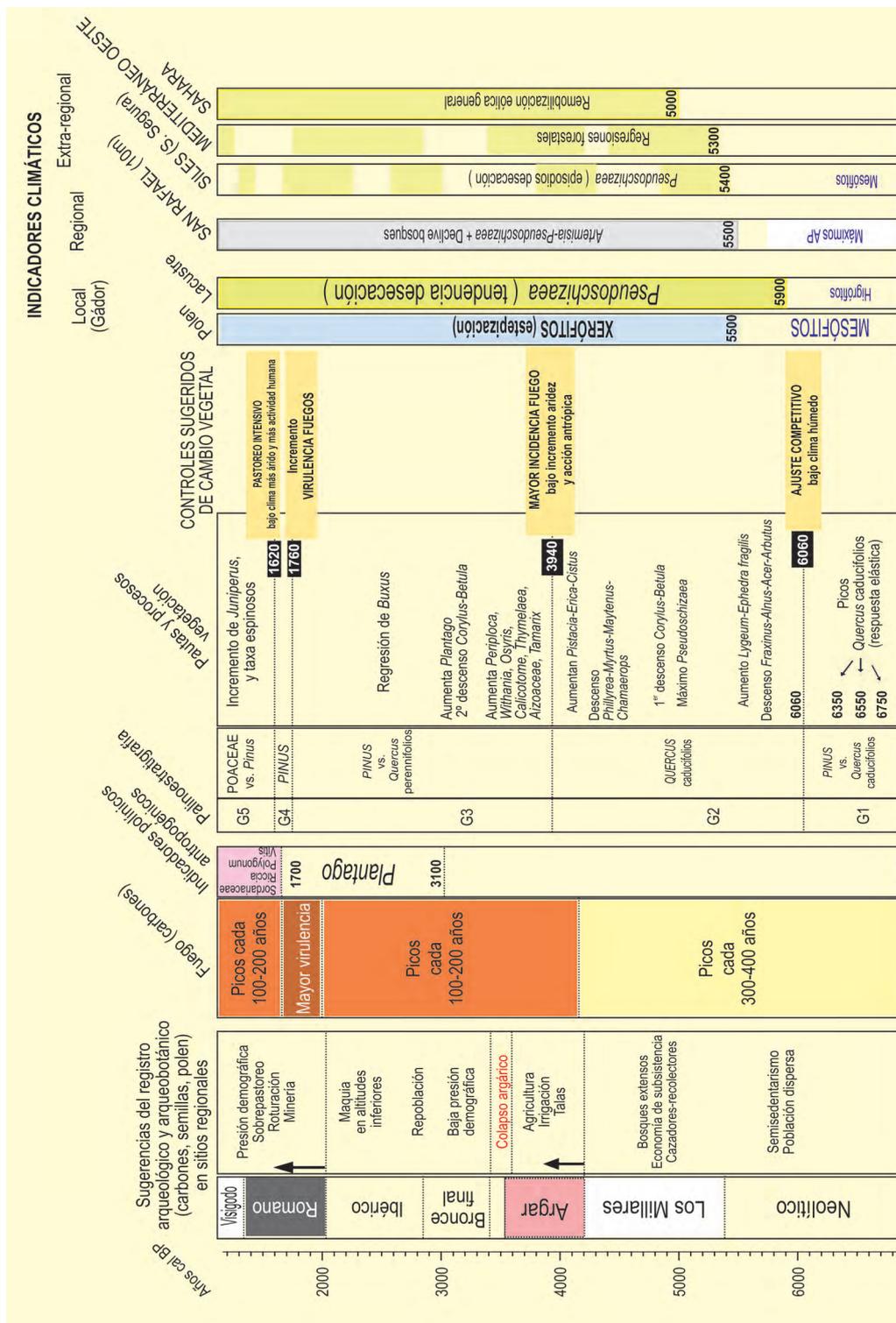


Figura 8. Procesos y controles de la evolución de vegetación en la secuencia Gádor. Correlación con otros registros regionales y extra-regionales, y con los patrones de asentamiento humano. Las influencias climáticas están determinadas por las interacciones competitivas, cambios en el régimen de incendios y la presión de pastoreo. Redibujado de Carrión *et al.* (2003)

dades establecidas hasta 6060 años cal BP aproximadamente.

Los microcarbones son especialmente abundantes desde 4200 años cal BP, alcanzando valores máximos entre 2100 y 1600 años cal BP (Fig. 7). Esta pauta no se ve alterada tafonómicamente, puesto que hay una ex-

celente correlación entre las curvas de las dos categorías de microcarbones.

A partir de 3940 años cal BP, tiene lugar una rápida regresión de los robles en favor de *Pinus* y las especies esclerófilas de *Quercus*. Este proceso debe haber sido controlado por la frecuencia de los incendios. Por tér-

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Gádor (Almería). Calibraciones según Stuiver *et al.* (1998) (CALIB 4.3.). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2  $\sigma$ ) (Carrión *et al.* 2003)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
GrA-17553	20-22	1240 $\pm$ 40	1160	AMS
GrA-17556	42-44	1705 $\pm$ 40	1620	AMS
GrA-17554	54-57	1825 $\pm$ 40	1760	AMS
GrA-17557	132-134	3645 $\pm$ 45	3940	AMS
Beta-155407	188-190	5290 $\pm$ 70	6060	Convencional
Beta-155408	210-212	6020 $\pm$ 80	6850	Convencional

mino medio, los carbones alcanzan máximos cada 300-400 años desde la base de la secuencia hasta 4100-4200 años cal BP, cambiando entonces a cada 100-200 años hasta el final de la misma. Este cambio en los microcarbones precede al reemplazamiento de los *Quercus* ca-

ducofolios por *Pinus* y *Quercus* perennifolios. Se trata, por tanto, de un cuadro de invasión mediada por perturbación pues los robledales son extraordinariamente sensibles al fuego recurrente. En términos generales, la asociación clima-fuego se puede defender desde una perspectiva palinológica a través de las correlaciones positivas que se dan en Gádor entre los microcarbones, *Artemisia*, xerófitos y *Pseudoschizaea* (Carrión *et al.* 2003). Este cambio vegetal tiene lugar durante el período argárico (4250-3600-3500 años cal BP), lo cual ha llevado a establecer un modelo de colapso cultural (Carrión *et al.* 2003), basado en la correlación de datos paleoecológicos y arqueológicos.

#### Más información

Carrión *et al.* (2003), García-Antón *et al.* (2007), Gil-Romera *et al.* (2009)



# GARGANTA DE LAS POZAS

Sierra de Gredos, Navalperal de Tormes, Ávila  
Holoceno (10040-1010 años cal BP)

La cabecera de la Garganta de las Pozas es una zona de unas 750 ha de extensión, aproximadamente entre las coordenadas  $40^{\circ}17'31'' - 40^{\circ}15'33''$  N y  $5^{\circ}15'50'' - 5^{\circ}14'15''$  O, situada entre los términos municipales de Navalperal de Tormes y San Juan de Gredos (Ávila), en la cara norte del macizo central de la Sierra de Gredos (Sistema Central), entre la Garganta de Gredos (Oeste) y la Garganta de Prado Puerto (Este). Los seis puntos de muestreo se sitúan entre los 2200 m s.n.m. de la base del Cerro de la Cagarruta (2299 m s.n.m.), al este del Circo de Gredos y al oeste del Puerto de Candeleda, y los 1700 m s.n.m del punto más bajo, a unos 2 km al noroeste de Roncesvalles (Ávila) (Figs. 1 y 2).

Dentro del marco regional de clima mediterráneo con matiz continental, esta zona de montaña se ve fuertemente influenciada por la elevada altitud, registrando medias estimadas de temperatura anual cercanas a los  $8^{\circ}\text{C}$ , menores en las cotas más altas. Las precipitaciones están ligadas a los vientos húmedos del suroeste que alcanzan el macizo montañoso, por lo que la mayor cantidad de lluvia se recoge en la vertiente sur y la zona de cumbres, que supera los 1000 mm incluso

en esta orientación norte. Los sustratos silíceos del Paleozoico, principalmente granitos y gneises, adquirieron su actual estructura de *horst-graben* durante la orogenia alpina en la Sierra de Gredos. En las zonas altas, como el área de estudio, persisten numerosas huellas del modelado glaciar y periglacial cuaternario, aunque la red hidrográfica actual es fluvial. Este enclave situado en el piso oromediterráneo y ya en contacto con la zona de cumbres, está cubierto actualmente por un mosaico de matorrales de leguminosas de montaña (*Cytisus oromediterraneus*, *Echinopartum barnadesii*, *Genista cinerascens* y formaciones herbáceas favorecidas por la presencia de herbívoros tanto silvestres como domésticos (Fig.2).

Los cinco puntos de muestreo situados entre 2200 y 1800 m s.n.m. mostraron perfiles edáficos poco evolucionados, mientras que el más bajo, a 1700 m s.n.m., correspondió a un suelo más complejo con un horizonte de acumulación en profundidades intermedias (Fig. 3, Tabla 1). Se recogieron muestras de unos 2-4 kg de cantidad de los diferentes niveles de los perfiles, según los horizontes de muestreo de la figura 5. Las muestras de suelo se secaron, se tamizaron y se alma-

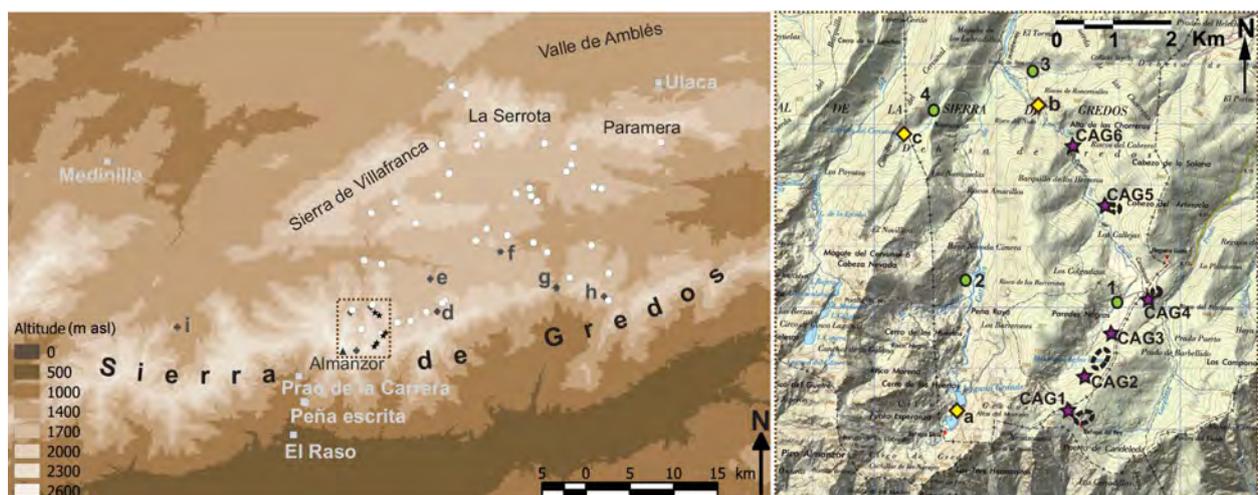


Figura 1. Localización geográfica de la secuencia Garganta de las Pozas. Se indica los puntos de muestreo

Tabla 1. Descripciones de los puntos de muestreo

Punto	Entorno	Suelo
CAG 1	2200 m s.n.m. Pasto de gramíneas ( <i>Nardus stricta</i> , <i>Festuca</i> sp) rodeado por piornal de <i>Cytisus oromediterraneus</i> .	Tipo ránker de pendiente. Tonalidades oscuras en la parte superior, textura arenosa-limosa con gravas y raíces, mientras que en la parte más profunda aparecen tonalidades más claras con abundantes arenas graníticas y grandes bloques de piedra.
CAG 2	2100 m s.n.m. Cervunal (principalmente <i>Nardus stricta</i> ) rodeado de piornales de <i>Cytisus oromediterraneus</i> .	Similar a un ránker pero de gran profundidad, probablemente debida a ligeros aportes aluviales de los alrededores por su posición micro-topográfica. Tonalidades oscuras en la parte superior, textura arenosa-limosa (algo más limosa en profundidades intermedias), presencia de gravas y raíces, mientras que en la parte más profunda aparecen tonalidades más claras con abundantes arenas graníticas y grandes bloques de piedra.
CAG 3	2000 m s.n.m. Pasto de gramíneas con raíces profundas ( <i>Festuca</i> cf. <i>summilusitanica</i> ) y pies dispersos de <i>Genista carpetana</i> .	Tipo ránker de pendiente. Tonalidades oscuras en la parte superior, textura arenosa-limosa (algo más limosa en profundidades intermedias), presencia de gravas y raíces, mientras que en la parte más profunda aparecen tonalidades más claras con abundantes arenas graníticas y grandes bloques de piedra.
CAG 4	1900 m s.n.m. Pasto de gramíneas con raíces profundas ( <i>Festuca</i> cf. <i>summilusitanica</i> ) junto a piornales de <i>Cytisus oromediterraneus</i> .	Tipo ránker de pendiente. Tonalidades oscuras en la parte superior, textura arenosa-limosa (algo más limosa en profundidades intermedias), presencia de gravas y raíces, mientras que en la parte más profunda aparecen tonalidades más claras con abundantes arenas graníticas y grandes bloques de piedra.
CAG 5	1800 m s.n.m. Matorral de <i>Cytisus oromediterraneus</i> y <i>Echinospartum barnadessii</i> .	Tipo ránker de pendiente. Tonalidades oscuras, textura arenosa-limosa (algo más limosa en profundidad), presencia de gravas, raíces y bloques de piedra.
CAG 6	1700 m s.n.m. Pasto herbáceo de <i>Festuca elegans</i> y <i>Pteridium aquilinum</i> rodeado por matorral de <i>Cytisus oromediterraneus</i> y <i>Genista cinerascens</i> .	Suelo pardo ácido (cambisol húmico). Horizontes superficiales oscuros, orgánicos, arenoso-limosos con gravas y abundantes raíces y rizomas; horizonte intermedio marrón rojizo limoso-arenoso-arcilloso con gravas y raíces; y horizonte profundo marrón amarillento, mineral, arenoso-arcilloso-limoso con abundantes piedras y bloques graníticos.



Figura 2. Vista de la Garganta de las Pozas y su entorno desde las inmediaciones del primer punto de muestreo (CAG 1). Las estrellas blancas marcan la posición aproximada de los otros puntos de muestreo visibles (CAG 6 queda escondido) (Foto: Juan Manuel Rubiales)



**Figura 3.** Muestras. a: Cabras montesas avistadas durante los muestreos. b: Estructuras pastorales cerca del sendero que une a CAG 2 y CAG 3. c: Muestreo en CAG 1. d: Muestreo en CAG 5. e: Muestreo en CAG 4. f: Muestreo en CAG 6 (Fotos: Ignacio García-Amorena a-e, Carlos Morla f)

cenaron los residuos de los tamices de 5 mm, 2 mm, 0,8 mm y 0,4 mm. A partir de los residuos de los dos tamices mayores, se separaron manualmente los carbones de más de 2 mm bajo lupa binocular. La concentración de carbones o antracomasa se midió en mg de carbón por kg de matriz edáfica (tierra sin bloques mayores de 5 mm), equivalente a ppm (partes por millón). Los fragmentos de carbón obtenidos se identificaron con ayuda de claves y atlas de anatomía de la madera (Schweingrüber 1990) bajo microscopía óptica de luz reflejada. Una vez identificados los carbones (Fig. 4), se calculó la antracomasa específica de los diferentes táxones presentes en cada perfil. Se eligieron

23 para su datación por radiocarbono, priorizando el interés taxonómico de los restos, aunque también se tuvo en cuenta la profundidad a la que fueron hallados (Tabla 2). Los procesos de bioturbación del suelo no permiten establecer una relación directa entre antigüedad y profundidad, motivo por el cual fueron necesarias tantas dataciones. Tampoco es posible ignorar completamente la estratigrafía, pues la distribución de antracomasa dentro de cada perfil aporta información sobre grandes tendencias. Por ejemplo, en CAG 6 se aprecia una gran diferencia entre la mitad inferior y la mitad superior del perfil, indicando un posible cambio en la historia vegetal local.

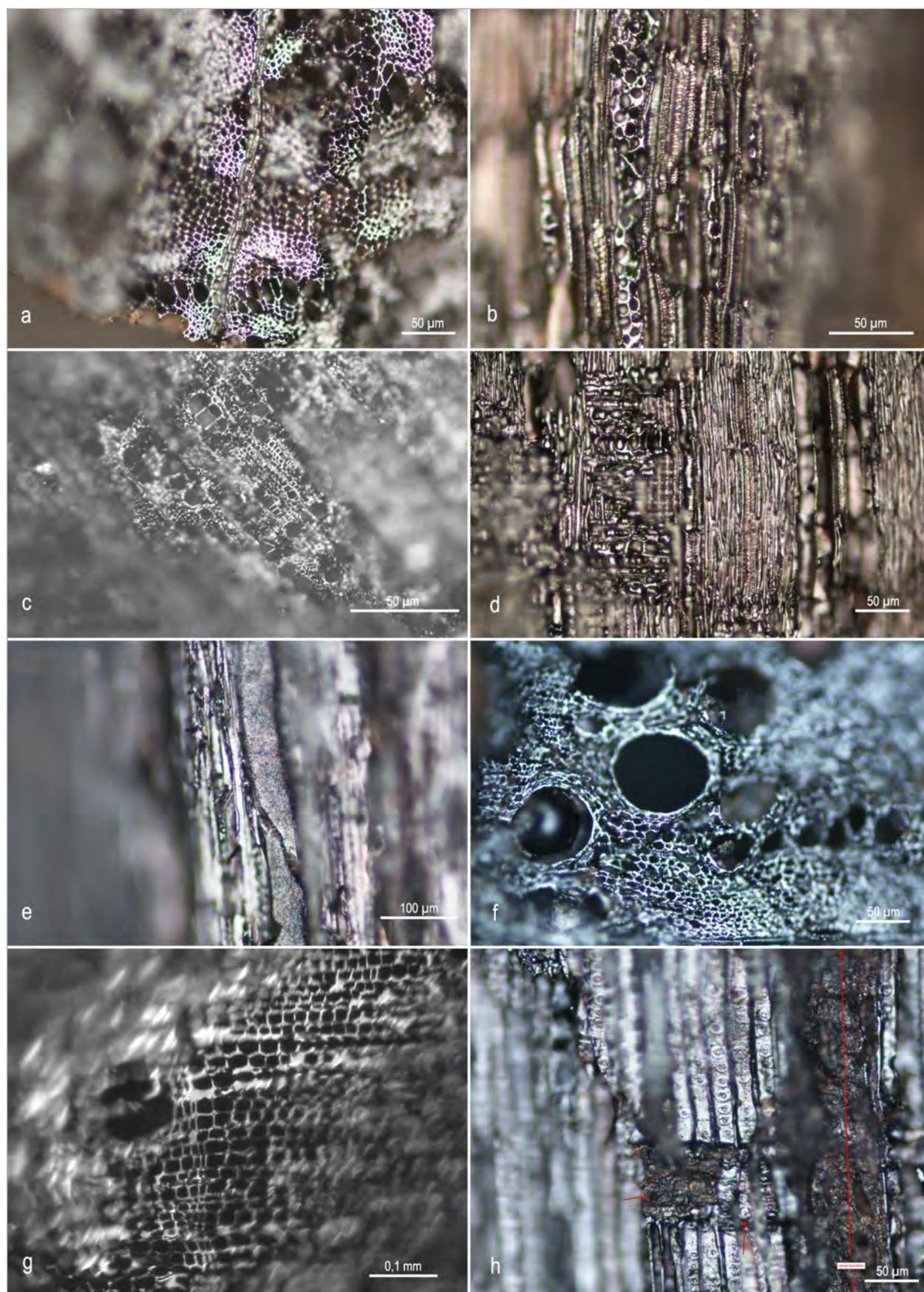
**Tabla 2.** Dataciones radiocarbónicas AMS de los fragmentos de carbón hallados en la Garganta de Las Pozas (García Álvarez *et al.* 2017). Calibraciones según Reimer *et al.* (2013) (software CALIB 7.1, Stuiver & Reimer 1993). Las edades calibradas se tomaron como la mediana y los límites del intervalo de probabilidad (95,4%, 2  $\sigma$ )

Ref. Lab.	Punto	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP -Intervalo	Material	ID fig. 5
UBA-24463	CAG3	80-100	1102 ± 29	1010 - 1064 - 952	Leguminosae	1
UBA-26096	CAG1	20-30	1196 ± 24	1120 - 1181 - 1059	Leguminosae	2
UBA-26104	CAG4	5-15	1893 ± 28	1840 - 1895 - 1770	Leguminosae	3
UBA-26098	CAG2	30-40	2086 ± 37	2060 - 2148 - 1969	Leguminosae	4
UBA-24464	CAG4	45-55	2121 ± 32	2090 - 2156 - 1998	Leguminosae	5
UBA-26105	CAG4	25-35	2200 ± 33	2230 - 2317 - 2131	Leguminosae	6
UBA-26107	CAG5	25-40	3052 ± 35	3260 - 3357 - 3170	<i>Quercus cadudifolio</i>	7
UBA-27833	CAG6	10-20	3213 ± 43	3430 - 3514 - 3362	<i>Pinus gr. sylvestris</i>	8
UBA-24467	CAG5	40-50	3474 ± 53	3740 - 3876 - 3610	Leguminosae	9
UBA-26097	CAG1	40-50	4419 ± 30	5000 - 5062 - 4870	Leguminosae	10
UBA-26102	CAG3	40-55	4458 ± 35	5130 - 5289 - 4963	<i>Betula</i>	11
UBA-26101	CAG3	40-55	4932 ± 42	5660 - 5739 - 5593	Maloideae	12
UBA-27834	CAG6	50-60	5388 ± 30	6210 - 6284 - 6175	<i>Pinus gr. sylvestris</i>	13
UBA-26103	CAG3	40-55	5537 ± 38	6340 - 6401 - 6285	<i>Populus</i>	14
UBA-26099	CAG2	50-60	5862 ± 51	6680 - 6793 - 6531	<i>Betula</i>	15
UBA-26100	CAG2	80-90	6217 ± 37	7110 - 7208 - 7007	Leguminosae	16
UBA-26106	CAG5	10-25	6800 ± 41	7640 - 7690 - 7580	<i>Prunus</i>	17
UBA-27836	CAG6	80-90	6840 ± 36	7670 - 7744 - 7596	<i>Pinus gr. sylvestris</i>	18
UBA-24462	CAG1	50-60	7675 ± 45	8470 - 8548 - 8393	Leguminosae	19
UBA-24465	CAG4	45-55	8013 ± 47	8880 - 9018 - 8715	<i>Betula</i>	20
UBA-24466	CAG4	45-55	8667 ± 59	9630 - 9794 - 9530	Maloideae	21
UBA-27835	CAG6	50-60	8757 ± 46	9750 - 9912 - 9558	<i>Quercus cadudifolio</i>	22
UBA-27837	CAG6	80-90	8914 ± 40	10040 - 10188 - 9911	<i>Quercus cadudifolio</i>	23

Las leguminosas tipo *Cytisus* fueron claramente dominantes en los cinco perfiles de mayor altitud, y constituyeron el único taxón identificado a 2200 m s.n.m. (Fig. 6), incluyendo restos de más de 8000 años cal BP. Acompañando a estas leguminosas, en CAG 2, CAG 3 y CAG 4 y CAG 5 se detectaron evidencias de caducifolios pioneros (*Betula*, *Salix*/*Populus*, *Prunus* y Maloideae) en cotas muy superiores a las que actualmente alcanzan, llegando en el caso de *Betula* a 2100 m s.n.m. Las dataciones efectuadas sobre estos taxones se sitúan aproximadamente entre 9500 y 5000 años cal BP. Sin embargo, en el punto más bajo (1700 m s.n.m.), las leguminosas comparten protagonismo con otros matorrales (fundamentalmente, *Erica*, en la mitad más superficial del perfil) y con árboles como *Pinus gr. sylvestris* y *Quercus caducifolios*, que cuentan con restos de edades comprendidas entre los 10000 y los 3000 años cal BP aproximadamente.

Estos taxones arbóreos son típicos de las formaciones boscosas que otras fuentes paleoecológicas ya han revelado como recientemente desaparecidas en la zona (Génova *et al.* 2009). De hecho, los pinares montanos cubrieron gran parte de las tierras de la cara norte del macizo central de Gredos entre 1200 y 1800 m s.n.m. aproximadamente, según demuestran los registros polínicos de Hoyos del Espino y Navarredonda de Gredos (Frango-Múgica 1995, 2009) y los abundantes macrorestos de *Pinus gr. sylvestris* encontrados entre dichas altitudes (Rubiales *et al.* 2007, Rubiales & Génova 2015).

Integrando los nuevos datos locales proporcionados por la pedoantracología y toda esta información regional, se puede realizar una reconstrucción más precisa de la vegetación holocena de este valle y sus alrededores (Fig. 7). En las cercanías de la Garganta de las Pozas el límite superior del bosque (pinar con robles) se man-



**Figura 4.** Algunos carbones identificados. a, b y d: Leguminosae tipo *Cytisus*, cortes transversal, tangencial y radial. c y e: *Betula*, cortes transversal y tangencial. f: *Quercus caducifolia*, corte transversal. g y h: *Pinus* gr. *sylvestris*, cortes transversal y radial (Fotos: Salvia García Álvarez)

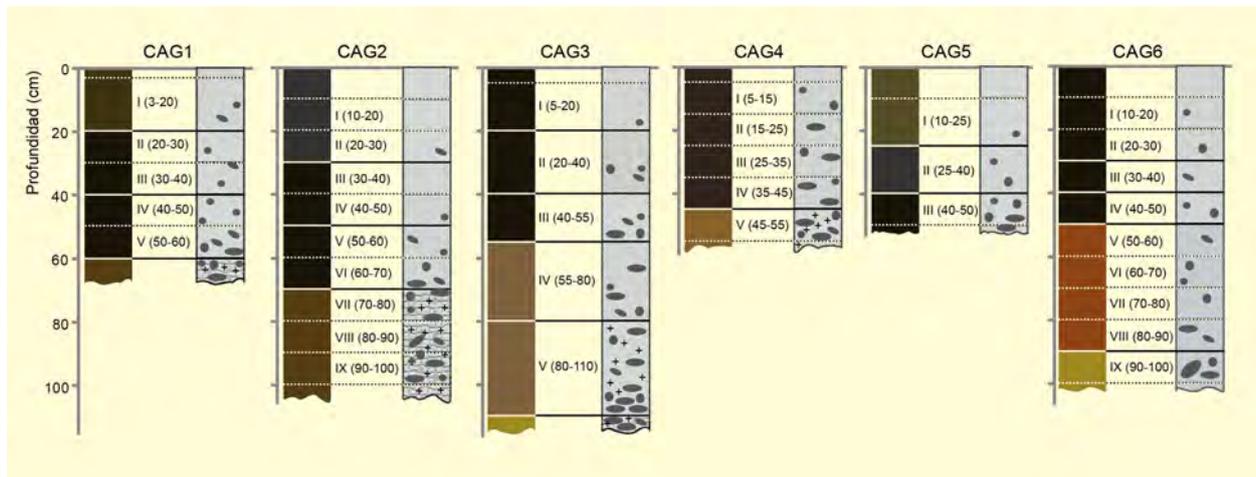


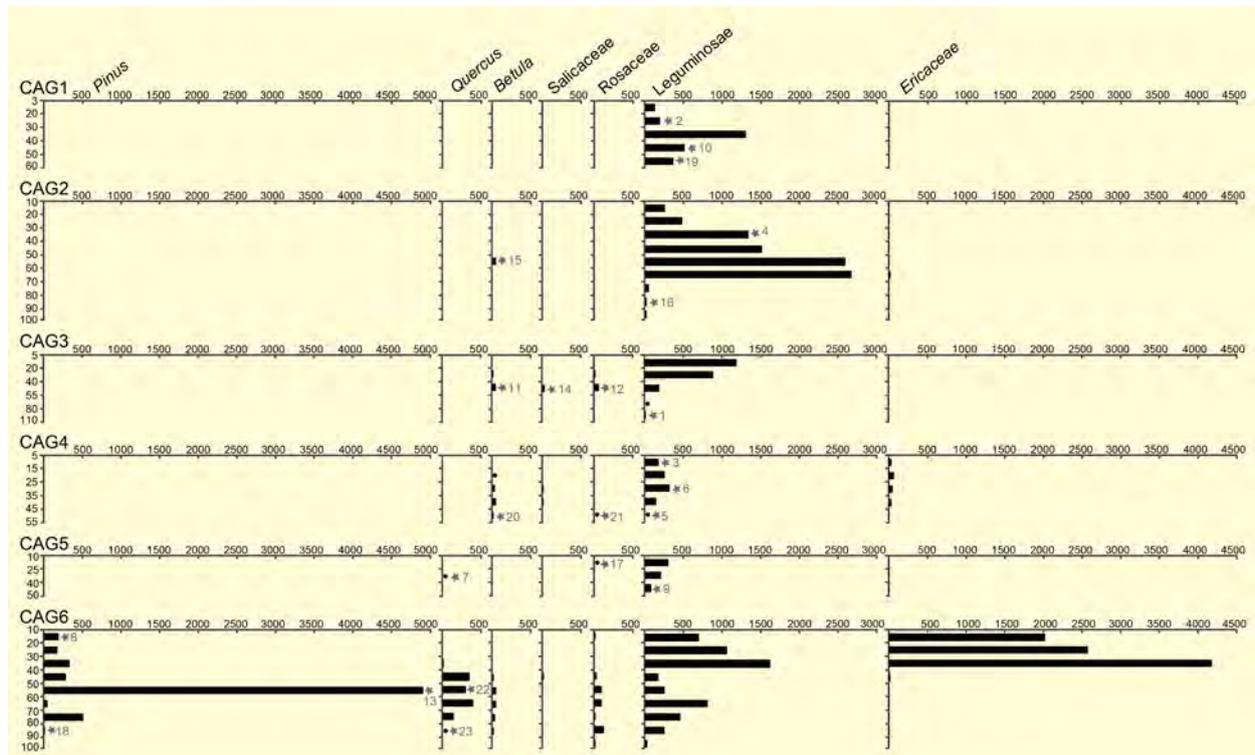
Figura 5. Perfiles edáficos. Manchas grises: gravas, piedras y bloques. Cruces: abundancia de arenas graníticas. Números romanos: horizontes de muestreo pedoantracológico. Descripciones en tabla 1

tuvo entre 1700 y 1800 m s.n.m. como máximo durante todo el Holoceno. Por encima de esta cota, la vegetación leñosa estuvo dominada por matorrales de leguminosas (piornales, cambrionales), probablemente en mosaico con formaciones herbáceas de montaña. Dentro de este paisaje abierto, se distingue una zona de transición o ecotono entre 1800 y 2100 m s.n.m. en la que dicho mosaico estuvo acompañado por caducifolios

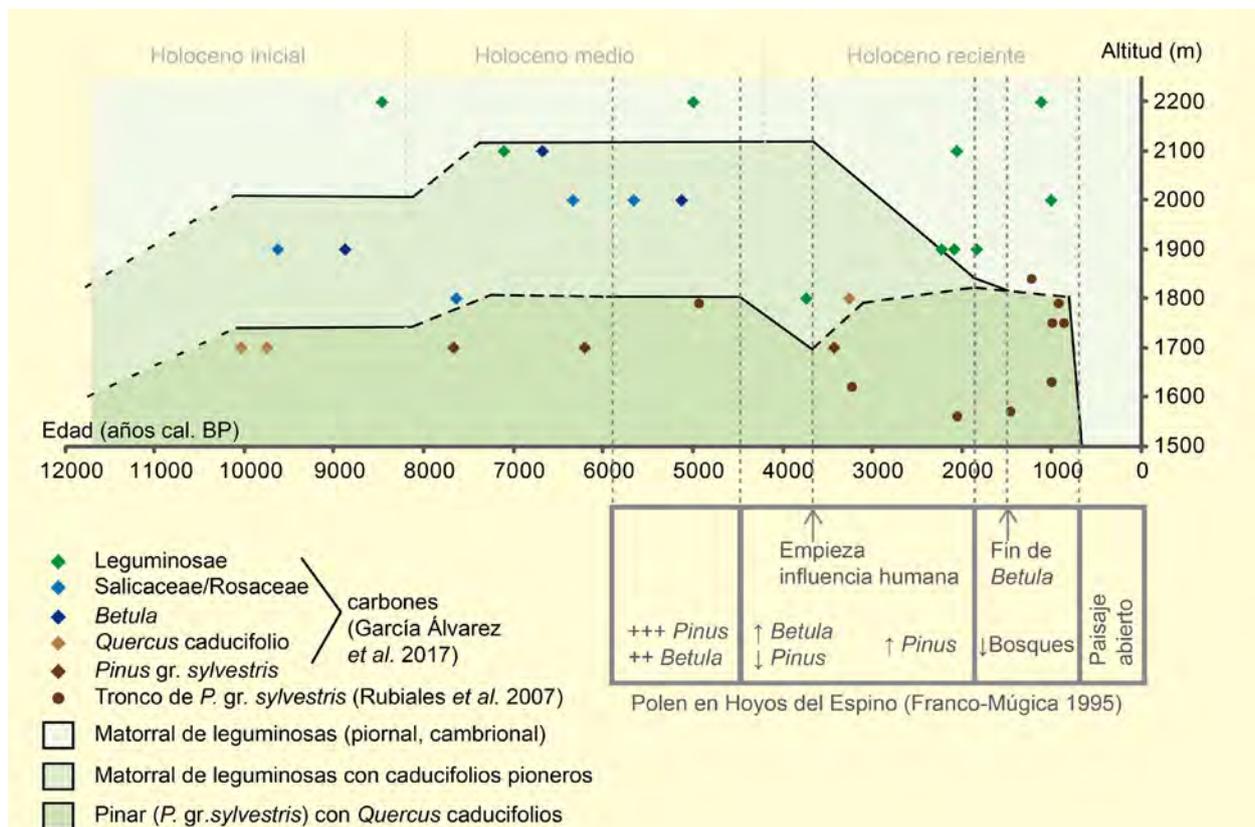
lios pioneros en forma de pies aislados o pequeños bosquetes durante la primera mitad del Holoceno. A partir de los primeros indicios de influencia antrópica, ~3600 años cal BP, el paisaje se empieza a homogenizar. Los caducifolios pioneros de altitud desaparecen hace unos 1500 años aproximadamente y, en menos de un milenio, desaparece también el pinar con robles de las cotas inferiores.

Tabla 3. Eventos de fuego detectados en la Garganta de Las Pozas. Mínimo número de eventos de fuego a partir de las edades calibradas de los 23 carbones datados por <sup>14</sup>C (Tabla 2). El intervalo temporal de cada evento corresponde a la edad mínima del intervalo de confianza del carbón más reciente y la edad máxima del intervalo de confianza del carbón más antiguo que pueden ser asociados al mismo evento

Eventos de fuego	Años cal. BP	CAG1	CAG2	CAG3	CAG4	CAG5	CAG6
1	1181 - 952	•		•			
2	1895 - 1770				•		
3	2317 - 1969		•		••		
4	3357 - 3170					•	
5	3514 - 3362						•
6	3876 - 3610					•	
7	5289 - 4870	•		•			
8	5739 - 5593			•			
9	6284 - 6175						•
10	6401 - 6285			•			
11	6793 - 6531		•				
12	7208 - 7007		•				
13	7744 - 7580					•	•
14	8548 - 8393	•					
15	9018 - 8715				•		
16	9912 - 9530				•		•
17	10188 - 9558						••



**Figura 6.** Diagrama de antracomas específicas (mg carbón / kg sedimento) según la profundidad (cm) en cada fosa. *Pinus*: principalmente, *Pinus gr. sylvestris*. *Quercus*: principalmente, *Quercus caducifolios*; también incluye *Quercus/Castanea*. *Salicaceae*: *Populus, Salix* y *Populus/Salix*. *Rosaceae*: *Prunus, Maloideae* y *Prunus/Maloideae*. *Ericaceae*: *Calluna vulgaris* (cf. *Calluna vulgaris*) en CAG2 y CAG4; *Erica* (dominante) y cf. *Vaccinium* (una sola ocurrencia) en CAG6. Estrellas grises: fragmentos datados por radiocarbono (Tabla 2)



**Figura 7.** Dinámica holocena de la vegetación leñosa dominante en la cara norte del macizo central de Gredos, inferida a partir de datos locales, en un radio de 10 km de distancia al transecto pedantracológico de la Garganta de las Pozas

Además de la presión ejercida por los herbívoros (domésticos y silvestres), entre las perturbaciones que han modelado el paisaje holoceno de esta zona destacan los fuegos, tanto naturales como humanos. Es conocida la elevada frecuencia de incendios en la región en los últimos dos milenios (López-Merino *et al.* 2009), por lo que no son extraños los elevados valores de antracomasa registrados en los perfiles de la Garganta de las Pozas. Las dataciones nos muestran un mínimo de

17 eventos de fuego distribuidos durante todo el Holoceno (Tabla 3), aunque se aprecia una cierta agrupación de restos en torno a los 2000 años cal BP, acorde con la intensificación del uso del fuego como herramienta de gestión de la vegetación en la Sierra de Gredos.

**Más información**

García Álvarez *et al.* (2017)

---



# GARGANTA DEL MESTO

Serranía de Las Villuercas, Villar del Pedroso, Cáceres  
Holoceno (3800 años BP – actualidad)

**E**l arroyo Mesto discurre a lo largo de las areniscas y cuarcitas que conforman la Serranía de Las Villuercas. Se trata de un afluente del río Gualija que surca la Sierra del Hospital, al norte de Cáceres. La zona se caracteriza por una climatología mediterránea continental de veranos muy cálidos con un estiaje intenso pero con inviernos más suaves que los de otras regiones mesetarias.

La turbera que ha dado lugar al estudio palinológico (39° 30' N, 05° 20' O; 1000 m s.n.m.) se sitúa a orillas del Mesto (Fig. 1), rodeada por una vegetación de ribera formada por alisos (*Alnus glutinosa*), algunos pies de fresnos (*Fraxinus angustifolia*), sauces (*Salix atrocinerea*)

y mostajo (*Sorbus torminalis*). En las elevaciones circundantes y en la zona norte aparecen formaciones jóvenes de melojo (*Quercus pyrenaica*) en las que se da un pastoreo frecuente e intenso como denota la abundancia de *Asphodelus albus*. Se encuentra también *Quercus ilex rotundifolia* en las zonas más bajas y en las solanas de los escarpes rocosos a mayor altitud (Fig. 2). En el área noroccidental de la misma, además de melojares, aparecen espacios cultivados y una repoblación de *Pinus pinaster* poco importante en extensión y de edad desconocida aunque los pies son de pequeño tamaño.

El registro polínico obtenido representa una secuencia de cambio vegetal para los últimos cuatro



Figura 1. Turbera a orillas del arroyo Mesto (Foto: José Antonio López-Sáez)

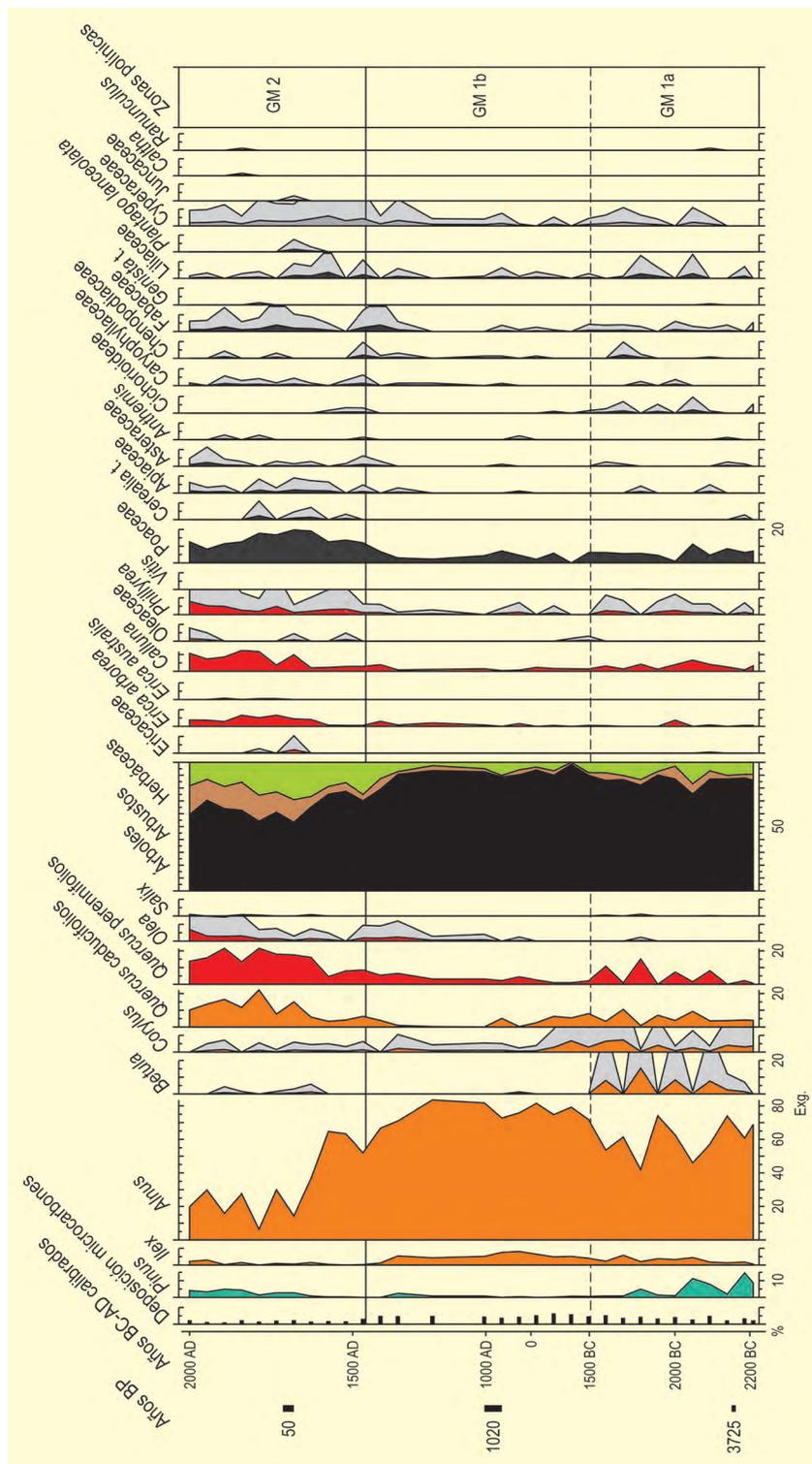


Figura 2. Diagrama polínico de la secuencia de la Garganta del Mesto. Recibujado de Gil-Romera et al. (2008)

milenios (Fig. 3). La zona GM1a, entre 2200 y 1500 años BC, está determinada por la constante presencia, aunque irregular abundancia, de alisos que han coexistido con otros elementos mesófilos como *Ilex*, *Betula*, *Corylus* y *Quercus* caducifolios. Este patrón de cambio relativamente abrupto y resiliente de la vegetación durante la Edad del Bronce podría haber

sido causado por el efecto sinérgico de varios factores.

La actividad humana en el área, sobre todo fuego y pastoreo, explicaría la alternancia de los diferentes elementos vegetales en relación a su respuesta al fuego. Un clima cambiante con creciente aridez hacia el final



Figura 3. Bosques de cadulfolios en el entorno de la Garganta del Mesto (Foto: José Antonio López-Sáez)

del Holoceno medio (c. 4000 años BP) habría determinado la paulatina desaparición de abedules, avellanos y melojos, mientras encinas y otros termófilos se expandían.

Contrariamente al periodo anterior, los tres milenios siguientes, entre 1500 años BC y 1500 años AD, se caracterizaron por una total dominancia del aliso. Si bien la señal polínica capturada en la turbera está limitada espacialmente, no se puede descartar que las condiciones hidrológicas locales se mantuvieran favoreciendo la expansión de alisos y acebos (*Ilex aquifolium*). Estos últimos aparecen hoy en día refugiados en umbrías rocosas, expuestos a escorrentías en la sierra de Villuercas, mientras que en el pasado parecieron disfrutar de una mayor importancia.

Simultáneamente a un incremento en la temperatura, la actividad humana debió hacerse más patente, lo que explicaría la regular actividad de incendios. Este

hecho junto con un incremento termométrico habría favorecido a encinas y olivos durante esta fase frente a las mesófilas, que a pesar de las buenas condiciones hidrológicas redujeron su extensión.

En la zona GM2 del diagrama, entre 1500 y 2000 AD se observa una creciente presión antrópica, que habría favorecido la presencia de especies de interés para el hombre como es el caso de *Quercus*, mientras que en parte habría favorecido la apertura del paisaje en vista de la expansión de ericáceas y gramíneas. Sin embargo, la quema se habría visto reducida durante esta fase, como se puede comprobar por la reducción en la concentración de carbón. No se descartan cambios hidrológicos importantes, que junto con la actividad humana habrían promovido el declive de los alisos alrededor de la Garganta del Mesto.

#### Más información

Gil-Romera *et al.* (2008)



# GARGANTA DEL TRAMPAL

Sierra de Béjar, Candelario, Salamanca  
Sin control cronológico (atribuible al Holoceno final)

Se trata de una pequeña turbera situada en la vertiente oeste de la Sierra de Béjar (Salamanca), en un área cercana al Parque Natural de Candelario ( $40^{\circ} 20' 06''$  N,  $05^{\circ} 44' 06''$  O; 1500 m s.n.m.) (Fig. 1), de la cual se recuperaron 140 cm de sedimento turboso muy orgánico, con algunos niveles detríticos. El clima de la zona es predominantemente mediterráneo con una gran influencia atlántica y hasta 1200 mm de precipitación anual. Los inviernos son suaves y a pesar del estiaje veraniego, la sequía no es tan acusada como cabría esperar para un sector continental de la Península Ibérica. La vegetación cercana al

lugar de muestreo está formada por bosquetes de melojos, castaños y alisos, así como por repoblaciones de pinos y un matorral de sustitución.

La interpretación de esta secuencia polínica (Atienza-Ballano 1996), se hace sin un control cronológico de modo que no se puede precisar el contexto temporal del cambio (Fig. 2). En la zona H1 (entre 85 y 65 cm) se da la mayor presencia arbórea con una ausencia general de indicadores antrópicos. Son dominantes *Pinus*, *Betula*, *Quercus robur* y *Alnus*. Este espectro vegetal podría estar relacionado con una si-



Figura 1. Parque Natural de Candelario en la Sierra de Béjar (Foto: J. Carrasco Castro)

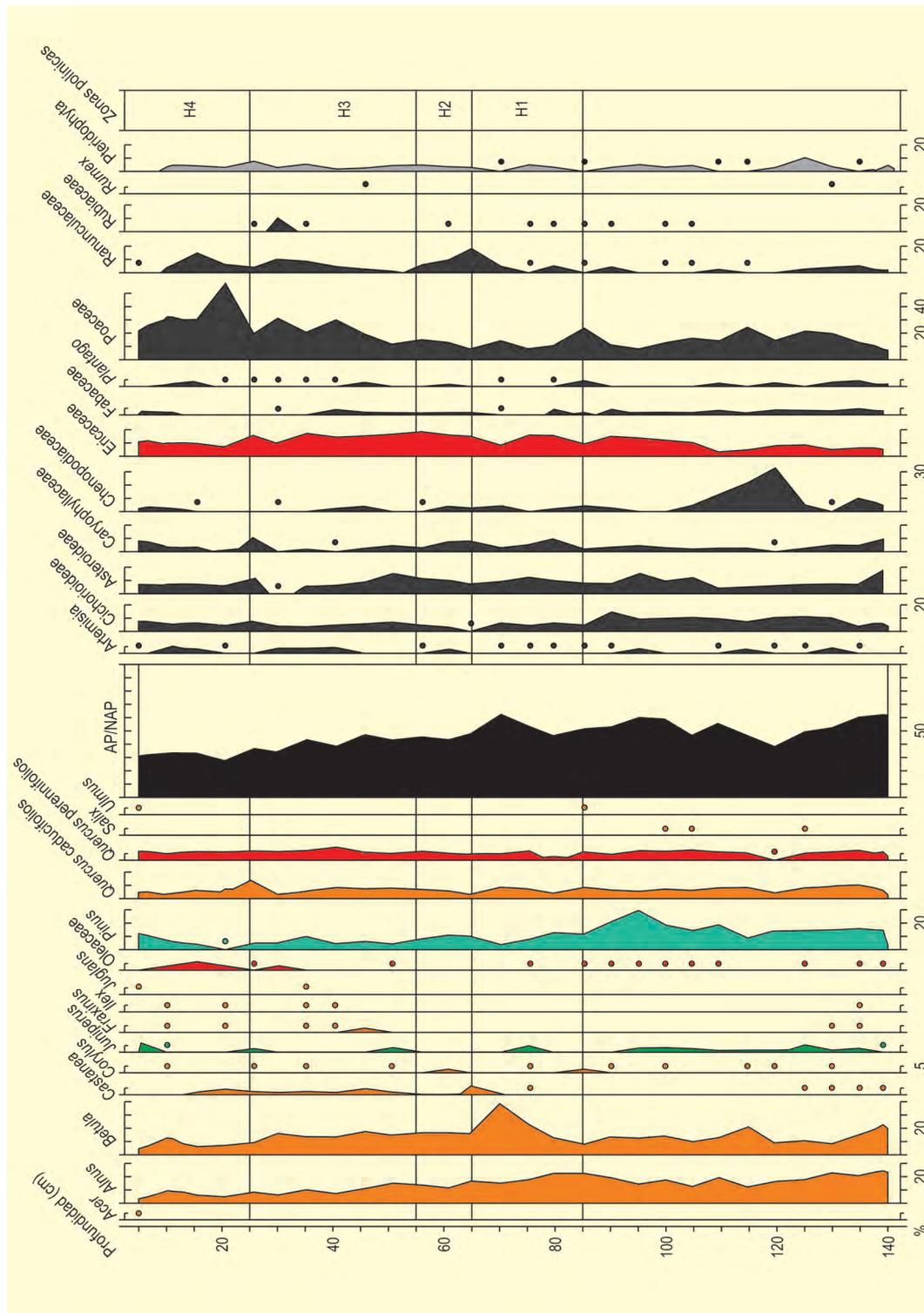


Figura 2. Diagrama polínico de La Garganta del Trampal. Redibujado de Atienza-Ballano (1996)

tuación hídrica favorable y diferencias térmicas menos extremas que las actuales, que favorecerían la existencia de alisos, abedules, robles y pinos simultáneamente. En H2 (entre 65 y 55 cm) se expanden los bosques de *Quercus* (tanto perennifolios como caducifolios), y alisos mientras que los abedules descienden notablemente. Un incremento paulatino en la tempe-

ratura, sin cambios en la disponibilidad hídrica tanto del suelo como ambiental, favorecería la expansión de los alisos frente a los abedules.

En la zona polínica H3 (55-25 cm) *Castanea* experimenta una gran expansión, mientras que los abedules se reducen casi totalmente. Otros elementos forestales

como quercíneas y alisos se mantienen constantes. Paralelamente, comienza un proceso de matorralización representado por el incremento de Ericaceae, Chenopodiaceae y Asteraceae. Si bien este proceso hacia una vegetación más arbustiva podría estar relacionado con temperaturas más frías, también se podría deber a un uso ganadero más intensivo, que sería paralelo a la "fructificación" del monte por medio del cultivo deliberado del castaño.

La zona H<sub>4</sub> (25-5 cm) muestra un proceso acusado de deforestación, con una representación de polen arbóreo muy por debajo de la situación del bosque actual. Solamente *Castanea* mantiene una alta representación, mientras que ericáceas, cistáceas, quenopodiáceas y géneros como *Artemisia* comienzan a extenderse. Sin descartar de nuevo el control climático, esta zona refleja un espectro polínico de bosque manejado en condiciones bastante intensivas.

La falta de control cronológico, dificulta enormemente la interpretación, sin embargo, la dinámica es similar a la encontrada en otros lugares del interior peninsular para el Holoceno final. Así, masas forestales reflejo de una dinámica vegetal heredada de un periodo cálido y relativamente húmedo, como el Subatlántico, donde coexisten abedules, pinos y acebos, sucedidos

por formaciones de quercíneas, dan lugar finalmente a un bosque abierto donde el matorral y crecientes valores de herbáceas son el reflejo de la dinámica esperable para los últimos milenios del Holoceno.

Los autores resaltan la ausencia de granos de polen de *Fagus sylvatica* en el registro, aunque destacan la dificultad de contrastar la posibilidad de que hubiera habido bosques de hayas en esta zona en el pasado dado que su registro no cuenta con dataciones y, consecuentemente, no se puede deducir la antigüedad del registro.

En la base de la secuencia (entre 85 y 140 cm) parece que los controles podrían ser todavía climáticos, sobre todo relacionados con cambio en la temperatura, mientras que la segunda mitad del registro estaría reflejando una vegetación controlada antrópicamente. Existen otras secuencias en la Sierra de Béjar que, igualmente, tampoco disponen de controles cronológicos, sin embargo, en estas secuencias también se observa una dinámica similar de dominancia de abedules sucedidos por encinares y melojares y una final apertura del bosque (Atienza-Ballano & Ruiz-Zapata 1992).

#### Más información

Atienza-Ballano (1996)



# GREDOS

Sistema Central, Ávila  
Holoceno (6420-780 años cal BP)

**E**n el sector central de la sierra de Gredos (incluyendo el macizo central, las sierras de Villafranca y la Serrota aproximadamente entre las coordenadas 40° 18' a 40° 35' N y de 05° 40' a 04° 58' O; entre 1100 y 1840 m s.n.m.), encontramos hoy en día un paisaje prácticamente desarbolado. En ese paisaje dominado por pastizales y matorrales de alta montaña con leguminosas (entre otras *Genista*, *Echinopartum* y *Cytisus oromediterraneus*) tan solo se encuentran montes bajos de rebollo (*Quercus pyrenaica*) y alguna masa dispersa de pinares montanos (*P. sylvestris* y *P. nigra*). El clima es mediterráneo de montaña, con sequía estival marcada y oscilaciones amplias en lo que a temperatura se refiere. Las precipitaciones varían mucho entre las zonas occidentales y la vertiente meridional

del macizo Central (más húmedas, llegando a unos 1500-2000 mm de precipitación) y los interfluvios y montañas septentrionales (más secas, situadas en zonas de sombra de lluvias, donde se recogen del orden de 600 mm).

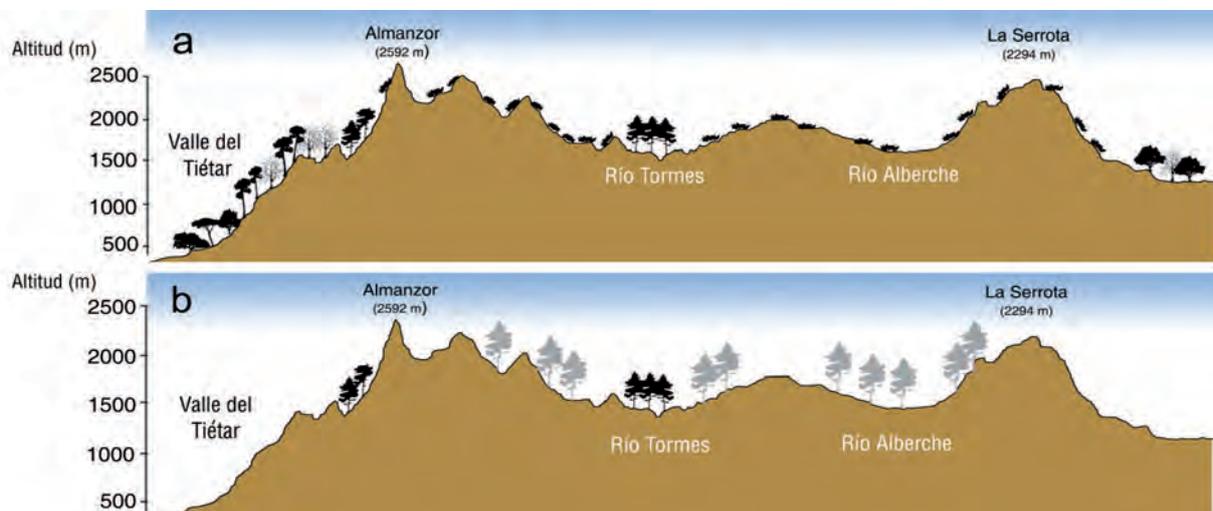
Una prospección exhaustiva de ambientes higroturbosos que ha sido realizada durante casi un decenio, ha permitido localizar más de 130 troncas, halladas en histosoles, prados húmedos, sistemas higroturbosos, turberas, e incluso lagunas y arroyos (Figs. 3, 4 y 5). De ellas, más de 90 megafósiles han sido indentificados como pertenecientes a pinos montanos (grupo *Pinus sylvestris-nigra*) y en algún yacimiento (como los de Hoyocasero y Hoyos del Espino) han sido halladas, ade-



Figura 1. Panorámica de la Sierra de Gredos. A la derecha, el municipio de Arenas de San Pedro (Foto: X. Dorrego Tarín)

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de megarrestos del sector central de la sierra de Gredos. Todas las muestras corresponden a muestras identificadas como *Pinus* del grupo *nigra/sylvestris*

Ref. Lab.	Localidad	Años BP	Años cal. BP	cal. AD/BC
Pta-9240	Navalacruz-Astillero	860 ± 20	780	1056-1224 DC
Beta-187347	Navalperal de Tormes-Garganta de Gredos	970 ± 60	880	970-1210 DC
Pta-9249	Hoyos del Espino-La Covacha	1090 ± 30	1020	893-1013 DC
Pta-9245	Navacepeda de Tormes-Cerro Triguero	1090 ± 50	1020	783-1026 DC
Beta-215652	Arroyo de Pinorredondo	1170 ± 40	1100	727-975 DC
Pta-9261	Hoyos del Espino-Regajo del Acarreo	1300 ± 60	1230	640-880 DC
Pta-9243	Navalperal de Tormes-Roncesvalles	1560 ± 35	1470	419-574 DC
Beta-208810	Hoyos del Collado	1670 ± 40	1600	254-530 DC
Pta-9231	Navadijos	1750 ± 45	1670	139-398 DC
Pta-9235	San Esteban del Valle	1815 ± 25	1770	128-312 DC
Pta-9247	Navacepeda de Tormes-Prado de la Casa	2085 ± 25	2060	177-43 AC
Beta-215651	San Martín del Pimpollar-Arroyo Arrovalle	2350 ± 40	2400	262-727 AC
Pta-9253	Garganta del Villar	2430 ± 15	2440	729-409 AC
Beta-187348	Serranillos	2440 ± 60	2530	760-400 AC
Beta-208822	Villafranca de la Sierra	2830 ± 60	2960	1190-840 AC
Beta-208812	Navalperal de Tormes-El Cervunal	4350 ± 60	4950	3330-2870 AC
Beta-208821	Hoyocasero-La Cañada	5630 ± 70	6420	4650-4340 AC



más, numerosas piñas de *Pinus sylvestris*. Además de los pinos, han sido localizados restos de sauces (probablemente *Salix atrocinerea*), *Quercus caducifolia* y *Populus* (que pueden corresponderse tanto con la especie de afinidad boreal *P. tremula* como con la riparia *P. nigra*).

Dado que cada uno de los yacimientos no aporta información secuencial, se realizaron un gran número de dataciones sobre los restos fósiles, lo que ha permitido tener una idea más o menos completa de la importancia biogeográfica del arbolado (y en concreto de los pinares) en la montaña de Gredos. Diecisiete data-



**Figura 3.** Toma de muestras de macrorrestos en la Garganta de Gredos (1745 m) datadas en  $970 \pm 60$  años BP (970-1210 cal DC) (Foto: Fernando Gómez-Manzaneque)



**Figura 4.** Prospección de troncas en la Garganta de Gredos (1745 m) datadas en  $970 \pm 60$  años BP (970-1210 cal) (Foto: Fernando Gómez-Manzaneque)



**Figura 5.** Ambiente higroturboso de la sierra de Gredos (Foto: Fernando Gómez-Manzaneque)



**Figura 6.** Tronca en el yacimiento de Navalsauz (1325 m) (Foto: JM. Mancebo)

ciones (Tabla 1) demuestran que, en su conjunto, el registro de pinos cubre los últimos 6500 años y que estuvieron distribuidos de manera generalizada por las cabeceras de los ríos Alberche y Tormes, el macizo de la Serrota y otras vertientes septentrionales del macizo central de Gredos (Fig. 2). Sin embargo, existe una ausencia de restos leñosos en la segunda mitad del último milenio, que es interpretado como el resultado de un proceso de deforestación antrópica a gran escala.

La evidencia paleobotánica constata una cierta estabilidad a largo plazo de los pinares en esta zona del centro peninsular, aunque en las montañas occidentales del sistema Central, otros informadores paleoecológicos han detectado cambios relacionados con variaciones climáticas. Los registros de megafósiles corroboran además otras evidencias paleopalinológicas que constatan la persistencia y estabilidad de los pinares en el Sistema Central durante los últimos 8500 años.

El papel del hombre mediante los procesos deforestadores a lo largo de los dos últimos milenios también es detectado, tanto en las secuencias polínicas del este como del oeste de la cordillera.

Las partes elevadas orientadas al sur también pudieron albergar masas de pinar que continuaron hasta quedar relegadas a los pies de *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra* que se encuentran hoy día dispersos en las mismas y que sufren una disminución severa en extensión por la ocurrencia de incendios. Actualmente, existen ejemplares de *Pinus sylvestris* y *P. nigra* que superan los trescientos años. La información paleoecológica refuerza, por tanto, la idea ya sugerida por algunos geobotánicos de que las masas que aún persisten constituyen restos de formaciones que fueron más extensas en un pasado reciente.

#### Más información

Maldonado *et al.* (2005), Rubiales *et al.* (2008)



# HAYA DE LA HERGUIJUELA

Sierra de Francia, Herguijuela de la Sierra, Salamanca  
Holoceno reciente

Se trata de un registro palinológico ( $40^{\circ} 27' 0''$  N,  $6^{\circ} 04' 45''$  O; 750 m s.n.m.) de edad desconocida, muy probablemente holoceno, basado en un testigo de 85 cm de sedimento arenoso con algunos niveles orgánicos y tomado directamente de un talud realizado con el fin de abrir una pista forestal en la zona. El sitio concreto se encuentra en el complejo Las Batuecas-Sierra de Francia (Fig. 1). El sedimento fue recogido en un área cercana a la bien conocida Haya de la Herguijuela, ejemplar de *Fagus sylvatica* único por no formar parte de un hayedo propiamente dicho y posiblemente remanente de un bosque de hayas que debió existir con anterioridad. El clima de la zona es predominantemente mediterráneo con una gran influencia atlántica y hasta 1200 mm de precipitación anual. Los inviernos son suaves y a pesar del estiaje veraniego, la

sequía no es tan acusada como la que cabría esperar para un sector continental de la Península Ibérica. La vegetación cercana al lugar de muestreo está formada por bosquetes de melojos, castaños y alisos así como repoblaciones de pinos y un matorral de sustitución. Destaca la presencia de un árbol monumental, el haya de la Herguijuela (Fig. 3).

A nivel palinológico (Fig. 2), la zona H1 (entre 85 y 65 cm) produce la mayor presencia arbórea con una ausencia general de indicadores antrópicos. Son dominantes *Pinus*, *Betula*, *Quercus robur* t. y *Quercus ilex*. Este espectro vegetal podría estar relacionado con una situación hídrica favorable y diferencias térmicas menos extremas que las actuales, que favorecerían la existencia de acebos, abedules, robles y pinos simultáneamente.



Figura 1. Valle de Batuecas en Herguijuela (Foto: E. Juárez)

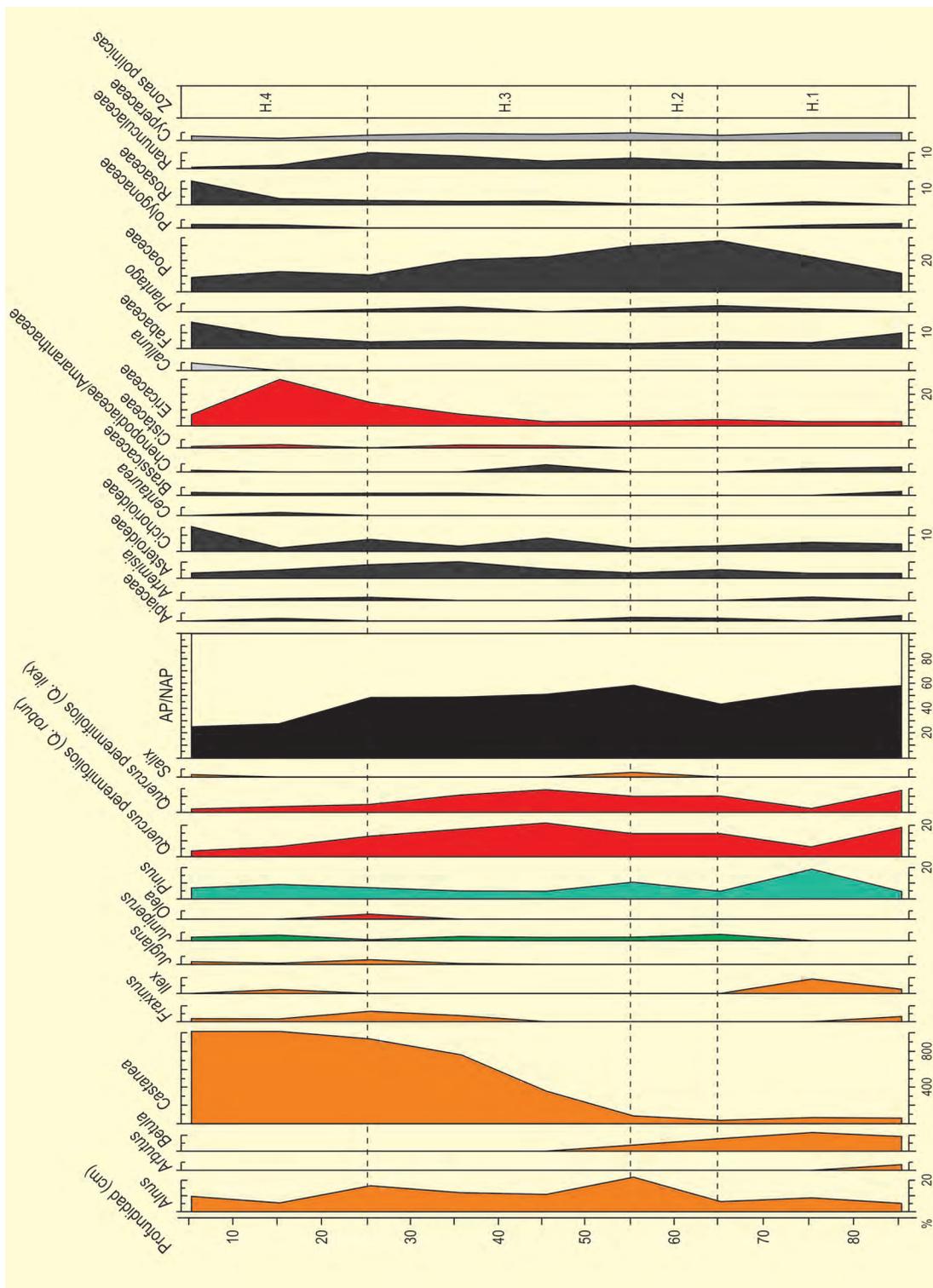


Figura 2. Diagrama polínico de la Hergujuela. Redibujado de Atienza Ballano (1996)

Durante la zona H2 (entre 65 y 55 cm), se expanden los bosques de *Quercus*, tanto perennifolios como caducifolios, y alisos mientras que los abedules descienden notablemente. Durante la zona H3 (55-25 cm), *Castanea* experimenta una gran expansión, mientras que los abedules retroceden casi totalmente. Otros ele-

mentos forestales como quercíneas y alisos se mantienen constantes. Paralelamente comienza un proceso de matorralización representado por el lento incremento en *Ericaceae*, *Chenopodiaceae* y *Asteraceae*. Si bien este proceso hacia una vegetación más arbustiva podría estar relacionado con temperaturas más frías,



Figura 3. Haya de la Herguijuela, árbol monumental (Foto: R. Cerezo Martín)

también se podría deber a un uso ganadero más intensivo que sería paralelo a la “frutalización” del monte por medio del cultivo deliberado del castaño.

Finalmente, la zona H4 (25-5 cm) muestra una acusada deforestación, con una representación de polen arbóreo muy por debajo de la situación del bosque actual. Solamente *Castanea* mantiene valores elevados, mientras que ericáceas, cistáceas, quenopodiáceas y géneros como *Artemisia* comienzan a extenderse. Sin descartar de nuevo el control climático, esta zona refleja un espectro polínico de bosque manejado, en condiciones bastante intensivas.

Se trata de una secuencia sin control cronológico, lo que dificulta enormemente la interpretación, sin embargo la dinámica es similar a la encontrada en otros lugares del interior Ibérico para el Holoceno tardío. Así,

en estas masas forestales, reflejo de una dinámica vegetal heredada de un periodo cálido y relativamente húmedo, coexisten abedules, pinos y acebos, sucedidos por formaciones de quercíneas, dando lugar finalmente a un bosque abierto donde el matorral y los crecientes valores de herbáceas, son el reflejo de la dinámica esperable para los últimos milenios.

Los autores resaltan la ausencia de granos de polen de *Fagus sylvatica* en el registro, aunque destacan la dificultad de contrastar la posibilidad de que hubiera habido bosques de hayas en esta zona en el pasado dado que su registro no cuenta con dataciones y consecuentemente no se puede deducir la antigüedad del registro.

#### Más información

Atienza-Ballano (1996)



# HINOJOS

Parque Nacional de Doñana, Sevilla  
Holoceno (5000-2800 años cal BP)

La secuencia polínica de Hinojos (S1; 36° 57' 36" N, 6° 23' 8" O; 1,5 m s.n.m.) se localiza en la parte central de la marisma del Parque Nacional de Doñana (Fig. 1), en la cual se obtuvo un registro sedimentario de 12 m de potencia, de los cuales de momento solo se han estudiado los 9 m inferiores, los cuales albergan una resolución excepcional para las edades del Cobre y del Bronce (2,4 años/cm).

Durante la Edad de Cobre o Calcolítico (5000-4200 años cal BP) (Tabla 1) la vegetación de la zona estaba dominada por la marisma baja (Fig. 2), es decir por aquella adaptada a condiciones hidrológicas de baja salinidad. La vegetación más característica estaría representada entonces por especies de Cyperaceae y Alismataceae, *Anagallis*, *Elatine*, *Hydrocotyle*, *Hypericum*, *Lotus*, *Lythrum*, *Myosotis*, *Ludwigia palustris*, *Isoetes*, *Phragmites*, *Typha angustifolia* y *T. latifolia*. Esta

vegetación marismeña estaría en relación con la existencia, por entonces, de un paleoestuario más o menos cerrado al mar, sin apenas influencia marina y preponderantemente alimentado por agua dulce; lo que permitiría, asimismo, el desarrollo de una flora macrofítica acuática y sumergida poblada por *Callitriche* y *Myriophyllum alterniflorum*, así como por especies de hojas flotantes como Hydrocharitaceae, *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, Potamogetonaceae, *Ranunculus* y *Riccia*. Las zonas con aguas algo más salinas, en cambio, estarían pobladas por macrófitos flotantes como *Lemna*, y sumergidos caso de *Ruppia* y *Zannichellia*. En las zonas exteriores de la paleolaguna, con mayor concentración de sal en superficie, prosperarían elementos de la marisma alta (*Artemisia*, Amaranthaceae, *Armeria/Limonium*, Apiaceae, *Frankenia*). La escasa presencia de microfósiles no polínicos (NPPs) indicativos de influencia marina (dinoflagelados) corroboraría lo antes comentado, se-



Figura 1. Parque Nacional de Doñana (Foto: Santiago Fernández Jiménez)

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la marisma de Hinojos (López Sáez *et al.* 2018)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
D-AMS 006934	200	3053 ± 22	2966-2416
D-AMS 006935	360	3153 ± 29	3136-2606
Beta-288897	580	3560 ± 40	3598-3048
D-AMS 006936	850	4286 ± 30	4544-3962
Beta-288898	1000	4560 ± 40	4891-4347

ñalando, no obstante, la existencia de mosaicos de vegetación relacionados con la organización espacial de la marisma según el gradiente de salinidad.

Entre 4560 y 4450 años cal BP, un evento marino de alta energía (EWE-1) alcanzó la marisma, lo cual queda documentado por un aumento de NPPs relacionados con una mayor influencia marina (dinoflagelados y foraminíferos), procesos erosivos (*Glomus*, *Pseudoschizaceae*) y un mayor aporte de arenas al sedimento, así como de *Ruppia*, y por el descenso de los macrófitos (flotantes y sumergidos) típicos de aguas dulces. Este evento apenas tuvo una influencia puntual sobre el poblamiento calcolítico del entorno de Doñana, ya que a lo largo de todo este periodo se documentan tanto actividades agrícolas (polen de cereal) como pastoriles (elevados porcentajes de hongos coprófilos como *Chaetomium*, *Sordaria*, *Cercophora*, *Sporormiella*, *Coniochaeta*, *Podospora*). Tras el evento, la vegetación marismeña volvió a estar dominada por la marisma baja.

Entre 5000 y 4200 años cal BP, el bosque más característico de Doñana durante el Calcolítico fue el "monte negro", una formación forestal dominada por alcornoques (*Quercus suber*), y pinos piñoneros (*Pinus pinea*) en dunas estabilizadas, junto a acebuches, labiérnagos, retamas, brecinas y helecho águila. En su faciación más higrófila incluiría madroños, mirtos, brezos, zarzaparrilla y madrevela; mientras que en la xerófila dominarían efedras, torvisco, coscojas, etc. La abundancia, en este marco crono-cultural, tanto de herbáceas antrópico-nitrófilas como antropozoógenas, sería reflejo de un impacto humano reseñable sobre los ecosistemas marismeños, que queda además corroborado por la abundancia de partículas de micro y macrocarbones.

La transición entre las edades de Cobre y Bronce, entre 4200 y 4000 años cal BP, marcó un umbral en la

historia paleoecológica de Doñana. En apenas unos siglos el paleopaisaje cambió drásticamente. La marisma baja se redujo enormemente, mientras que la marisma alta tuvo un auge espectacular. Desaparecieron la mayor parte de los macrófitos propios de agua dulce y en cambio aumentaron las poblaciones de aquellos relacionados con aguas más salinas. Los NPPs indicativos de influencia marina, procesos erosivos y sedimentos con mayor contenido en arena también aumentaron significativamente. Desaparecieron las evidencias de actividades agrícolas y ganaderas y se redujo ostensiblemente el impacto humano, según refleja el descenso porcentual de herbáceas nitrófilas y antropozoógenas, e incluso de las partículas de carbón. A nivel forestal, el monte negro sufrió una reducción muy importante, salvo su faciación xerófila que se desarrolló más al igual que el monte blanco (enebrales, lentiscales, jarales, cantuesales, jaguarzales). Todos estos datos, en su conjunto, pueden ser puestos en correlación con dos hechos concomitantes. Por un lado, el advenimiento de un evento climático abrupto conocido como evento 4,2 ka cal BP, de características áridas. De otro, la ocurrencia de un nuevo evento marino de alta energía (EWE-2), un tsunami que alcanzaría la marisma introduciendo en ella agua de mar. El efecto combinado de ambos no solo desestabilizó los ecosistemas marismeños, sino que probablemente también destruyó algunos de los asentamientos aquí establecidos, provocando, en último término, grandes cambios en la configuración geomorfológica de Doñana.

A posteriori, entre 4000 y 3500 años cal BP, en la Edad de Bronce inicial, se recuperaron las condiciones previas, pasando a estar dominada de nuevo la vegetación por la marisma baja y los macrófitos propios de agua dulce, y los bosques por el monte negro. El bosque ripario tuvo entonces un auge significativo, poblándose de alisos, fresnos, chopos, sauces, tarays, e incluso



vid silvestre. Lo más importante de este periodo es que desapareció todo vestigio de impacto humano, como resultado del abandono de los asentamientos previos del Calcolítico, trasladándose gran parte de dicha población a zonas del interior en la Sierra de Aracena e incluso a algunos territorios del sureste peninsular, aunque algunos pequeños asentamientos permanecieron en la periferia de la marisma, pero de poca entidad.

Un nuevo evento marino de alta energía (EWE-3) es detectado en el registro de Hinojos entre 3500 y 3435 años cal BP, provocando de nuevo la reducción de la marisma baja a favor de la marisma alta, y la aparición de NPPs indicativos de influencia marina y procesos erosivos. Tras dicho evento, entre 3435 y 3185 años cal BP, la marisma alta empieza a tomar mayor protagonismo entre la vegetación marismeña, en detrimento

de la marisma baja; a la vez que el monte negro tiende a reducirse y el monte blanco a experimentar mayor desarrollo; todo ello como consecuencia de una tendencia climática hacia condiciones cada vez más áridas. Posteriormente, otro evento marino de alta energía (EWE-4) es documentado entre 3185 y 3140 años cal BP, repitiendo las condiciones del anterior. Tras él, durante el Bronce final pre-fenicio, el impacto humano se incrementa ostensiblemente en Doñana, aumentando las herbáceas antrópico-nitrófilas y antrozoógenas, reapareciendo el polen de cereal y los hongos coprófilos, así como nuevos procesos de incendio de origen antrópico. Esta dinámica antrópica provocó el declive progresivo del monte negro y el monte blanco.

#### **Más información**

López Sáez *et al.* (2018)



# IBIZA

Ibiza

Holoceno (8000 años cal BP – actualidad)

Presentamos aquí los resultados de dos sondeos palinológicos en la zona húmeda de Ses Feixes en las proximidades de la ciudad de Ibiza. El sondeo de Prat de Ses Monges (PSM<sub>1</sub>) se realizó en la playa de Talamanca (38° 55' 01" N, 01° 27' 08" E). El sondeo de Prat de Vila (TP<sub>1</sub>), se realizó en las proximidades de la zona portuaria de la bahía de la ciudad de Ibiza (38° 54' 57" N, 01° 26' 06" E) (Figs. 1 y 2).

El clima actual de la isla es típicamente mediterráneo, con una temperatura media de 19,9 °C y un régimen de precipitaciones muy estacional que se mueve entre los 400-600 mm anuales. Ses Feixes constituye la segunda zona húmeda en importancia de Ibiza, después de Ses Salines. Se trata de una amplia marisma dividida en las zonas de Prat de Vila y Prat de Ses Monges, con aguas dulces y semisalobres que, junto a zonas de cultivo, de pastoreo, comunidades de salicor-

nia y cañas, proporciona una gran diversidad de fauna y flora.

El sondeo de Prat de Ses Monges (Fig. 5, Tabla 1), de 6,85 m de profundidad, descansa sobre una base de arcillas rojas compactadas. El resto del testigo está formado fundamentalmente por limos y arcillas muy orgánicas, con algún nivel negro turboso y abundancia de fauna malacológica. El conjunto polínico del testigo (Yll *et al.* 2009), que arranca hacia los 7300 años cal BP, se caracteriza por la importancia de *Pinus* durante toda la secuencia, pero especialmente a partir de la zona intermedia, donde llega a valores del 60%. El resto de árboles y arbustos (*Quercus*, *Juniperus* y *Corylus*), que hasta 4200 años cal BP aproximadamente tienen gran importancia, se retiran poco a poco del paisaje a partir de este momento, dejando paso a los pinares. De cualquier manera, la zona de Prat de Ses Monges tiene unas caracte-



Figura 1. Localización de los sondeos realizados en Ibiza: Prat de Vila (TP<sub>1</sub>) en la Bahía de Ibiza y Prat de Ses Monges (PSM<sub>1</sub>) en la playa de Talamanca (Foto: Google-Earth modificada)

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Prat de ses Monges (Ibiza). La edad calibrada (CALIB 6.0; Stuiver *et al.* 1998, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2  $\sigma$ ). Todas las dataciones se han realizado sobre muestras de sedimento orgánico

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Poz-25019	116	790 $\pm$ 30	757	AMS
Poz-25021	678	6220 $\pm$ 40	7196	AMS



**Figura 2.** Sondeando en una de las zonas de Ses Feixes (Foto: M. Marí)

terísticas algo más húmedas que la zona occidental, de manera que, mientras aquí se observa una disminución de los taxones mesófilos como *Corylus* y el aumento de los pinares, en Prat de Vila se detecta desde momentos algo anteriores un aumento de los prados secos, la colonización de las halófilas y el descenso del nivel de inundación de la marisma.

Hasta momentos medievales (700 años cal BP) la vegetación se mantiene relativamente estable y a partir de este momento la presión antrópica provocada por la ocupación cristiana reduce drásticamente las extensiones forestales y de arbustos que son reemplazadas por prados de gramíneas y compuestas, hasta entonces con valores muy estables durante toda la secuencia. En la parte inferior del diagrama (Fig. 5) las especies salinas dominan claramente los valores herbáceos, mientras que en la mitad superior son sustituidas por dulceacuícolas, especialmente ciperáceas, plantagináceas y espadañas.

La secuencia de Prat de Vila (Fig. 6) presenta una potencia de 7 m y sobre ella se han realizado tres dataciones (Tabla 2) en su parte superior, a partir de las cuales se ha podido extrapolar una edad que cubre gran parte del Holoceno (Yll *et al.* 2009). El testigo muestra una detallada secuencia con cuatro ciclos sedimentarios principales que comprenden un gran abanico de texturas y facies: niveles de arenas aluviales, coluviones, niveles de turba, niveles ricos en materia orgánica, niveles palustres, de laguna litoral y transgresivos con gravas.

Las zonas principales se han definido básicamente en función del comportamiento diferencial de los árboles. Hasta los 6200 años cal BP aproximadamente, *Pinus* y *Quercus*, con importantes valores de caducifolios, dominan el diagrama (Fig. 6). En la zona siguiente, (3500 años cal BP aproximadamente) el porcentaje de los taxones arbóreos continúa siendo

**Tabla 2.** Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Prat de Vila (Ibiza)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Poz-23489	102	2210 ± 30	2238	AMS
Poz-23372	263	3415 ± 35	3808	AMS
Poz-23490	269	3445 ± 35	3731	AMS

**Figura 3.** *Plantago crassifolia*, polen localizado en la secuencia de PSM1 (Foto: Francesc Burjachs)**Figura 4.** Microfotografía de foraminífero localizado en PSM1 (Foto: Riker Yll)

importante, descendiendo paulatinamente los *Quercus* perennifolios.

En la mitad superior del diagrama hay valores discretos de *Quercus* perennifolios y algunos taxones de ribera (*Ulmus*, *Tamarix* y *Salix*). En el momento final desaparecen las curvas de *Quercus* caducifolios y *Corylus*, y las señales de *Fagus* y *Betula*.

Los pinos tienen un comportamiento discreto a lo largo de toda la secuencia excepto en la zona intermedia del diagrama, cuando parece que toman un cierto protagonismo en la vegetación de la isla. A partir de este punto se detecta una progresiva sustitución de los taxones mesófilos y caducifolios por los esclerófilos y más xéricos. La dinámica de los taxones arbustivos acompaña a la de los arbóreos y registra también su descenso más pronunciado al final de esta fase. Los taxones herbáceos presentan una diversidad notable y a partir de esta zona central experimentan un fuerte ascenso, gracias especialmente a las gramíneas, dominando toda la parte superior del diagrama hasta momentos subactuales.

En cuanto a las condiciones locales, durante la fase más antigua, entre la base y 6200 años cal BP aproximadamente, el medio era muy salobre con una vegetación alrededor de la bahía formada especialmente por especies templadas y húmedas, donde los pinares eran la formación más extendida, pero también con importantes encinares mixtos y reductos importantes de vegetación más húmeda como *Corylus*. La siguiente fase, entre 6200 y 4000 años cal BP aproximadamente, continúa con un ambiente salobre pero con menos dinoflagelados y quenopodiáceas y cierto aumento de algas de agua dulce (*Gloeotrichia*) y hepáticas (*Riccia*). Es en este momento cuando se observa la mayor extensión de árboles caducifolios. A continuación, hasta los 1600 años cal BP, las condiciones ambientales muestran una progresiva xericidad, lo que provoca la disminución de árboles y arbustos, una mayor presencia de pinos a nivel general y una reducción de las áreas inundadas. Entre 1600 y 700 años cal BP y a pesar de coincidir con los momentos de dominio vándalo, bizantino y musulmán y hasta el inicio de la presencia cristiana, la zona no muestra un impacto antrópico destacable y

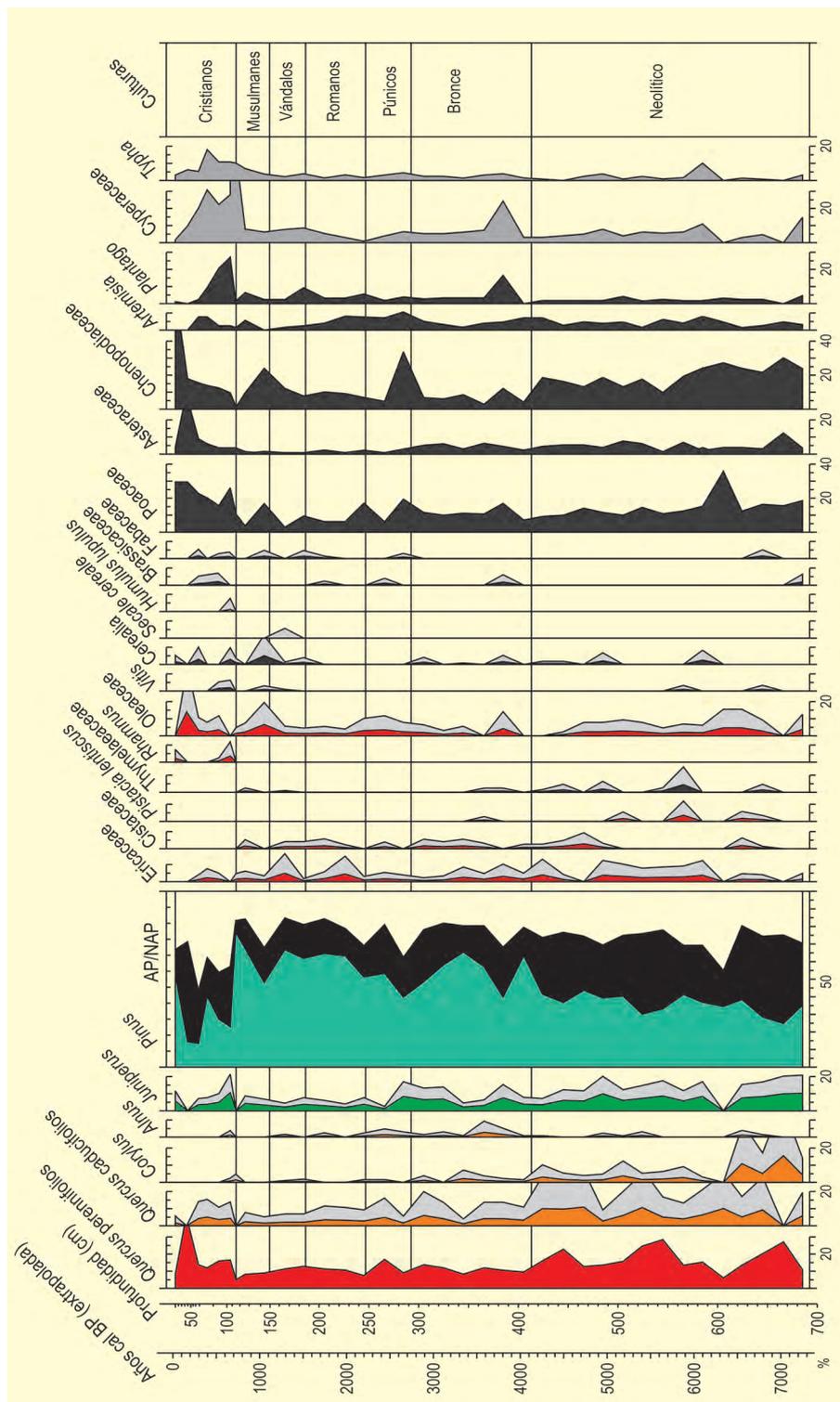


Figura 5. Diagrama polínico de Prat de Ses Monges. Recibujado de Yll et al. (2009)

se observa un aumento de los prados secos y las comunidades halófilas, reduciéndose el nivel de inundación de la zona.

En la zona marismática de Prat de Vila, la dinámica establecida ha ido siempre ligada a las oscilaciones cli-

máticas y fundamentalmente a la aportación de agua de los riachuelos y fuentes cercanos. La irregularidad de estas aportaciones hídricas es también lo que provoca las avenidas, sequías e inundaciones que quedan registradas a lo largo de toda la secuencia y que convierten Ses Feixes en una zona de gran inestabilidad.

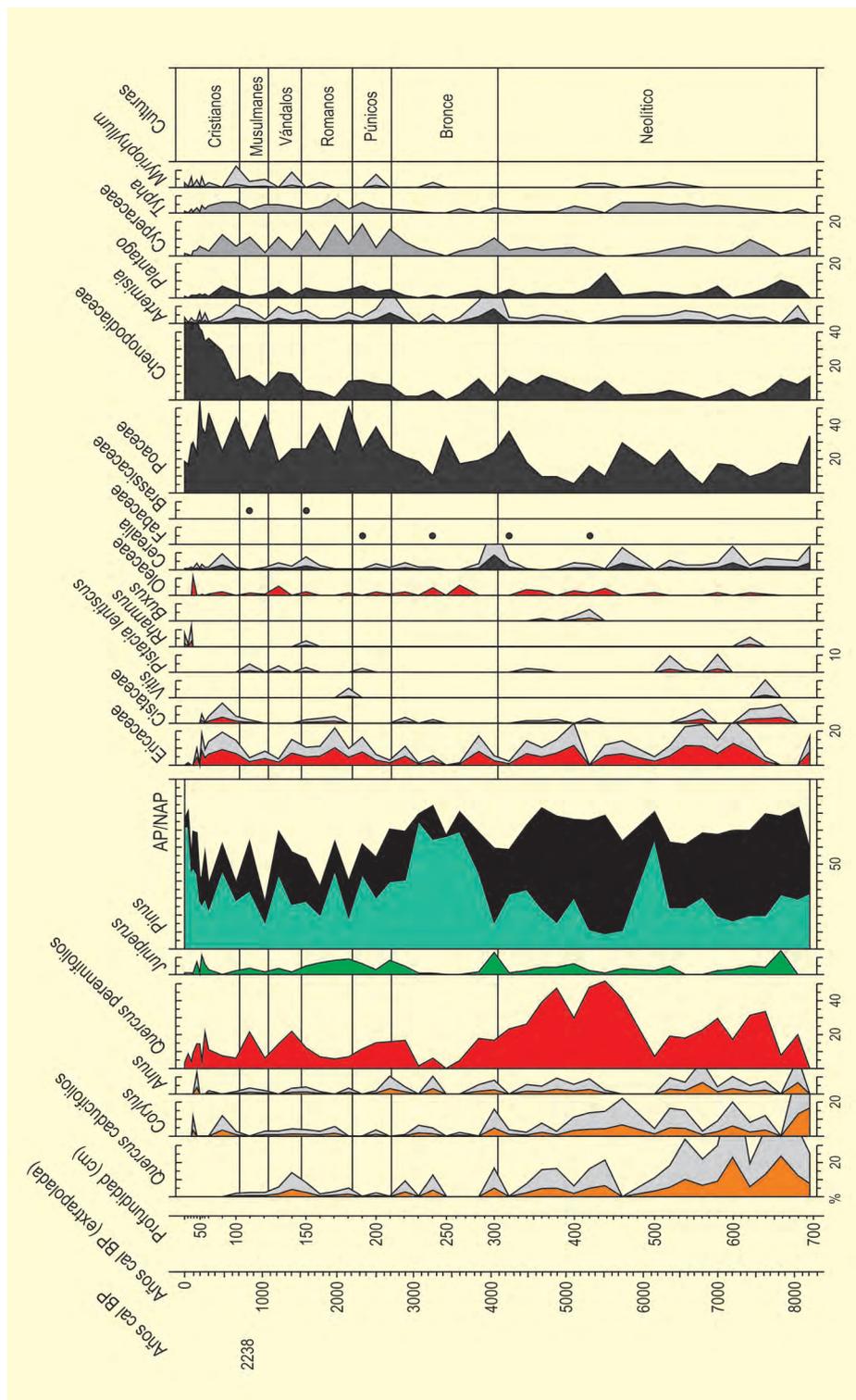


Figura 6. Diagrama polínico de Prat de Vila. Redibujado de Yll et al. (2009)

A inicios de la última fase, documentada en el siglo XVII, es cuando se conforma el paisaje actual de Ses Feixes. Los análisis del registro sedimentario detectan un aumento de las esporas de hongos, influencia creciente de la acción antrópica y reducción drástica de la superficie húmeda. Probablemente a partir de este momento una

gran parte de Prat de Vila queda relegada a zona de pastoreo, mientras que la zona agrícola se desarrollaría preferentemente en Prat de Ses Monges. En ese momento los únicos árboles que conforman el paisaje están representados por *Pinus* y *Quercus* perennifolia y solo los primeros, junto a los olivos, llegan hasta nuestros días.

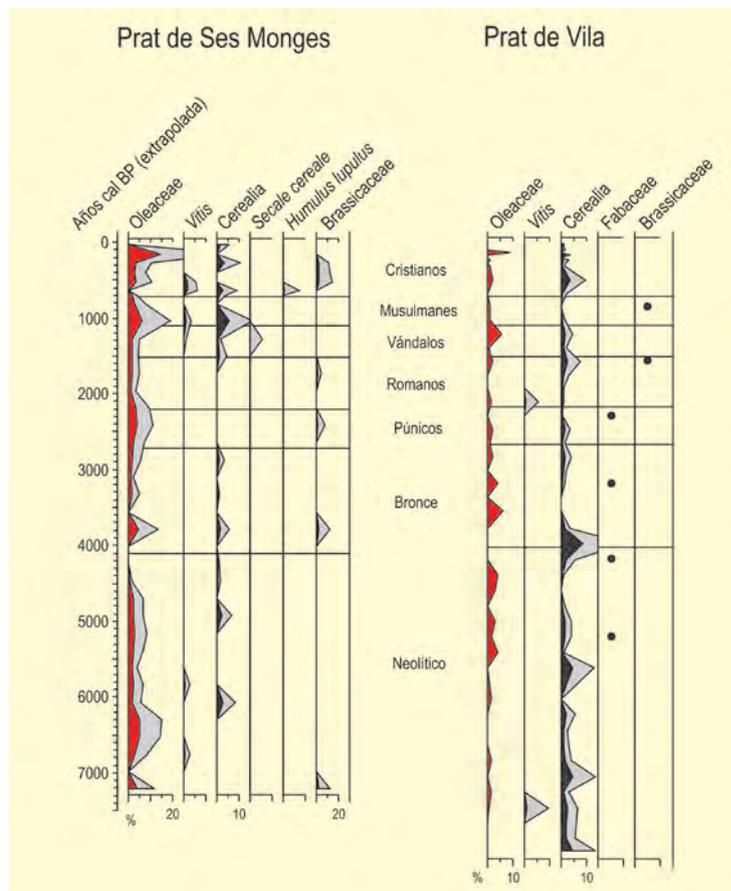


Figura 7. Comparación diacrónica de taxones potencialmente cultivados en Prat de Ses Monges y Prat de Vila. Redibujado de Yll *et al.* (2009)

Mientras que en Prat de Vila y debido a diversos factores biogeográficos, las consecuencias de la antropización no se detectan más que hasta hace unos siglos, en Prat de Ses Monges, desde 2000 años cal BP aproximadamente y coincidiendo con el inicio de la colonización púnica, se constata la presencia de curvas continuas de taxones, muy probablemente ligados a cultivos (leguminosas...) y la extensión de prados dedicados al pastoreo en un momento de máxima disponibilidad hídrica en la zona (valores máximos de ciperáceas, espadañas y berros) (Fig. 7). La máxima presencia y diversidad de cultivos se da en Prat de Ses

Monges cuando Ses Feixes están ya plenamente configuradas y estructuradas. Este hecho comienza en época musulmana, pero es con la dominación cristiana de la isla, que comienza en el año 1235, cuando llega a su máximo esplendor.

Las secuencias de Prat de Ses Monges (PSM<sub>1</sub>) y Prat de Vila (TP<sub>1</sub>) significan la constatación definitiva de la existencia en la isla de Ibiza de comunidades con *Quercus*, tanto perennifolios como caducifolios, ya desde el Holoceno inicial y acaba, por tanto, con el debate sobre el carácter autóctono o no de estas especies. En general, y tal como encontramos en Mallorca y Menorca, pero en un ambiente más xérico y de manera más paulatina, se constata la sustitución durante el V milenio BC de las especies arbóreas y arbustivas de carácter mesófilo por otras con menor requerimiento hídrico y, a nivel local, se produce el paso de condiciones salinas hacia aguas dulces, mientras aumenta la antropización del medio. El carácter más meridional de las Pitiusas y el conjunto de sus características biogeográficas hicieron que desde principio del Holoceno, se instaurase una vegetación más adaptada a las lluvias escasas e irregulares, haciendo que las consecuencias de ese cambio climático, muy evidente en muchas zonas mediterráneas, fuera aquí menos apreciable.

La palinología de estas secuencias permite también observar la extinción insular de los robles, alisos y avellanos.

La palinología de estas secuencias permite también observar la extinción insular de los robles, alisos y avellanos.

#### Más información

Yll *et al.* (2009)



# IBÓN DE LAS RANAS

Pirineo aragonés, Jaca, Huesca  
Holoceno

**E**l Ibón de las Ranas, o Ibón de Escalar, es un lago de origen glaciar que se localiza en la cabecera del río Aragón y más concretamente en el valle de Astún, en el Pirineo aragonés ( $42^{\circ}49' 23''$  N,  $00^{\circ} 30' 17''$  O). Este lago pirenaico (Figs. 1 y 2) está emplazado en una cubeta de sobreexcavación glaciar a 2078 metros de altitud. La cuenca de alimentación es muy reducida. En la actualidad, el ibón se encuentra en plena fase de colmatación y la lámina de agua apenas alcanza los 3 metros de espesor. El entorno geológico del lago está constituido por materiales paleozoicos del Carbonífero. El sustrato está formado por las areniscas y pizarras del Carbonífero inferior, mientras que en las paredes de la cubeta afloran algunos niveles del Carbonífero superior formados por calizas.

La vegetación alrededor de la zona de estudio está ampliamente controlada por los elementos geológicos previamente descritos, de modo que domina el prado alpino de inclinación acidófila formado por *Festuca eskia*, *Trifolium alpinum*, *Festuca nigrescens*, *Alchemilla plicatula*, *Plantago alpina*, *Carex sempervirens* y *Nardus stricta*. En las zonas poco profundas del lago crece una banda de *Sparganium* que casi llega a rodearlo.

La secuencia sedimentaria del Ibón de las Ranas que constituye el material de trabajo principal de la reconstrucción paleoecológica llevada a cabo por Montserrat-Martí en su tesis doctoral (1992), está formada por 3 unidades litológicas principales. Los primeros 4,40 metros desde el techo consisten en un sedimento lacustre



Figura 1. Ibón de las Ranas o Ibón Escalar (Foto: JL. Urbieta)



Figura 2. Vista aérea de Ibón de las Ranas o Ibón Escalar (Foto: C. Sarasa)

negro, muy homogéneo y carente de laminación. Este material sedimentario se asienta sobre un estrato de arcillas azules, las cuales representan el sedimento característico de la época glacial en los lagos del Pirineo. La base de la secuencia consta de gravas heterométricas que posiblemente corresponden al *till* basal que dejó el glaciar en su retroceso.

La cronología del Ibón de las Ranas es relativa y se basa únicamente en la interpretación de la secuencia sedimentaria, ya que en el momento de la presentación de la tesis doctoral llevada a cabo por Montserrat-Martí se habían realizado 3 dataciones radiocarbónicas en las arcillas azules que no se publicaron por considerarse resultados provisionales. Al ser las arcillas azules el sedimento característico de la época glacial, la unidad sedimentaria lacustre que se dispone inmediatamente encima de ella se consideró exclusivamente de época Holocena. La homogeneidad sedimentológica de esta unidad hizo presuponer que no debieron producirse cambios importantes en la dinámica de la cuenca hidrológica y que la tasa de sedimentación debió ser bastante constante a lo largo del tiempo. Con estas presunciones se adoptó un modelo cronológico basado

en la interpolación lineal que asigna una edad entre 0 y 10000 años a los 4,4 metros de sedimento lacustre.

La cronología de los acontecimientos holocenos más importantes deducida a partir de este modelo de edad coincide con bastante exactitud con la evolución de otras secuencias polínicas cercanas (Ibón de Tramacastilla y Paúl de Búbal) estudiadas también por Montserrat-Martí y que conformaron la tesis doctoral del mismo. A este respecto, cabe destacar que se observan desfases negativos en la evolución de los eventos del Holoceno temprano entre la secuencia polínica del Ibón de las Ranas y aquellas situadas a cotas altitudinales más bajas (Ibón de Tramacastilla y Paúl de Búbal). Sin embargo, hay una buena correspondencia entre los acontecimientos registrados en la parte media o superior de la secuencia. El desfase mencionado se calculó en unos 500 años y fue atribuido a la compactación de la secuencia sedimentaria en su base.

El comienzo de la secuencia polínica del Ibón de las Ranas (>10000 años BP) registra la transición de una vegetación dominada por *Juniperus* y taxones herbáceos como *Artemisia*, *Poaceae* y *Chenopodiaceae*, hacia el

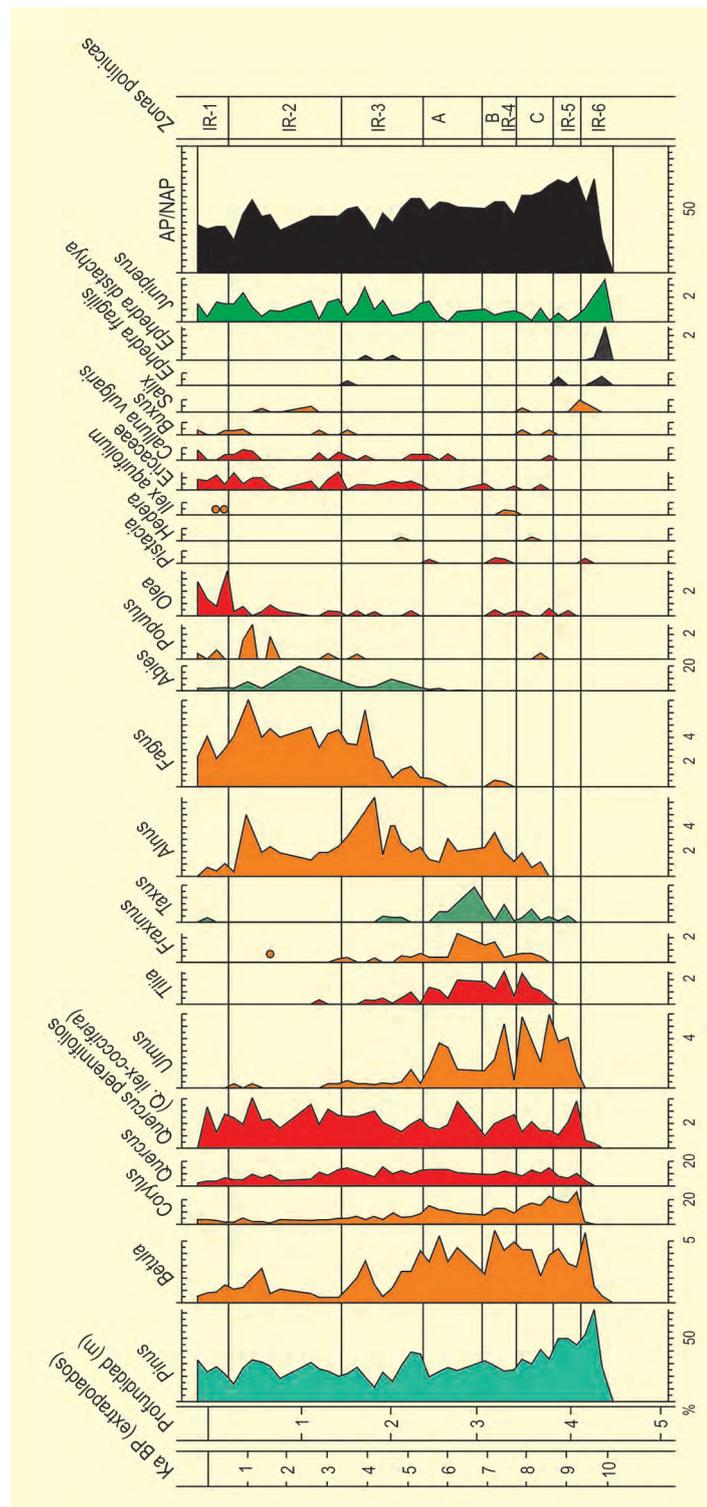


Figura 3. Diagrama polínico de la secuencia de Ibón de las Ranas. Redibujado de Montserrat-Martí (1992)

comienzo del desarrollo de ciertas especies forestales que habitualmente ejercen de pioneros colonizadores en el Pirineo como *Pinus*, *Corylus* y *Betula*.

A partir del año 9100, según el modelo de edad relativo establecido por el autor, los taxones arbóreos se convierten en dominantes y los herbáceos alcanzan sus

valores mínimos. El espectro arbóreo desde este momento hasta aproximadamente 8500 años BP, está claramente marcado por el dominio de *Corylus* y de *Pinus*, acompañados por *Betula*, *Quercus* y *Ulmus*. Durante este periodo (9000 años BP) se registra la máxima concentración polínica de la secuencia. Este hecho se interpreta, no solo como una compactación del sedi-

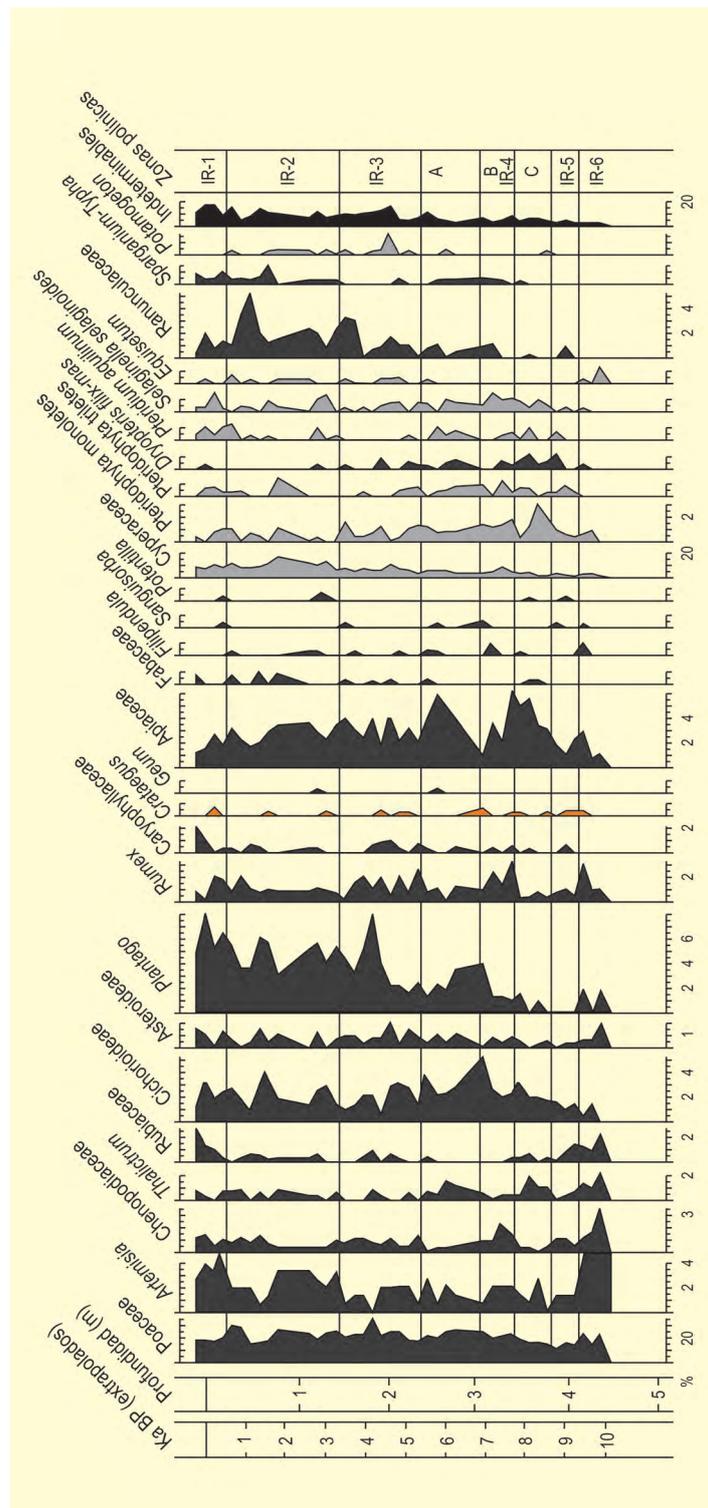


Figura 3. Continuación

mento en la base del sondeo, sino como un aumento altitudinal del límite del bosque debido a una mejora en las condiciones climáticas.

A diferencia de la secuencia polínica de Tramacastilla, situada un poco más al este (valle del río Gállego) donde dominan *Betula* y *Quercus* sobre *Corylus*, el do-

minio de *Corylus* en el ibón de las Ranas (valle del río Aragón) durante el Holoceno inicial permite suponer que el aporte polínico en este lago pirenaico estaba controlado por las masas forestales occidentales de carácter húmedo. Un trabajo posterior llevado a cabo en la turbera de El Portalet (González-Sampérez *et al.* 2006), próxima al área de estudio, confirma esta ten-

dencia en la que *Corylus* es el taxón dominante en el desarrollo forestal del comienzo del Holoceno. González-Sampériz y colaboradores proponen, además de la influencia atlántica de la zona, la altitud de los sitios (próxima a los 2000 m s.n.m. tanto en el Ibón de las Ranas como en El Portalet) como factor limitante para el dominio de *Quercus* que se registra en el Ibón de Tramacastilla (1668 m s.n.m.) durante este periodo.

A partir de este momento (8500 años BP) tanto *Corylus* como *Quercus* se convierten en los taxones arbóreos dominantes del espectro polínico y al margen de *Pinus* que, aunque sigue siendo el mayoritario, disminuye sus porcentajes considerablemente a la vez que comienza el desarrollo de *Alnus*, *Taxus*, *Tilia* y *Fraxinus*. Una vez más, la diferencia en los porcentajes de *Alnus* entre el Ibón de las Ranas y el de Tramacastilla, mucho mayores en el primero, permite sospechar que la influencia regional en este lago procede principalmente de la vertiente atlántica, seguramente favorecida por la baja altitud relativa de la zona axial en este sector.

Hasta hace aproximadamente 5500 años antes del presente, el desarrollo del bosque caducifolio anteriormente comentado coincide con el incremento de Poaceae, Apiaceae y Cyperaceae dentro del espectro herbáceo. Según Ellenberg (1988) en climas continentalizados el límite del bosque se sitúa a mayor altitud que en regiones con clima oceánico. Esta hipótesis sirve para explicar el importante descenso en la concentración polínica que se observa durante este periodo (8500-6000 años BP), según la cual el aumento de la humedad total favoreció el descenso del límite del bosque (oceanización del clima) y la expansión de

*Quercus* y del bosque caducifolio en detrimento de *Pinus*.

El desarrollo de *Abies* y *Fagus* hace 5500 años BP se corresponde con la disminución de *Corylus* y *Betula* y otros taxones arbóreos, culminando hace 700 años con la total desaparición en el diagrama polínico de *Taxus*, *Fraxinus*, *Ulmus* y *Tilia*. Durante este periodo también se observa un importante incremento de *Juniperus*, Cyperaceae, Ranunculaceae y *Plantago*, así como una presencia cada vez más continua de *Olea/Phillyrea*.

En el Ibón de las Ranas, la cronología de la expansión de *Abies* primero y de *Fagus* después, concuerda con la historia conocida para estos dos taxones en el Pirineo, según la cual, el deterioro climático de la transición 6000-5000 años BP propició el ascenso de *Abies* en altitud en busca de condiciones de mayor humedad, y un cambio posterior de las condiciones climáticas junto con el comienzo de la acción antrópica en los bosques pirenaicos, favorecieron la expansión del haya (Reille 1991, Jalut *et al.* 1992).

Los últimos 700 años están caracterizados por una tendencia marcadamente decreciente de todos los taxones arbóreos, excepto de *Olea/Phillyrea* que alcanza su máximo en la secuencia. La disminución de los porcentajes relativos de los taxones arbóreos va acompañada por valores bajos de la concentración absoluta, lo que podría significar la destrucción del piso subalpino en tiempos recientes y la ampliación del pasto alpino.

#### Más información

Montserrat-Martí (1992), González-Sampériz *et al.* (2006)



# IBÓN DE MARBORÉ

Pirineo aragonés, Huesca  
Holoceno (9500 años cal BP – actualidad)

El ibón de Marboré ( $42^{\circ}41'44''$  N,  $0^{\circ}2'24''$  E, 2612 m s.n.m.) es un lago de origen glaciar localizado dentro del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Huesca). Se sitúa en el circo de Marboré y se encuentra delimitado por el Pico Tucarroya (2818 m s.n.m.) al norte y el Monte Perdido (3355 m s.n.m.) y el Cilindro de Marboré (3328 m s.n.m.) al sur, junto con los restos glaciares del Monte Perdido (Fig. 1). Hoy en día no existe conexión hidrológica entre el glaciar y el ibón ya que están separados por un umbral topográfico. El circo se abre hacia el este y termina en el balcón de Pineta en forma de valle colgado al valle de Pineta. Geológicamente, el ibón de Marboré se sitúa sobre areniscas del Cretácico superior (Formación Areniscas de Marboré). Las dimensiones del lago son aproximadamente de 500 m de largo y 200 m de ancho. La lámina de agua alcanza los 30 m en su punto más profundo.

El clima de la zona es de tipo alpino. Los datos climáticos de la estación más cercana (refugio de Góriz, 2200 m s.n.m.) muestran una temperatura media anual de  $4,9^{\circ}\text{C}$ . Enero es el mes más frío con una temperatura media de  $-0,7^{\circ}\text{C}$  y julio el mes más cálido con una temperatura media de  $13^{\circ}\text{C}$ . Aplicando un gradiente de temperatura de  $-0,55^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ , la temperatura media anual a cota del ibón de Marboré sería de unos  $2,7^{\circ}\text{C}$ . La precipitación media anual ronda los 2000 mm. El lago permanece helado de media unos 9-10 meses al año, desde noviembre-diciembre hasta mediados de julio-agosto.

En cuanto a la vegetación a nivel regional, el piso montano está dominado por bosques mixtos caducifolios con especies tales como *Corylus avellana* (avellano), *Betula pendula* (abedul), *Sorbus aucuparia* (serval de los



Figura 1. Panorámica del ibón de Marboré con el glaciar del Monte Perdido al fondo

**Tabla1.** Dataciones radiocarbónicas AMS  $^{14}\text{C}$  del registro de Marboré. Las edades en cursiva fueron descartadas en la elaboración del modelo de edad

Ref. Lab.	Muestra	Prof. (cm)	Años BP (AMS)	Años cal. BP (2 $\sigma$ )	Años cal. BP (media)
-	MAR11-1G-1A-4 cm 6-FirstPbpeak	4	-16 $\pm$ 2,76	-	-16
-	MAR11-1G-1A-4 cm 14-SecondPbpeak	14	89 $\pm$ 7,62	-	89
D-AMS 1217-203	MAR11-1A-1U-1 cm 8-10	-	5771 $\pm$ 46	-	-
D-AMS 001189	MAR11-1A-1U-1 cm 39-41	37,2	2514 $\pm$ 25	353-435	383
D-AMS 1217-204	MAR11-1A-1U-2 cm 53-56	91,4	3611 $\pm$ 28	1275-1340	1300
D-AMS 001190	MAR11-1A-1U-2 cm 142-144	195,4	4820 $\pm$ 28	2707-2765	2742
D-AMS 1217-205	MAR11-1A-1U-3 cm 27-30	-	5853 $\pm$ 30	-	-
D-AMS 1217-206	MAR11-1A-1U-3 cm 71-74	286,1	5675 $\pm$ 31	3632-3828	3704
D-AMS 001191	MAR11-1A-1U-3 cm 102-104	325,5	6294 $\pm$ 39	4429-4646	4554
D-AMS 1217-207	MAR11-1A-1U-4 cm 17-21	402,2	7464 $\pm$ 55	5909-6129	6000
D-AMS 001192	MAR11-1A-1U-4 cm 88-90	480,1	8447 $\pm$ 39	7006-7133	7111
D-AMS 1217-208	MAR11-1A-1U-4 cm 139-141	537	9787 $\pm$ 43	8305-8427	8376
D-AMS 001193	MAR11-1A-1U-5 cm 27-29	596,1	10852 $\pm$ 47	9525-9689	9583
D-AMS 001194	MAR11-1A-1U-5 cm 53-55	628,2	11434 $\pm$ 47	10.248-10.496	10.363
D-AMS 010873	MAR11-1A-1U-5 cm 82-86	665,3	12945 $\pm$ 56	12.573-12.727	12.668
D-AMS 010100	MAR11-1A-1U-5 cm 89-93	674	13269 $\pm$ 46	12.769-13.045	12.904
D-AMS 1217-209	MAR11-1A-1U-5 cm 113-116	703,6	11521 $\pm$ 47	-	-
D-AMS 010101	MAR11-1A-1U-5 cm 124-128	717,3	14656 $\pm$ 50	14.192-14.893	14.528

cazadores) y *Pinus sylvestris* (pino silvestre). En el piso subalpino dominan las comunidades de *Pinus uncinata* (pino negro), junto con arbustos como *Juniperus communis* (enebro). El límite arbóreo se localiza a ~2000 m s.n.m, formado por *P. uncinata*. Por encima de esta altitud, en el piso alpino, tan solo encontramos comunidades herbáceas adaptadas a las duras condiciones ambientales. En las inmediaciones del ibón de Marboré encontramos especies como *Silene acaulis* o *Crepis pygmaea*.

El sondeo del ibón de Marboré se recuperó en el año 2011 por el equipo de Paleoambientes Cuaternarios del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, con una plataforma tipo UWITEC, consiguiendo una secuencia de 7 m de sedimento. El modelo de edad está basado en 16 dataciones radiocarbónicas AMS sobre sedimento, ya que no se encontraron restos vegetales terrestres para tal fin, y fueron calibradas con CALIB Rev. 7.0.4 y la curva INTCAL13 (Tabla1). Además, la parte superior de la secuencia se dató mediante  $^{210}\text{Pb}$   $^{137}\text{Cs}$ . La comparación de las edades  $^{14}\text{C}$  y  $^{210}\text{Pb}$   $^{137}\text{Cs}$ , permitió calcular un

efecto reservorio de 2230  $^{14}\text{C}$  años a lo largo de la secuencia. De este modo, se pudo construir el modelo de edad para la secuencia de Marboré que cubre los últimos 14500 años.

El estudio paleoambiental del registro ha seguido la habitual metodología *multiproxy* del grupo del IPE-CSIC e incluye, además de análisis palinológicos, análisis de microcarbones, análisis geoquímicos, mineralógicos y sedimentológicos. Más detalles sobre cada tipo de análisis aparecen recogidos en Leunda *et al.* (2017, 2020) y Oliva-Urcia *et al.* (2018). Debido a problemas tafonómicos que se han inferido para la base de la secuencia, la dinámica de la vegetación se ha estudiado solamente para los últimos 9500 años, y se divide en 4 zonas polínicas (de MAR IV en la base a MAR I a techo, Fig. 2).

La ausencia de macrorrestos vegetales arbóreos en la secuencia indica que el límite del bosque nunca llegó a alcanzar los 2600 m s.n.m. durante el Holoceno. Tal y como se observa en la figura 2, las mayores proporciones tanto de polen de pino como de polen de taxa ca-

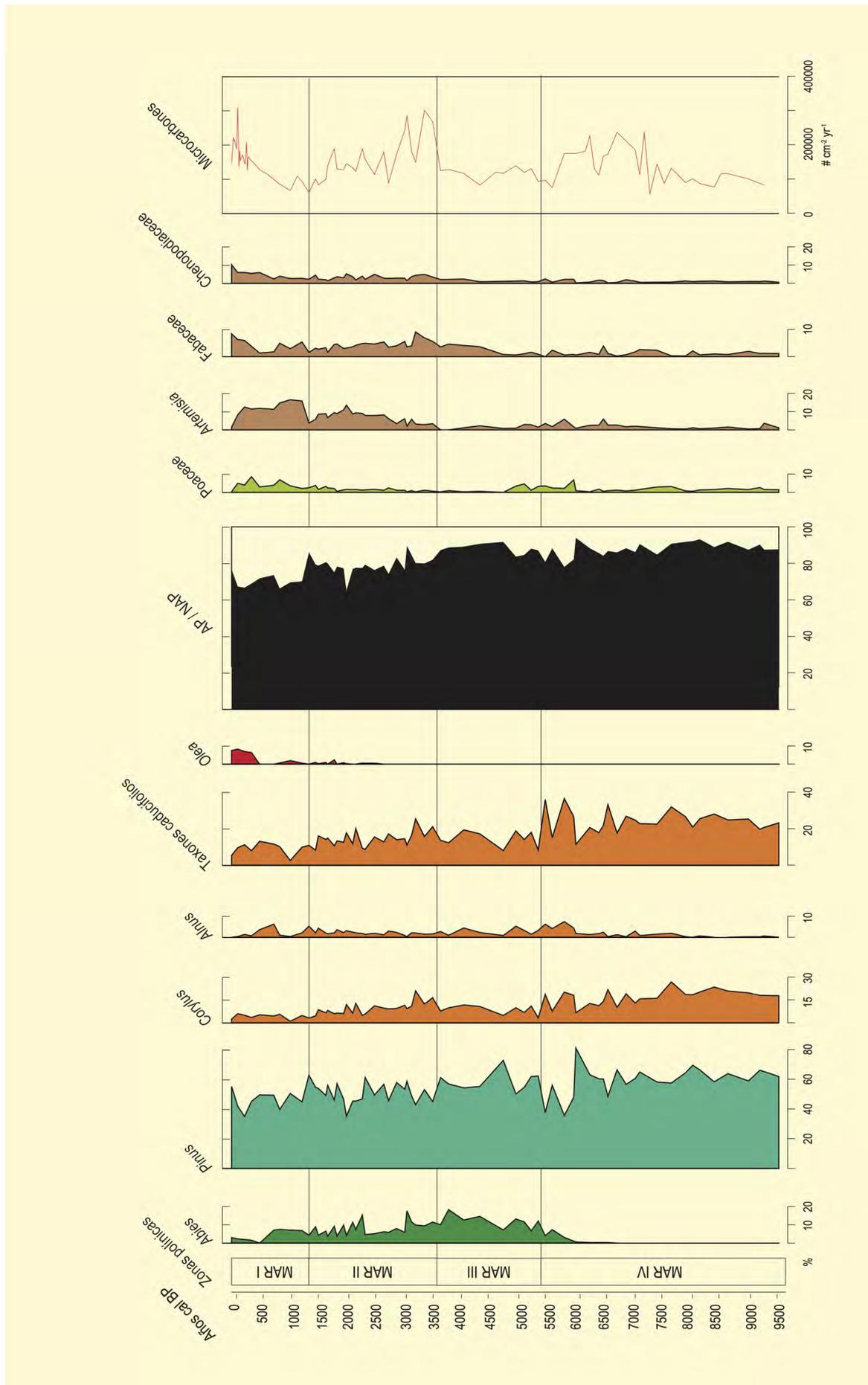


Figura 2. Diagrama polínico del registro de Marboré con los taxones principales. Redibujado de Leunda *et al.* (2017)

ducifolios (dominado por *Corylus*) ocurren entre 9500-5200 años (MAR IV). Estos resultados nos estarían indicando que durante este periodo ocurrió el máximo desarrollo forestal a nivel regional, y, aunque el bosque no llegó a alcanzar los 2600 m s.n.m., probablemente se localizaría a una mayor altitud, pudiendo alcanzar el piso subalpino, tal y como se ha observado en otras secuencias pirenaicas (Pérez-Sanz *et al.* 2013; Leunda *et al.* 2019). Climáticamente, este periodo coincide con el Máximo Térmico Holoceno, cuando las temperaturas estivales fueron superiores a las actuales, lo cual pudo favorecer el avance forestal. En relación a la actividad del fuego, los valores de microcarbones de la secuencia de Marboré muestran valores bastante bajos al comienzo de la secuencia, pero aumenta significativamente entorno a los 7000 años cal BP indicando una mayor actividad del fuego. Este aumento podría haberse visto favorecido bien por la gran disponibilidad de biomasa (pinos y bosque caducifolio) y también por la máxima temperatura estival reconstruida para el Pirineo Central durante este periodo.

En torno a los 5200 años (MAR III), se observa un claro descenso del polen arbóreo, especialmente de los taxa caducifolios como, por ejemplo, *Corylus*. Además, los microcarbones muestran un claro descenso, sugiriendo una menor actividad de los incendios. Esta situación de cambio en las condiciones ambientales coincide con el avance del glaciar del Monte Perdido durante parte del periodo Neoglaciario. Cabe mencionar, que es en este momento cuando *Abies* comienza a expandirse. La baja actividad del fuego que se observa para este periodo pudo haber favorecido su expansión, ya que se ha observado que el abeto es un taxón sensible al fuego y se ve negativamente afectado por él.

Para la parte más reciente del Holoceno, últimos 3500 años, se observa un claro aumento del polen herbáceo (NAP), principalmente dominado por *Artemisia*, Fabaceae, Chenopodiaceae y Poaceae, indicando una apertura del paisaje a nivel regional. Además, se observa un aumento de microcarbones entre 3700-3000 años cal BP, apuntando a que los fuegos podrían haber favorecido la apertura del paisaje. Esta situación coincide con la Edad de Bronce, momento en que las actividades antropogénicas se intensificaron en el Pirineo, aunque sin continuidad espacio-temporal (González-Sampériz *et al.* 2019). La secuencia de Marboré, no muestra otros indicadores antropogénicos que indiquen que estos fuegos podrían tener un origen antrópico. Por lo tanto, estaríamos ante un escenario complejo en el que una mezcla entre factores climáticos y posiblemente antrópicos habrían ocasionado incendios locales que podrían haber favorecido el mantenimiento de espacios abiertos. Además, también se observa un notorio descenso del polen de *Abies*, señalando que el abeto pudo haberse visto negativamente afectado por el aumento de los fuegos.

Es durante la parte más reciente de la secuencia (últimos 1300 años, MAR I) cuando se observa un mayor aumento del polen herbáceo (~30 %; principalmente dominado por *Artemisia*), indicando una intensificación de la apertura del paisaje. Durante los últimos siglos se observan los máximos valores de microcarbones que coinciden con el enriquecimiento del elemento Pb en la secuencia de Marboré (Oliva-Urcia *et al.* 2018), directamente relacionados con actividades antrópicas.

#### Más información

Leunda *et al.* (2017, 2020), Oliva-Urcia *et al.* (2018)



# IESSO

La Segarra, Guissona, Lleida  
Holoceno (siglo I a. C.)

La ciudad romana de Iesso (actual Guissona) ( $41^{\circ} 47' 06''$  N,  $01^{\circ} 17' 17''$  E; 484 m s.n.m.) se encuentra en la Depresión Central Catalana, formando parte del Altiplano Central. Éste se constituye como divisoria de aguas entre las cuencas mediterráneas del Anoia, Gaià, Francolí y Llobregat y la cuenca del Segre. El paisaje está dominado por las "planas", como la de Guissona o de Urgell, junto con cerros de poca altura flanqueados por valles abiertos, predominando en general los sustratos calcáreos. Las mayores elevaciones con las que limita el altiplano son el Prepirineo al Norte y el Sistema Mediterráneo catalán al Sur y Este.

La configuración del relieve, con escasas elevaciones, hace que las condiciones climáticas sean bastante uniformes en todo el altiplano. Se trata de un clima mediterráneo, con sequía estival, que presenta, no obstante, rasgos asociados a su continentalidad como amplitud de temperaturas, heladas frecuentes en invierno y veranos muy calurosos. La temperatura media anual se sitúa entre  $12$  y  $13$  °C y el volumen de precipitaciones responde a un ombrotipo seco, con medias entre 400 y 500 mm anuales.

La vegetación actual en la zona está marcada por una importante dedicación al cultivo de cereales, junto con algunos frutales, que ocupan la mayor parte de los terrenos que circundan el núcleo urbano de Guissona. Las formaciones forestales se encuentran en regresión, aunque todavía se desarrollan encinares (*Quercus rotundifolia*), acompañados en el estrato arbustivo por *Buxus sempervirens*, *Quercus coccifera*, *Genista scorpius* y *Rubia peregrina*. Las zonas más degradadas están ocupadas por garrigas, dominadas por *Quercus coccifera*, *Rhamnus lycioides*, *Juniperus oxycedrus* y *J. phoenicea*. En estos puntos también pueden aparecer algunos pinos carrascos (*Pinus halepensis*), aunque no son mayoritarios. En zonas más húmedas, orientadas al norte,

se pueden encontrar también quejigos (*Quercus faginea*), y en los puntos más elevados *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *P. sylvestris*. Los bosques de ribera están compuestos por elementos como *Salix alba*, *Populus nigra* y *Fraxinus excelsior*.

El sitio de Iesso ha sido objeto de campañas de excavación sistemática desde 1990 (Guitart 1996-1997, Guitart *et al.* 1998, Pera 1994). La zona mejor conocida es la llamada Camp Primer, que ha aportado importantes datos tanto para el estudio del urbanismo de la ciudad como para el de su evolución ocupacional. En el momento de fundación de la ciudad se documentan una serie de casas republicanas del segundo cuarto del siglo I a.C., cuyo uso perdura hasta el cambio de era. Posteriormente, se produce una transformación urbanística, que comporta la amortización de estas casas y la construcción de la que se ha denominado Casa Señorial, a comienzos del siglo III AD. Pese a la escasez de restos, se sabe que la secuencia ocupacional perduraría hasta época tardoantigua.

El estudio carpológico, llevado a cabo por Buxó y Canal (Buxó *et al.* 2004, Buxó 2005), se realizó concretamente sobre dos pozos situados muy próximos entre sí, aunque a diferente cota. El más reciente (Pou 1) estaría en uso en un momento no determinado del siglo I AD, mientras que el más antiguo (Pou 2) sería de época republicana. La importancia de ambos depósitos reside en la preservación de restos vegetales no carbonizados en su interior, al conservarse en un medio húmedo. Para su estudio fueron recuperados y procesados un total de 1440 litros de sedimento, que permitieron el análisis de 7472 restos carpológicos (Tabla 1).

Ambos pozos presentaron, en general, mayor cantidad de restos en las unidades más profundas, debido a sus condiciones anaerobias, aunque en general Pou 1

**Tabla 1.** Lista de especies identificadas en Iesso. Buxó *et al.* (2004), Buxó (2005)

Plantas de importancia económica	POU 1 (640 l.)	POU 2 (800 l.)	Total
<i>Hordeum vulgare</i>	10	9	19
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag.)		2	2
<i>Triticum aestivum/durum</i>	2	2	4
cf. <i>Triticum aestivum/durum</i>		2	2
<i>Triticum aestivum/durum</i> (frag. raquis)	2	1	3
<i>Triticum dicoccum</i>		1	1
<i>Triticum</i>	2		2
<i>Pisum sativum</i>		1	1
<i>Vicia sativa</i>	1		1
<i>Corylus avellana</i>	3	1	4
<i>Corylus avellana</i> (frag.)	7	31	38
cf. <i>Cucumis melo</i>	4		4
<i>Ficus carica</i>	1930	240	2170
<i>Juglans regia</i>	13	18	31
<i>Juglans regia</i> (frag.)	174	613	787
<i>Olea europaea</i>	20	14	34
<i>Olea europaea</i> (frag.)		4	4
<i>Pinus pinea</i> (piña) (frag.)		2	2
<i>Prunus amygdalus</i>		4	4
<i>Prunus amygdalus</i> (frag.)	3	4	7
cf. <i>Prunus amygdalus</i> (frag.)	3		3
<i>Prunus avium</i>	4		4
<i>Prunus avium</i> (frag.)		1	1
cf. <i>Prunus avium</i> (frag.)		1	1
<i>Prunus domestica</i>	2	35	37
<i>Prunus domestica</i> (frag.)		3	3
<i>Prunus persica</i>	20		20
<i>Prunus persica</i> (frag.)	13		13
cf. <i>Prunus spinosa</i>		2	2
<i>Quercus</i>		2	2
<i>Quercus</i> (pericarpo) (frag.)	7		7
<i>Rubus fruticosus</i>		33	33
<i>Vitis vinifera</i>	927	1554	2481
<i>Vitis vinifera</i> (frag.)	191	470	661
<i>Vitis vinifera</i> (drupa)	2		2
<i>Vitis vinifera</i> (pedicelos)	114	307	421
Fruto indeterminado	2	1	3
Plantas silvestres	POU 1 (640 l.)	POU 2 (800 l.)	Total
Caryophyllaceae	7		7
<i>Chenopodium</i>	108		108
<i>Fumaria officinalis</i>	57	1	58
<i>Polygonum convolvulus</i>	1		1
<i>Rumex crispus</i>	1		1
cf. <i>Sambucus nigra</i>	3		3
cf. <i>Stellaria media</i>	77		77
Indeterminados	325	78	403
Número total de restos	4035	3437	7472

es más rico (6,3 restos por litro) que Pou 2 (4,3 restos por litro). En los dos depósitos se detecta una escasez general de cereales y leguminosas, frente al dominio de frutos como *Ficus carica*, *Juglans regia* y, sobre todo, *Vitis vinifera*. Cualitativamente tampoco se detectan grandes diferencias, con un número de taxones identificados a nivel de género-especie similar (20 en Pou 1 y 17 en Pou 2). Sin embargo, el número de especies arbóreas, sobre todo las nueces, la ciruela y la uva, aumen-

tan considerablemente en Pou 2, desapareciendo por el contrario el melocotón, lo cual podría sugerir algún cambio en los patrones de cultivo. Por otro lado, se detecta una diferencia significativa en las plantas sinantrópicas, con 7 taxones en Pou 1, frente a solo 1 en Pou 2.

En lo que concierne a la dieta vegetal, es muy probable que los cereales y las leguminosas fueran un ali-

mento más importante de lo que evidencian los resultados, y su escasez probablemente se debe a la naturaleza concreta de los depósitos estudiados. Los cereales detectados se dedicarían principalmente al consumo humano, ya que son panificables, aunque no se han obtenido datos que permitan hablar de la elaboración de bebidas fermentadas como la cerveza. Similar es el caso de las leguminosas, que se dedicarían también al consumo humano, en forma de sopas, purés o combinadas con los cereales. La humedad del depósito ha permitido la conservación excepcional de frutos, que son mayoritarios en el registro. Los carnosos se consumirían crudos, desecados, macerados, en mermelada, etc, destacando las uvas, que presentan evidencias (alto número de pedúnculos) de haber sido consumidas como pasas, aunque la gran presencia de huesos carbonizados sugiere también la elaboración de vino en el yacimiento. Los frutos secos aparecidos (almendra, nuez y avellana) serían también consumidos, bien frescos o bien cocidos. Otros frutos no cultivados, como las moras o las bellotas pudieron dirigirse al con-

sumo humano, aunque estas últimas alimentarían también al ganado porcino.

Este estudio carpológico proporciona además algunos datos concernientes al desarrollo de la agricultura en esta ciudad romana. Se tienen indicios de procesos ya conocidos para esta época, como la producción de cereales, el aumento y diversificación de la arboricultura y el especial desarrollo de los cultivos de olivo y viña. En Iesso destaca en particular la aparición de huesos de cerezas y ciruelas, que no se habían documentado hasta la fecha en contextos arqueológicos y, por otro lado, la aparición en el pozo más moderno de restos de melocotón (que no aparecen en el republicano), y las diferencias porcentuales de *Vitis vinifera* entre los dos pozos, fenómenos ambos que pudieron deberse tanto al azar como a ciertos cambios en los patrones de cultivo de frutales.

#### Más información

Buxó *et al.* (2004), Buxó (2005)



# IRÚN

Desembocadura del Bidasoa, Irún, Guipúzcoa  
Holoceno reciente (Romano)

Los yacimientos c/Santiago (43° 20' 31" N, 01° 47' 13" O; 5 m s.n.m.) y c/Tadeo Murgia (43° 20' 31" N, 01° 47' 10" O; 7 m s.n.m.) se encuentran situados en el centro de la actual ciudad de Irún (la Oiasso romana), ubicada en la desembocadura del Bidasoa, en la provincia de Guipúzcoa. La zona se integra en la Región Eurosiberiana, y más concretamente en la Provincia Atlántica, caracterizada por robledales acidófilos de *Quercus robur* y por bosque mixto atlántico, junto a abundantes fresnos y tilos. Dada la riqueza de los suelos, la zona se encuentra muy alterada por la acción antrópica, especialmente por las actividades agrícolas. Su situación, a orillas del Cantábrico, determina la existencia de una zona costera caracterizada por la presencia de diferentes bandas de vegetación propias de las zonas de marismas, con mayor presencia de aquellas menos afectadas por la influencia mareal.

Los niveles excavados en ambos yacimientos (Fig. 1), corresponden a las estructuras portuarias (muelles, varadero y almacenes) de la ciudad romana de Oiasso (Irún) (Urteaga Artigas 2005). Bajo varios metros de lodos se ha recuperado gran cantidad de materia orgánica entre la que destacan los restos carpológicos, tanto por el número como por el excelente grado de conservación. La excepcionalidad del tipo de conservación ha permitido la recuperación de un importante conjunto botánico de más de 11000 restos, muchos de los cuales hubieran desaparecido en las condiciones habituales de conservación (carbonización). El estudio de estos restos ha sido publicado por Peña-Chocarro & Zapata (1996, 2005) y Zapata & Peña-Chocarro (1997).

El conjunto de los materiales carpológicos incluye diferentes categorías (Tablas 1 y 2), destacando las especies que ofrecen información sobre los modos de subsistencia y la dieta de la población estudiada, así como sobre la economía del yacimiento (producción



Figura 1. Vista de la excavación de la calle Santiago de Irún (Foto: AR-KEOLAN)

agroalimentaria, actividades comerciales, etc.). En esta categoría se encuentran plantas cultivadas como melocotones (*Prunus armeniaca*), cerezas/guindas (*P. avium/cerasus*), ciruelas (*P. domestica/insititia*), higos (*Ficus carica*) y aceitunas (*Olea europaea*); así como especies silvestres, hayucos (*Fagus sylvatica*), avellanas (*Corylus avellana*), bellotas (*Quercus*), endrinas (*P. spinosa*) (Fig. 2) y moras (*Rubus* agg. *fruticosus*).

Se pone, por tanto, de manifiesto la existencia de un bosque mixto atlántico en el entorno, el cual pudo

**Tabla 1.** Datos arqueobotánicos de los yacimientos calle Santiago y calle Tadeo Murgia de Irún

Plantas de importancia económica	
<i>Triticum</i>	1
<i>Corylus avellana</i>	3 + fragmentos
<i>Amygdalus communis</i>	1
<i>Fagus sylvatica</i>	313
<i>Ficus carica</i>	143
<i>Juglans regia</i>	3 + fragmentos
<i>Olea europaea</i>	683
<i>Prunus persica</i>	987
<i>Pinus</i>	17
<i>Prunus avium/cerasus</i>	2823
<i>Prunus domestica/insititia</i>	185
<i>Prunus spinosa</i>	900
<i>Quercus</i>	fragmentos
<i>Rubus agg. fruticosus</i>	106
<i>Vitis vinifera</i>	11

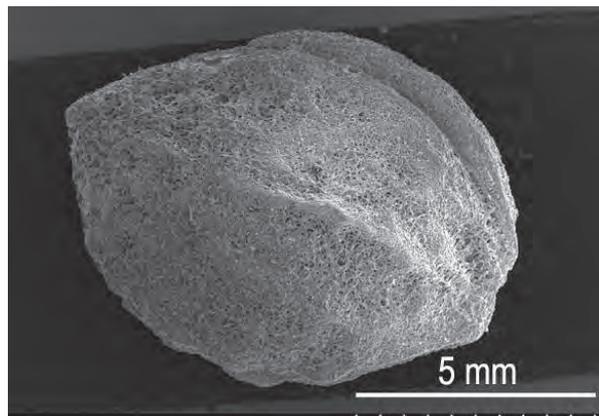
haber sido ya gestionado. De hecho, muchos de los frutales identificados responden al desarrollo de la arboricultura, que experimentó un gran impulso en época clásica entre griegos y romanos, ya que actuaron como difusores de especies y de nuevas técnicas como el injerto. Algunos de los frutales documentados constituyen las primeras evidencias de estas especies en la cornisa cantábrica e incluso en la Península Ibérica. De todos ellos, *Olea europaea* es la única que con seguridad se importó ya que su cultivo resulta prácticamente imposible en la zona cantábrica, mientras que el resto (melocotoneros, ciruelos, higueras y cerezos/guindos) pudieron cultivarse en la zona en este periodo, aunque

es probable que su presencia pudiera ser el resultado de importaciones desde otras zonas de Hispania o Galia a través de actividades comerciales realizadas gracias al puerto. Especies comestibles, muy apreciadas por los romanos y bien documentadas para otras zonas del Imperio (Langer & Hill 1981), son el grupo de las crucíferas, con taxones identificados como *Brassica oleracea* (col, berza, coliflor y brécol), *B. napus* (nabo y colza), *B. campestris* (mostaza) y *B. nigra* (mostaza negra), *Sinapis arvensis* (mostaza silvestre), *Raphanus raphanistrum* (rábano silvestre) o *Crambe maritima* (col marina); junto a otros como *Stellaria media* (pamplina), *Atriplex hortensis* (armuelle), *Chenopodium album* (cenizo), *Rumex acetosa* y *Rumex acetosella* (acederas) y *Urtica dioica* (ortigas). También se incluyen taxones que potencialmente han podido ser consumidos o utilizados como condimentos en este periodo: *Veronica*, *Satureja*, *Prunella vulgaris*, *Apium graveolens* (apio) y *Mentha* (menta).

Finalmente, como indicadores ecológicos de un estuario donde el agua dulce del Bidasoa se mezcla con la del mar, se han identificado especies de ambientes salobres como *Suaeda maritima* y otras quenopodiáceas (*Chenopodium* y *Atriplex*); así como taxones típicos de vegetación de ribera, *Alnus glutinosa* (aliso) y *Salix* (sauce), junto a herbáceas como *Ranunculus*, *Apium graveolens*, *Anagallis tenella*, *Potamogeton*, *Polygonum*, *Rumex*, *Juncus* y *Carex* y especies nitrófilas, caracterís-

**Tabla 2.** Datos arqueobotánicos de los yacimientos calle Santiago y calle Tadeo Murgia de Irún

Plantas silvestres			
<i>Alchemilla</i>	3	<i>Polygonum hydropiper</i>	1
<i>Alnus glutinosa</i>	3	<i>Polygonum lapathifolium</i>	1
<i>Anagallis tenella</i>	12	<i>Polygonum persicaria</i>	5
<i>Apium graveolens</i>	21	<i>Polygonum</i>	2
<i>Arbutus unedo</i>	1	<i>Potamogeton</i>	2
<i>Atriplex</i>	9	<i>Potentilla palustris</i>	11
<i>Brassica</i>	3	<i>Potentilla</i>	13
<i>Carex</i>	34	<i>Prunella vulgaris</i>	44
Chenopodiaceae	2	<i>Ranunculus acris/bulbosus/repens</i>	18
<i>Chenopodium album</i>	1	<i>Ranunculus flammula</i>	5
<i>Chenopodium</i>	2	<i>Ranunculus sardous</i>	2
<i>Chrysanthemum</i>	1	<i>Rumex acetosella</i>	4
<i>Cirsium</i>	2	<i>Rumex aquaticus</i>	4
<i>Conium maculatum</i>	1	<i>Rumex crispus/acetosa/obtusifolius</i>	6
<i>Coronopus squamatus</i>	1	<i>Rumex sanguineus/conglomeratus</i>	4



**Figura 2.** Imagen al MEB de una semilla de *Prunus spinosa* (Foto: MICROLAB (CCHS-CSIC))

ticas de zonas alteradas por la actividad humana (*Coronopus squamatus*, *Stellaria media*, *Conium maculatum*, etc.).

Los yacimientos de Irún han proporcionado un importante conjunto de datos carpológicos para época romana que permiten vislumbrar no solo la riqueza de la dieta vegetal sino también interpretar el paisaje del entorno de la ciudad de Oiasso.

#### **Más información**

Peña-Chocarro & Zapata (1996, 2005), Zapata & Peña-Chocarro (1997)



# JARAMA

Terrazas del tramo medio del río Jarama, Madrid  
Holoceno (9590-3240 años cal BP)

**E**l Jarama es uno de los ríos que descienden del Sistema Central y vierte sus aguas al Tajo. El estudio morfosedimentario de sus márgenes ha permitido detectar, desde el Plioceno hasta el Pleistoceno medio, un total de 15 terrazas (Alonso & Garzón 1994). Desde ese momento hasta el Holoceno medio, la dinámica del río se caracteriza por una etapa de estabilidad que permite el desarrollo de un paleosuelo tras la cual, y hasta el Holoceno superior, se inicia una nueva fase de sedimentación. Las numerosas graveras existentes en las terrazas del tramo medio del río Jarama han dejado al descubierto esta secuencia sedi-

mentaria holocena. Se han estudiado dos de estos afloramientos, uno en Valdeterres de Jarama ( $40^{\circ} 41' N$ ,  $03^{\circ} 32' O$ ; 617 m s.n.m.) y otro en Velilla de San Antonio ( $40^{\circ} 22' N$ ,  $03^{\circ} 30' O$ ; 547 m s.n.m.), ambos en la provincia de Madrid. El afloramiento de Valdeterres se sitúa sobre arcosas y el de Velilla sobre materiales yesíferos.

En ambos afloramientos la base de la secuencia sedimentaria holocena corresponde al paleosuelo, por encima del cual se han hallado numerosos macrorrestos (Fig. 1). En este nivel se ha analizado una muestra polínica para cada localidad (VT-1 y V-1). A techo de la secuencia aparecen sedimentos higroturbosos desarrollados en áreas de paleocauces dejados por meandros. En estos niveles también se han analizado dos muestras polínicas (VT-2 y V-2). Las cuatro muestras disponen de dataciones por radiocarbono (Tabla 1).

Los macrorrestos encontrados son muy numerosos e incluyen troncos de hasta 2 m de longitud y 80 cm de



Figura 1. Macrorrestos en la terraza fluvial del río Jarama (Fotos: Fernando Gómez-Manzaneque)

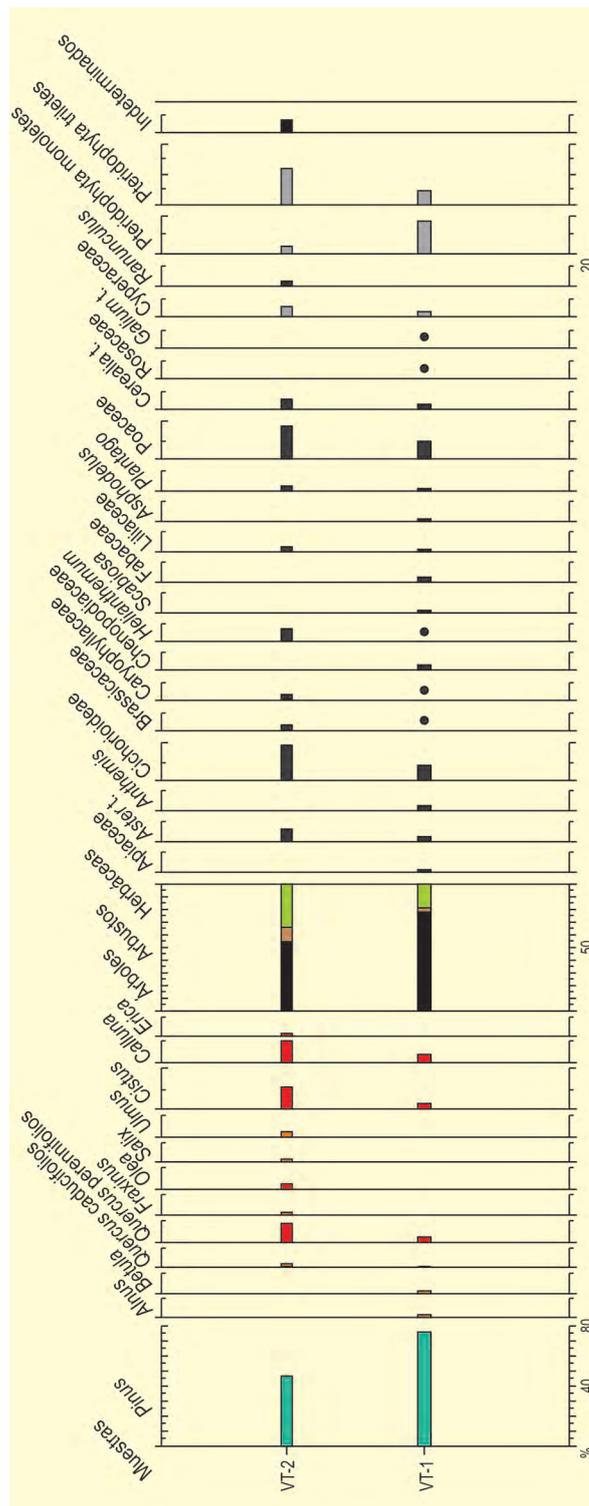


Figura 2. Diagrama polínico del yacimiento de Valdeterros de Jarama. Redibujado de Alonso et al. (1998)

diámetro. En los sedimentos asociados a los paleosuelos (VT-1 y V-1, con una edad de 3000 y 6800 años respectivamente) se han identificado *Alnus* y *Ulmus*.

El análisis polínico de este mismo nivel también muestra la presencia de estos taxones junto a otras especies de árboles. Los porcentajes de pólenes ar-

bóreos, entre el 80 y el 90%, indican paisajes forestales. En las márgenes del río los bosques de galería, formados principalmente por *Alnus*, *Ulmus*, *Fraxinus* y *Salix*, debieron ser importantes. Fuera de la influencia del cauce, tanto en VT-1 como en V-1 dominan los pinos aunque siempre acompañados de *Quercus* perennifolios y caducifolios. En Velilla de San Antonio



**Tabla 1.** Cronología por radiocarbono de las muestras estudiadas de los sedimentos orgánicos de Velilla de San Antonio (V) y Valdetorres de Jarama (VT). Alonso *et al.* (1998)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Muestra
β-59633	1030 ± 70	950	V-2
β-61555	6870 ± 90	7730	V-1
β-59634	110 ± 70	160	VT-2
β-111251	3040 ± 60	3240	VT-1

también del arbustivo, fundamentalmente cistáceas y ericáceas.

Los resultados tanto de macrorrestos como de polen de la mitad del Holoceno en ambos yacimientos (VT-1 y V-1) ponen de manifiesto la existencia de una vegetación de ribera bien desarrollada en las márgenes del

río Jarama. El paisaje no ribereño se corresponde también con formaciones forestales en las que los pinos juegan un papel predominante.

#### Más información

Alonso *et al.* (1998)



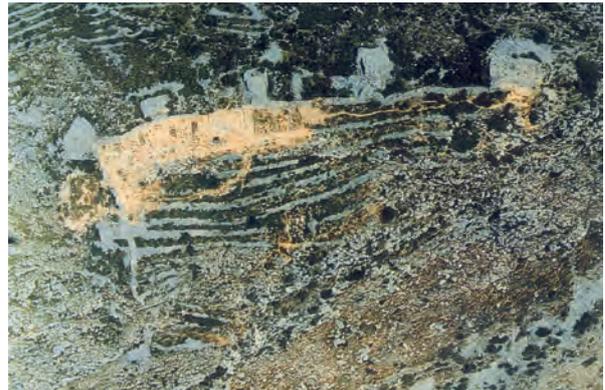
# L'ALT DE BENIMAQUIA

Denia, Alicante  
Holoceno

**E**ste yacimiento se encuentra situado en Denia, dentro de la provincia de Alicante, muy cerca de la costa, en un cerro que forma parte de la estribación sur-occidental del macizo del Montgó (38° 49' 02" N, 00° 04' 26" E; 225 m s.n.m.). La vegetación actual en el área se encuadra en el piso termomediterráneo aunque éste aparece muy alterado debido a los incendios y la intensidad del cultivo en bancales actualmente abandonados. Solo se conservan algunos restos de carrascal (*Quercus ilex*), siendo el coscojar (*Quercus coccifera*) y las repoblaciones de pino carrasco (*Pinus halepensis*) las masas dominantes.

El yacimiento es un poblado ibérico fortificado, rodeado por una muralla a la que se adosan 6 torres (Fig. 1). La parte excavada se limita al ángulo nordeste en el que se delimitaron una serie de habitaciones y un conjunto de lagares para la producción de vino. La ocupación se extiende entre finales del siglo VII y la primera mitad del siglo VI BC, lo que lo convierte en la instalación de producción vinícola más antiguo de la Península Ibérica.

El estudio carpológico de l'Alt de Benimaquia ha sido realizado por Gómez-Bellard *et al.* (1993) y Pérez-Jordà *et al.* (2007). Las especies identificadas a partir de las semillas y frutos recuperados corresponden tanto a especies cultivadas como a silvestres (Tabla 1). Entre las primeras se documenta el cultivo de cereales, frutales y leguminosas, siendo los cereales el grupo más abundante, aunque se observa una destacada presencia de frutales, mientras que las leguminosas poseen una muy reducida representación.



**Figura 1.** Foto aérea del yacimiento ibérico fortificado de l'Alt de Benimaquia (superior) y reconstrucción del mismo (inferior) (Foto: Paisajes de España -sup.-, Dibujos de E. Dies Cusi -inf.-)

Los dos únicos cultivos de cereales constatados son los de la cebada vestida (*Hordeum vulgare*) y los trigos desnudos (*Triticum aestivum-durum*), con un claro predominio de la cebada, hecho que quizá pueda relacionarse con la escasa calidad de los suelos del entorno. Entre los frutales se documentan la vid y el olivo, destacando especialmente el primero. La gran cantidad de



Figura 2. Vistas de las tierras de Denia desde el macizo del Montgó en las proximidades al yacimiento (Foto: P. Gaspar)

Tabla 1. Datos carpológicos del poblado ibérico l'Alt de Benimaquia

L'Alt de Benimaquia	
<b>Plantas cultivadas</b>	
<i>T. monococcum/dicoccum</i> (horquilla)	1
<i>Triticum aestivum-durum</i>	381
<i>Triticum</i>	2
<i>Hordeum vulgare</i>	7391
<i>Hordeum</i>	1223
<i>H. vulgare</i> (raquis)	11
Fabaceae	1
<i>Vicia sativa</i>	1
<i>Pisum/Vicia</i> t.	2
<i>Olea europaea</i>	1
<i>Vitis vinifera</i>	6879
Fruto indet.	1
<b>Plantas silvestres</b>	
<i>Avena</i>	6
Brassicaceae	3
<i>Galium</i>	2
<i>Lolium</i>	1
<i>Lolium temulentum</i>	6
<i>Pistacia lentiscus</i>	1
<i>Polygonum convulvulus</i>	1
<i>Polygonum</i>	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1
Indet.	13

restos de *Vitis vinifera*, junto a la presencia de lagares, pone de manifiesto la importancia de la producción de vino en este asentamiento.

El yacimiento l'Alt de Benimaquia, es uno de los ejemplos de la rápida introducción de la arboricultura en la agricultura indígena, al menos desde el siglo VII BC (Gómez-Bellard *et al.* 1993, Pérez-Jordà *et al.* 2007).

La documentación de leguminosas es muy escasa y solo podemos constatar el cultivo de las leguminosas como la veza (*Vicia sativa*) y posiblemente el guisante (*Pisum sativum*). La vegetación silvestre corresponde mayoritariamente a plantas ruderales y adventicias (*Lolium*, *Phalaris*, *Galium*, *Polygonum*, etc.), junto a otras, cuya presencia hay que explicar a partir de su uso como material de construcción o como combustible (*Pistacia lentiscus* y *Rosmarinus officinalis*).

#### Más información

Gómez-Bellard *et al.* (1993), Pérez-Jordà *et al.* (2007)



# LA BASTIDA

Sierra de la Tercia-Sierra Espuña, Totana, Murcia  
Holoceno (~2200 – ~1600 años cal a. C.)

La Bastida es un asentamiento de la Edad del Bronce, definido arqueológicamente en la cultura de *El Argar*. Se localiza en las estribaciones de la Sierra de la Tercia y Sierra Espuña ( $37^{\circ}45' 40''$  N,  $1^{\circ}33' 37''$  O; 450 m s.n.m.), a unos 7 km del municipio de Totana en dirección oeste, rodeado por dos cursos de agua en su arco noreste-suroeste: el Barranco Salado y la Rambla de Lébor; que tributan en el río Guadalentín, localizado a unos 2 km en dirección sureste.

El entorno actual de La Bastida muestra una gran degradación, con alteraciones antrópicas de alta intensidad por la producción agrícola y el desmonte incontrolado desde época moderna. Las cárcavas y badlands caracterizan un territorio donde un aterrazamiento acusado de las laderas y una reforestación monoespecífica de pino carrasco iniciada en los años 70 del siglo pasado presentan un entorno distante al que muestran los resultados antracológicos de la Prehistoria reciente.

La primera intervención en el yacimiento la realizó Inchaurreandieta entre los años 1868-69, seguida por intervenciones puntuales de arqueólogos de renombre como Siret, Cuadrado, Martínez-Santaolalla, Jordà y Evans, entre otros. Sin embargo, no sería hasta la intervención en 2009 por el equipo de investigación de la

Universidad Autónoma de Barcelona, Arqueología Social Mediterránea, bajo la dirección de Vicente Lull, Rafael Micó, Roberto Risch y Cristina Rihuete, cuando se procedería a un estudio exhaustivo mediante una excavación sistemática en extensión que permitiría secuenciar la ocupación en los horizontes de El Argar –Argar inicial (~ 2200-2025 años cal a. C.), Argar pleno (~ 2025-1900 años cal a. C.), y Argar final (~ 1900-1550 años cal a. C.)- en los sectores excavados Cima, Piedemonte y Barranco. La característica más destacada en los asentamientos argáricos, y que ha suscitado un gran interés entre la comunidad científica, es la tradición de enterrar a los difuntos bajo el suelo o tras los alzados de sus casas (Lull *et al.* 2014, 2015).

Los resultados que aquí se presentan corresponden a los restos antracológicos y dendrológicos recuperados en las intervenciones realizadas entre los años 2009-2013, con un total de 19379 ítems analizados. Debido a las reducidas dimensiones de gran parte de los restos recuperados, parte de las observaciones anatómicas no han permitido una identificación taxonómica más allá de angiosperma dicotiledónea o resultados *cónfer*. Otros, han resultado en fragmentos indeterminables por la combustión y los procesos posdeposicionales. Por todo ello, estos casos han sido excluidos y los



Figura 1. La Bastida y el entorno desde Cabezo Gordo (Foto: C. Velasco)

Tabla 1. Resultados antracológicos de las fases 1, 2, 3 y global de La Bastida (Celma 2015, 2021)

Familia	Taxa	Fase 1		Fase 2		Fase 3		Global	
		2200-2025 años cal. A.N.E.	%	2025-1900 años cal. A.N.E.	%	1900-1550 años cal. A.N.E.	%	2200-1550 años cal. A.N.E.	%
		N.R.		N.R.		N.R.		N.R.	
Anacardiaceae	<i>Pistacia lentiscus</i>	231	4,03	114	7,79	101	1,19	446	2,84
	<i>Pistacia terebinthus</i>	5	0,09	2	0,14	3	0,04	10	0,06
	<i>Pistacia</i>	1	0,02	17	1,16	113	1,33	131	0,84
Amaranthaceae	<i>Atriplex halimus</i>		0		0	11	0,13	11	0,07
	Chenopodiaceae	36	0,63	14	0,96	77	0,91	127	0,81
Cistaceae	<i>Cistus</i>	22	0,38	2	0,14	71	0,84	95	0,61
	Cistaceae	32	0,56		0	46	0,54	78	0,5
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>	5	0,09	21	1,44	54	0,64	80	0,51
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>		0	1	0,07	4	0,05	5	0,03
Ericaceae	<i>Arbutus unedo</i>	11	0,19	4	0,27	77	0,91	92	0,59
	<i>Erica</i>	28	0,49	6	0,41	39	0,46	73	0,47
	Ericaceae	24	0,42	3	0,21	75	0,88	102	0,65
Fagaceae	<i>Quercus faginea</i>	10	0,17		0	2	0,02	12	0,08
	<i>Quercus ilex/coccifera</i>	103	1,8	22	1,5	821	9,66	946	6,03
	<i>Quercus suber</i>	2	0,03	1	0,07		0	3	0,02
	<i>Quercus</i>		0	2	0,14		0	2	0,01
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	252	4,4	21	1,44	224	2,64	497	3,17
	Lamiaceae	45	0,79	15	1,03	177	2,08	237	1,51
Fabaceae	Fabaceae	51	0,89	1	0,07	212	2,5	264	1,68
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	5	0,09	2	0,14	2	0,02	9	0,06
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	138	2,41	17	1,16	131	1,54	286	1,82
Pinaceae	<i>Pinus t. nigra/sylvestris</i>	2	0,03		0	3	0,04	5	0,03
	<i>Pinus t. mediterraneo</i>	3994	69,74	1117	76,35	5791	68,17	10902	69,51
Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	1	0,02		0		0	1	0,01

Tabla 1. Continuación

Familia	Taxa	Fase 1 2200-2025 años cal. A.N.E.		Fase 2 2025-1900 años cal. A.N.E.		Fase 3 1900-1550 años cal. A.N.E.		Global 2200-1550 años cal. A.N.E.	
		N.R.	%	N.R.	%	N.R.	%	N.R.	%
Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>		0		0	1	0,01	1	0,01
Rhamnaceae/ Oleaceae	<i>Rhamnus / Phillyrea</i>	39	0,68	12	0,82	46	0,54	97	0,62
	<i>Prunus</i>	8	0,14	2	0,14	8	0,09	18	0,11
Rosaceae	Rosaceae t. Maloideae	9	0,16	3	0,21	22	0,26	34	0,22
	Rosaceae t. Prunoideae		0		0	8	0,09	8	0,05
Salicaceae	<i>Populus / Salix</i>	67	1,17	28	1,91	62	0,73	157	1
Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	599	10,46	35	2,39	309	3,64	943	6,01
Thymelaeaceae	<i>Daphne gnidium / Thymelaea hirsuta</i>	4	0,07	1	0,07	5	0,06	10	0,06
	<i>Thymelaea</i>	1	0,02		0		0	1	0,01
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i>	2	0,03		0		0	2	0,01
	Total	5727	100	1463	100	8495	100	15685	
	Total taxones	24	88,89	21	77,78	23	85,19	27	

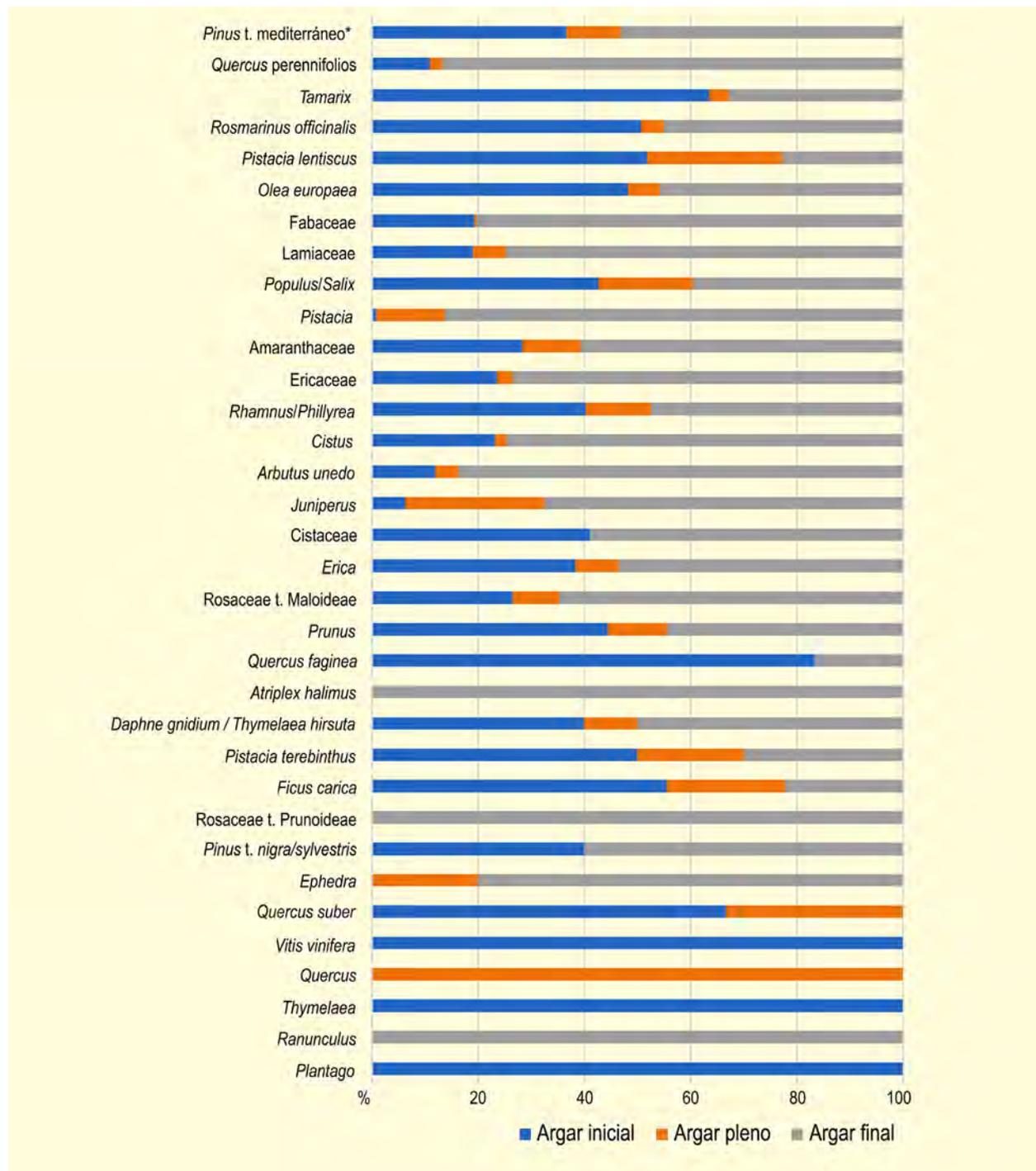
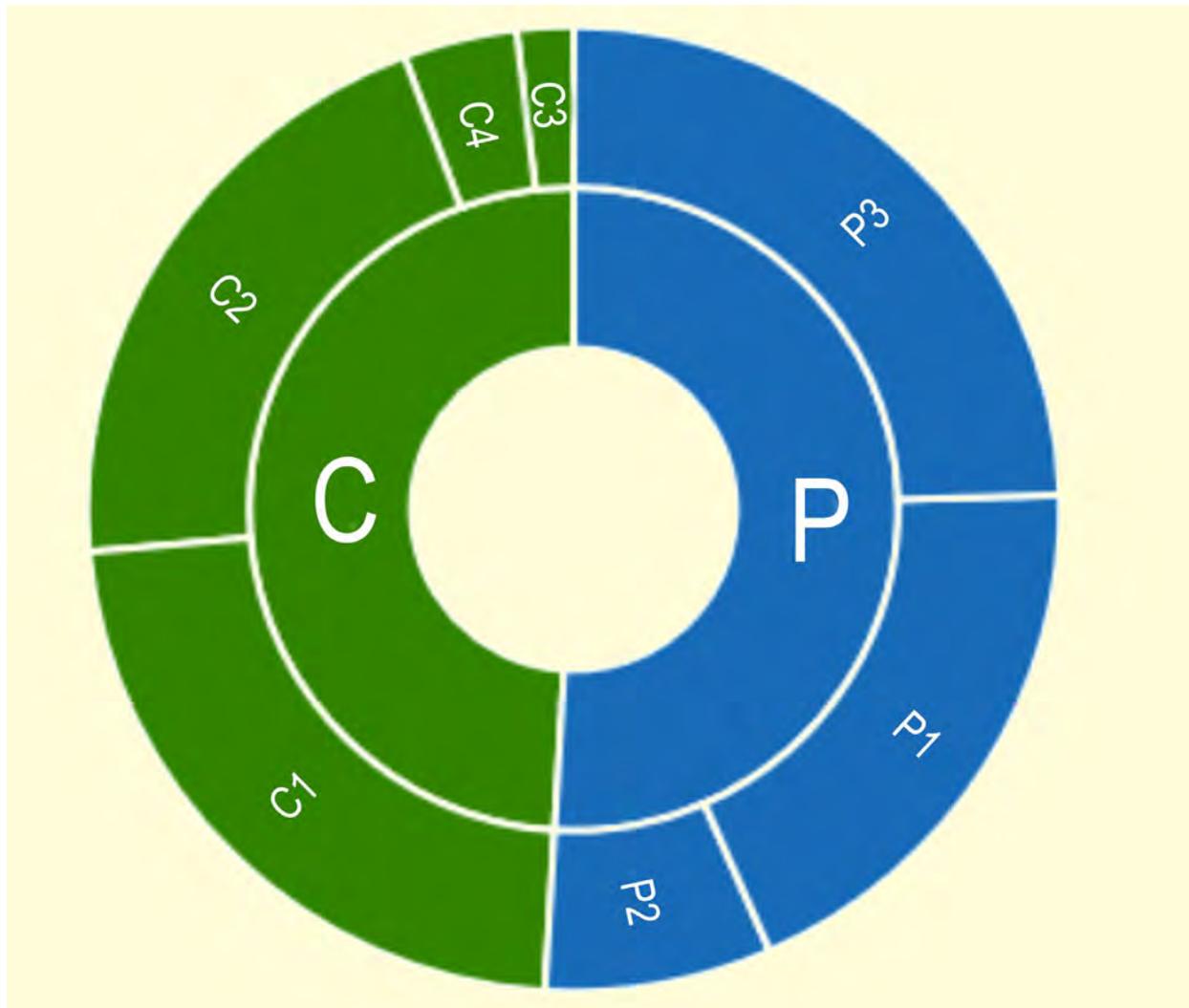


Figura 2. Valor relativo del número de fragmentos determinado por taxones y fases (Celma 2015, 2021)

resultados presentados corresponden exclusivamente a 15685 ítems de contexto doméstico (quedando excluidos los restos procedentes de los enterramientos por ser para esta materialidad un palimpsesto cronológico indiscriminable). Los restos antracológicos se distinguen en: residuos de combustible, artefactos y elementos constructivos (postes, vigería y complementación de techumbres).

Los 27 taxones resultantes presentan un entorno forestal característico mesotermófilo y de vegetación de ribera, teniendo prácticamente todos los taxones caracterizados a, como máximo, 1 hora de distancia a pie. Los taxones que presentan un mayor número de restos en todas las fases son *Pistacia lentiscus*, *Quercus perennifolios*, *Pinus t. mediterráneo* (incluyendo *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*), *Rosma-*



**Figura 3.** Proyección del valor relativo de número de taxones por entorno (C1-mesotermófilo, C2-mésico, C3-montano, C4-ribera) y porte de planta (P1- árbol, P2- arbolillo, P3-arbusto) (Celma 2015, 2021)

*rinus officinalis*, *Olea europaea* y *Tamarix* (Tabla 1, Fig. 1).

Los resultados para el Argar inicial caracterizan un entorno con especies típicas de vegetación de ladera/culminar de maquia (algunas de las especies características son brezos, espinos, labiadas, coscojas, pinos), aunque con presencia marcada de otros taxones característicos de un bosque mixto tipo esclerófilo-marcescente con quejigos, alcornoques y encinas. La diversidad documentada muestra diferentes tipos de portes que indican una cobertura forestal bien desarrollada. La presencia, aunque baja, del alcornoque y el quejigo estarían relacionados con una pervivencia de estos taxones mesofíticos en el cuadrante del sureste peninsular y el inicio de su receso, por las variabilidades climáticas que se dan en esta fase Subboreal. En el entorno de La

Bastida, la presencia de circulación de agua (Barranco Salado y Rambla de Lébor) posibilitó el desarrollo de comunidades de vegetación de ribera, representadas por salicáceas y tarayales, estos últimos con capacidades halófilas. Los taxones identificados definen una cubierta vegetal bien adaptada, tanto al entorno xerofítico como al mesofítico, con pinos, robles perennifolios mediterráneos, rosáceas, ericáceas y labiadas, y otros con posibilidad de adaptación a condiciones más extremas y halófilas (quenopodiáceas y tamaricáceas), aunque también con presencia de algunos taxones de pisos superiores en el territorio (robles caducifolios y pinos montanos). La vegetación descrita indica la presencia de hábitats diferenciados para su desarrollo, aunque inmediatos en el territorio, que dependiendo del grado de exposición solar y la proximidad a los cauces facilitará la predominancia de unas u otras comunidades.

El Argar pleno presenta distintos episodios de escorrentías provocados por lluvias intensas, que son aportados tanto desde la propia ladera este del cerro como por la avenida de agua del paleovalle por donde circula el cauce de Barranco Salado. El registro antracológico muestra una flora típica mediterránea de los ambientes meso y xerofítico, con una vegetación esclerófila adaptada al clima seco, que no subárido, con presencia de vegetación de ribera. La determinación taxonómica sigue evidenciando una flora de gran variedad de portes y adaptabilidad ecológica.

La última fase del Argar final proporciona una conclusión muy reveladora que muestra un mantenimiento de la vegetación arbórea característica de los pisos bioclimáticos oro-supramediterráneo, mesomediterráneo, termomediterráneo y de vegetación de ribera. Las evidencias antracológicas apoyan la hipótesis de una re-

cuperación continuada de la cobertura vegetal durante estos ~ 650 años de asentamiento, a pesar de las recurrentes incursiones territoriales para la explotación forestal de La Bastida y los asentamientos aledaños. Así, la resiliencia es característica de este territorio durante la Edad del Bronce.

La vegetación que caracteriza principalmente a La Bastida es mesotermófila, que presenta más del 80 % de los restos para la fase 1 y más del 90 % para las fases 2 y 3. La vegetación de ribera presenta la mayor concentración de sus restos en fase 1, aunque no supera el 10 % de los fragmentos documentados. Esta verá reducido su número de restos para la fase 2 y una mínima presencia para la fase 3, inferior al 5 % (Tabla 1).

#### **Más información**

Celma (2015; 2021), Celma & Stika (2020)



# LA CATIVERA

Tarragonès, El Catllar, Tarragona  
Holoceno (13040-8830 años cal BP)

La Cativera es un pequeño abrigo localizado en las coordenadas geográficas  $41^{\circ} 11' 18''$  N y  $01^{\circ} 20' 10''$  E, a 65 m s.n.m., situado en la ribera del río Gaià, a 15 km de la línea de costa tarraconense (Figs. 1 y 3).

La vegetación natural se supone formada por el encinar litoral o la maquia litoral de acebuche y palmito. Sin embargo, el paisaje actual de la zona está claramente marcado por las actividades humanas, especialmente la agricultura, basada principalmente en el cultivo de viña y olivo. Las especies que podemos encontrar actualmente son *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus lycioides* y *Olea europaea*.

El yacimiento presenta una secuencia con 6 niveles arqueológicos de los que se han excavado hasta el momento en extensión los niveles superiores. El estudio antracológico está basado en los materiales procedentes de los niveles A y B, ya que de los niveles inferiores existe hasta el momento únicamente un pequeño perfil que solo permitió recoger muestras para las dataciones (Allué *et al.* 2000, Fontanals 2001) (Tabla 1).

Se han estudiado un total de 905 fragmentos de carbón. Los dos niveles estudiados muestran una importante variabilidad taxonómica (Fig. 3); en el nivel B (9940 cal BP) domina *Pinus halepensis* y *Juniperus*, junto a otras especies arbóreo-arbustivas como *Arbutus unedo*, *Acer*, *Erica*, Fabaceae, *Quercus*, *Rhamnus cathartica/saxatilis* y Maloideae. En el nivel A (8830 cal BP) encontramos los mismos taxones y, además, aparece *Olea europaea*, *Pistacia* y *Viburnum cf. tinus*.



Figura 1. Vista del Abrigo de La Cativera antes de empezar la excavación (Foto: Ethel Allué)



Figura 2. Perfil de la secuencia excavada (Foto: Ethel Allué)

La diferencia más significativa entre ambos niveles es la presencia de valores importantes de *Juniperus* en el nivel B siendo prácticamente anecdótico en el nivel superior. Asimismo, *Acer* presenta valores más significativos en el nivel B que en el nivel A. El nivel B refleja

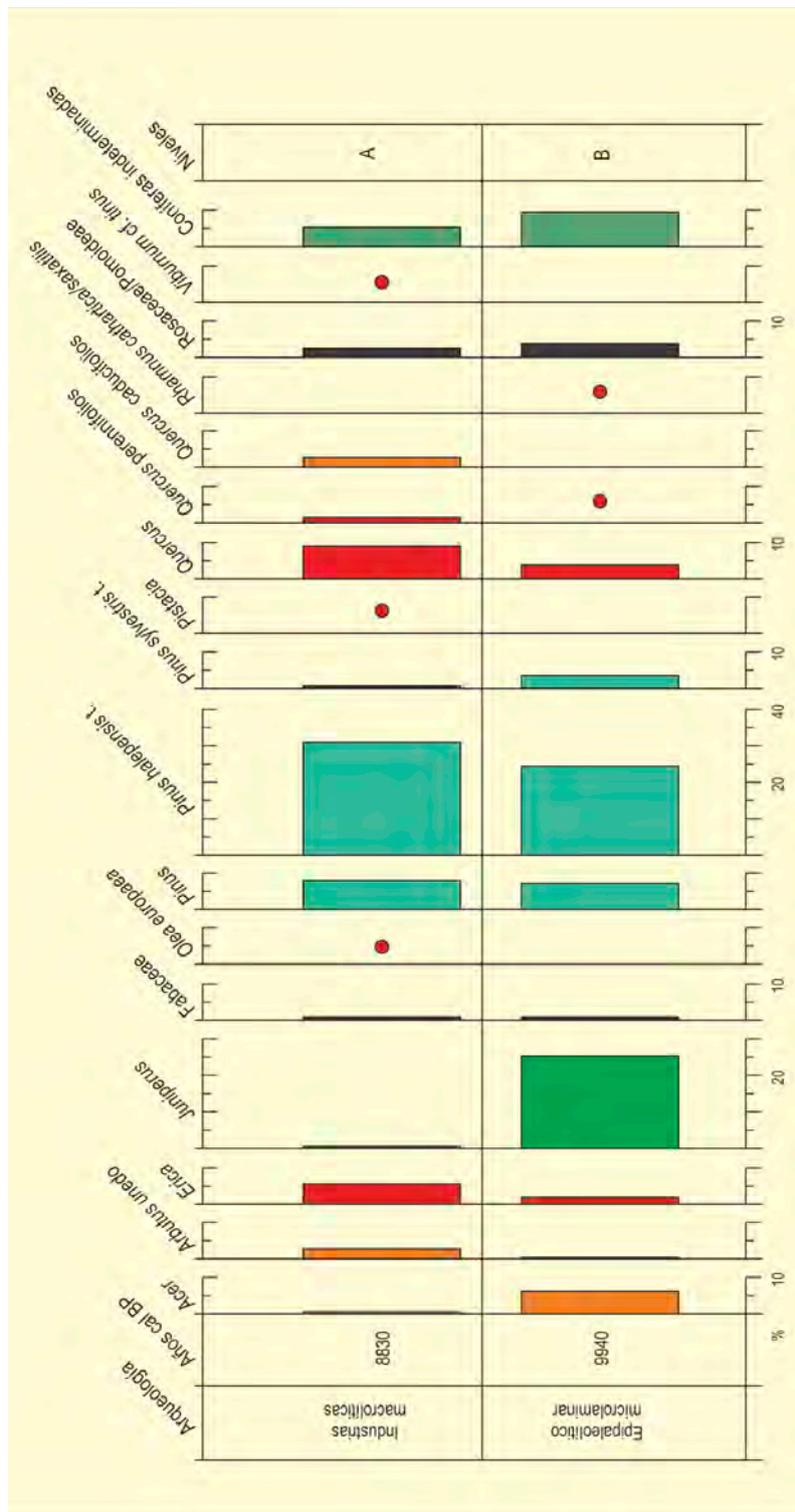


Figura 3. Diagrama antracológico del abrigo de La Catiuera (Allué et al. 2000)

una formación vegetal dominada por coníferas, pinos y enebros/sabinas. Además los elementos mesófilos coexistirán en las zonas más favorables de mayor humedad.

A partir del nivel A los elementos de carácter pionero como *Acer* o *Juniperus* disminuyen favoreciendo la expansión del encinar. A pesar de ello, parece que *Pinus halepensis* continúa dominando en el entorno.

**Tabla 1.** Dataciones de La Catiuera (Allué *et al.* 2001, Fontanals 2001)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Nivel	Método
AA-23367	7970 ± 60	8830	A	AMS
AA-23368	8860 ± 95	9940	B	AMS
AA-23369	10370 ± 100	12.280	C1	AMS
AA-23370	10660 ± 120	12.580	C2	AMS
AA-23371	11230 ± 100	13.130	C3	AMS
AA-23372	11135 ± 80	13.040	C3b	AMS

La importancia de esta secuencia reside en la presencia de *Pinus halepensis* y elementos del encinar esclerófilo durante una fase cronológica en la que las condiciones climáticas son favorables. Desafortunadamente, los ensayos para la obtención de datos polínicos han resultado estériles y no tenemos elementos de comparación (Allué & Renault-Miskovsky 1999; Bujarchs & Expósito *com. pers.*).

Podemos señalar que esta secuencia refleja la clara diferencia entre las formaciones vegetales distribuidas en zonas más alejadas de la costa y en el área por encima del río Llobregat, donde dominan los caducifolios.

#### Más información

Allué *et al.* (2000)



# LA CRUZ

Lagunas de Cañada del Hoyo, Cuenca  
Holoceno (1700 AD – actualidad)

La Laguna de La Cruz ocupa una dolina que se formó en las dolomías del Cenomaniense ibérico (Fig. 1). Debido a su morfología, la laguna no recibe cursos de agua, manteniéndose su nivel gracias a fuentes subacuáticas que la alimentan. Es una de las lagunas más estudiadas en conexión con el fenómeno de *blanqueo* (precipitación de carbonato magnésico y cálcico) que se produce cada año en ella y que, desde el año 1700 AD, proporciona sedimentos varvados. De un conjunto de seis lagunas más (Lagunas de Cañada del Hoyo, Cuenca), se encuentra ubicada a 1022 m s.n.m. (39° 59' 16" N; 01° 52' 25" O).

El clima de la zona es de tipo mediterráneo continental, siendo la media anual de temperatura de 11,7 °C y las precipitaciones de 565 mm anuales. La vegetación actual se encuadra en el piso bioclimático supra-mediterráneo continental seco, caracterizada por *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *Juniperus thurifera*. Este estrato arbóreo coexiste con formas arbustivas de *Juniperus communis*, *J. oxycedrus* y *J. phoenicea*, que en zonas abiertas son reemplazados por arbustos (*Erinacea anthyllis*, *Salvia lavandulifolia*, *Genista scorpius*, *Lavandula latifolia*, *Thymus vulgaris* y *Rosmarinus officinalis*), así como especies de *Artemisia*, *Astragalus*, *Stipa* y *Pi-*



Figura 1. Laguna de la Cruz con su vegetación circundante (Foto: Francesc Burjachs)

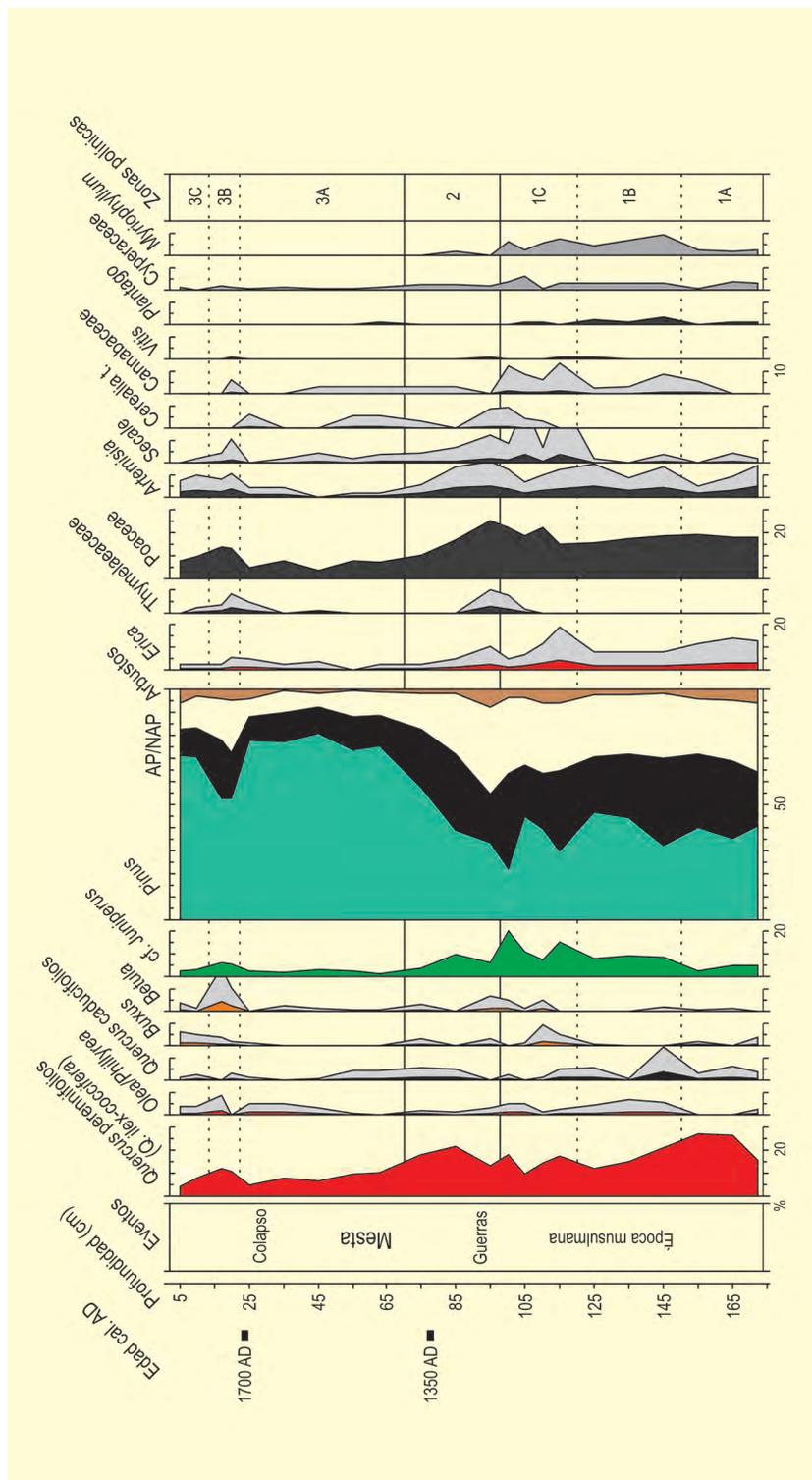


Figura 2. Diagrama polínico de la Laguna de La Cruz. Redibujado de Burjachs (1996)

losella. Esta vegetación es reemplazada en las umbrías por especies caducifolias a base de *Quercus faginea*, *Acer monspessulanum*, *Crataegus monogyna* y algún ejemplar aislado de *Taxus baccata*.

Los 173 cm de sedimentos analizados fueron extraídos del fondo del lago mediante una sonda Wright em-

plazada sobre una plataforma flotante (Burjachs, 1996; Julià *et al.*, 1998). Los resultados polínicos muestran la evolución de la vegetación en los últimos 1400 años aproximadamente.

La parte inferior del diagrama (Fig. 2) explica la fase previa a la dominación musulmana (zona 1A), así como

**Tabla 1.** Dataciones obtenidas en la secuencia de La Cruz

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años AD	Material	Método
—	23,8	—	—	1703	Varvas	Conteo
CAMS-18713	77-78	640 ± 60	607	1350	Inflorescencia <i>Alnus</i>	<sup>14</sup> C AMS

este dominio musulmán (zonas 1B y 1C) hasta la conquista cristiana. Durante toda esta época, el paisaje vegetal esta conformado por bosques semiabiertos de *Pinus*, *Quercus perennifolios*, *Juniperus* y matorrales de *Erica*. La explotación del territorio se reparte entre la agricultura (*Secale*, *Cerealia t.*, *Vitis* y *Cannabaceae*) y la ganadería (*Plantago*). Por otra parte, la laguna presentaba unas condiciones idóneas para el crecimiento de *Cyperaceae* y *Myriophyllum* en su ribera.

El final de esta fase (zona 2), marcada por el período de guerras entre cristianos y musulmanes, se refleja en un descenso de la densidad arbórea (AP) y por un pico de *Thymelaeaceae*. Luego, a partir de la conquista cristiana se establece una práctica casi exclusiva de la ganadería de la oveja merina, ganaderos trashumantes arropados bajo los privilegios del Honrado Concejo de la Mesta.

El paisaje resultante de esta ganadería extensiva se refleja en el descenso de *Quercus* y *Juniperus*, junto a un

aumento excepcional de *Pinus* (zona 3A). Sin embargo, se estima que los porcentajes de pino están sobrerrepresentados por el descenso de *Poaceae* y otras hierbas, como consecuencia del sobrepastoreo. Es decir, los pastos serían tan utilizados que se inhibiría la floración. Cabe pensar, pues, en un paisaje bastante abierto, donde los pinos estarían diseminados por el territorio como las encinas en una dehesa.

El colapso de la Mesta a inicios del siglo XIX facilitó la distribución del territorio entre agricultores y ganaderos, hecho que se ve reflejado en la zona 3B. El paisaje anterior a la Mesta parece recuperarse, pues aumentan *Quercus*, *Juniperus* y *Poaceae*, junto a taxones cultivados. En el mismo sentido, los prados altimontanos serían colonizados por *Betula*. Finalmente, el reavance de *Pinus* de la zona 3C parece deberse a la intensificación de la silvicultura.

#### Más información

Burjachs (1996), Julià *et al.* (1998)

# LA DRAGA

Banyoles, Girona  
Holoceno medio (~7150 años cal BP)



**E**l yacimiento de La Draga se localiza en la orilla oriental del lago de Banyoles ( $42^{\circ} 07' 31''$  N,  $2^{\circ} 45' 19''$  E) en la localidad del mismo nombre (Fig. 1). El lago, de origen kárstico, tiene una longitud de 2150 m, una anchura máxima de 775 m y su profundidad

de unos 45 m. El yacimiento se encuentra a unos 40 km en línea recta de los Pirineos y de la costa mediterránea, a una altitud de 120 m s.n.m., lo que lo sitúa en el piso colino. El clima de Banyoles es típicamente mediterráneo: la pluviosidad es abundante, con un índice



Figura 1. Localización del yacimiento de La Draga (Banyoles) y de los sectores excavados



Figura 2. Excavación de La Draga, campaña (Foto: J. Tarrús Galter)

anual que suele oscilar entre 700 y 900 mm, con una mediana anual de 815 mm, y la temperatura generalmente varía de 1 a 30 °C y rara vez baja a menos de -3 °C o sube a más de 34 °C.

La vegetación actual se distribuye en líneas concéntricas alrededor de lago, si bien se encuentra muy afectada por la actividad humana ya que en su costa suroccidental se encuentra la ciudad de Banyoles y en la costa occidental se extienden actualmente campos de cultivo. En las orillas del lago prospera la vegetación acuática (*Lemna minor*, *Potamogeton nodosus*), junto a carrizales y juncales (*Scirpoides holoschoenus*, *Juncus inflexus*, *Phragmites australis*, *Cladium mariscus*...). El bosque de ribera que se conserva en las zonas emergidas más cercanas al lago se compone de *Alnus* y en él se conservan pequeñas comunidades de *Laurus nobilis*. El bosque mixto de encinas y robles (*Quercus ilex* y *Q. pubescens*) se extiende por las pendientes del Norte, mientras que en las zonas más llanas se encuentra el encinar típico mediterráneo (*Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*).

El yacimiento se descubrió el año 1990 y las primeras excavaciones se remontan al año 1991 (Fig. 2). Se trata de un contexto único en la Península Ibérica por la excelente conservación de la materia orgánica. Los niveles arqueológicos más antiguos se encuentran actualmente en el nivel freático o directamente bajo las aguas del lago, condición que ha propiciado que en el nivel más antiguo se conserven materiales poco frecuentes en los contextos arqueológicos, como madera, hojas, musgos, hongos o fibras vegetales en estado orgánico.

El yacimiento tiene una extensión de cerca de 15000 m<sup>2</sup> de los cuales se han excavado alrededor de 1000 m<sup>2</sup>. Las excavaciones se han llevado a cabo en el sector subacuático (sector C) y en el sector terrestre (sectores A y B-D), que muestran diferentes grados de conservación según la distancia en la que se encuentran en relación a la actual orilla (Fig. 2). Mientras que en los sectores B-D y C los estratos arqueológicos que corresponde a la fase más antigua se ha conservado en

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de La Draga. Bosch *et al.* (2000)

Ref. Lab.	Año BP	Años cal. BC	Material
UBAR-314	6410 ± 70	5440-5250	Fragmento de madera de roble
Beta-137197	6290 ± 70	5380-5060	Fragmento de estaca de roble
Beta-137198	6270 ± 70	5365-5045	Fragmento de madera (indeterminada) de una herramienta

**Tabla 2.** Dataciones radiocarbónicas del yacimiento de La Draga. Palomo *et al.* (2014)

Ref. Lab.	Sector	Fase	Muestra	Años BP	Años cal. BP
Beta278255	C	I	Hueso	6270±40	7275-7021
Beta315052	D	I	Cereal	6270±30	7268-7034
Beta278256	C	I	Hueso	6170±40	7167-6946
OxA20233	A	I	Cereal	6179±33	7166-6961
OxA20231	B	I	Cereal	6163±31	7164-6961
Beta315049	D	I	Cereal	6130±40	7160-6902
OxA20235	A	II	Cereal	6143±33	7160-6946
OxA20234	A	II	Cereal	6127±33	7159-6903
Beta298438	D	II	Hueso	6010±40	6952-6743

el nivel freático desde el Neolítico, en el sector A, situado en la zona más elevada, están por encima del nivel freático y solo se han conservado en estado orgánico las puntas de los palos clavados en la creta lacustre.

Se ha podido determinar que se trata de un asentamiento al aire libre de una comunidad campesina del Neolítico inicial que se asentó en la playa del lago. La primera ocupación del asentamiento (Fase I), fechada entre 7275-6902 cal BP (Tablas 1 y 2), se caracteriza por la construcción de plataformas de madera sobre las que se erigieron viviendas también de madera. Posteriormente, las estructuras de madera colapsan y se cubren con bloques de travertino formando una especie de pavimento en algunos sectores: esta segunda fase de ocupación se extiende entre 7160-6743 cal BP (Fase II) (Andreaki *et al.* 2020).

El yacimiento de La Draga ha sido objeto de numerosos estudios arqueobotánicos prácticamente desde el inicio de las excavaciones (Piqué 2000, Burjachs 2000, Buxó *et al.* 2000). Los estudios arqueobotánicos se han continuado realizando hasta la actualidad cubriendo la gran diversidad de restos vegetales recuperados. Para ello, desde el año 2010 se han muestreado sistemáticamente los sedimentos con el objetivo de recuperar

los macro- (Antolín *et al.* 2013) y microrrestos vegetales, en este último caso tanto en el yacimiento como en los sedimentos naturales del lago de Banyoles (Revelles *et al.* 2014, 2015, 2018). Asimismo, se ha llevado a cabo una recogida exhaustiva de macrorrestos vegetales (madera, material foliáceo, frutos, hongos, musgos) durante la excavación. Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos y las principales conclusiones en cuanto a la vegetación, los usos de las plantas por parte de las comunidades neolíticas y el impacto sobre el entorno.

El análisis palinológico en La Draga se diseñó con dos objetivos: el primero, obtener una visión diacrónica de la evolución del paisaje en las diferentes fases de ocupación; el segundo, realizar un estudio espacial de la distribución del polen y los NPPs para identificar diferentes ambientes y usos del espacio en el interior del asentamiento. Así, el análisis de los perfiles arqueológicos en los sectores A (Revelles 2021), C (Burjachs 2000) y B-D (Revelles *et al.* 2016, 2018) permitieron reconstruir la evolución del paisaje durante el Neolítico antiguo y los procesos de formación del yacimiento. Por su parte, el análisis de las muestras recogidas a nivel espacial ha permitido estudiar el contenido polínico de diferentes estructuras y niveles arqueológicos en los sectores B-D y A.

**Tabla 3.** Resultados carpológicos de los sectores acuático y terrestre, excluyendo las estructuras de combustión. Bosch *et al.* (2000)

Estructura de combustión	Cuadros	Litros	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>	<i>Triticum aestivum/durum</i>	<i>Triticum aestivum</i> t. <i>compactum</i>	<i>Triticum dicoccum</i>	<i>Triticum</i>	<i>Vicia faba</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Vitis vinifera</i> var. <i>sylvestris</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Hypericum</i>	<i>Stellaria</i>	Total
Estructura 1	(LB35/36)	20			152		3	16 6	1		1			1	324
Estructura 3	(KF36/37/39- KG37/38) (KH38/39/40-KI40)	90	240		8295	cf. 3	cf. 3	130		1	1				8667
Estructura 5	(KH38)	10			125										125
Estructura 6	(KJ-LA-LB37/38)	40	1582		4766	10						43	2	98	6501
Estructura 7	(LA35-LB35)	20			1900				2		1				1903
Estructura 9	(KF34)	10	3001		50										3051
Estructura 13- 14	(KJ39-LA39/40- LB39/40)	50			23245	121	12	47 2							23.850
Estructura 15	(LA33-LB33)	20			725					1	1				727
Estructura 23	(KI-KJ37/38)	30			8625										8625
Estructura 26	(LC39/40-LD39/40)	40			15.800		5								15.805
Estructura 31	(LE33)	10	25		80			30	1						136
Estructura 40	(KI42)	10	980		2950										3930
Estructura 50	(LC43/44)	20	514		1500										2014
Estructura 51	(LD41/42-LE41/42)	40			4185										4185
Estructura 52	(LC-LD42)	20		17 60	5304		cf. 2								7064
Estructura 54	(KC32)	10	25		100										125
Estructura 56	(KI44/45)	20			4600										4600
Estructura 62	(LE43)	10			945										945
Estructura 63	(KA40- KB38/39/40)	40			10.920										10.920
Estructura 65	(KB31/KA32)	20			5600										5600
Estructura 71	(KC38/39/40/41)	40			13025				1			1			13027
Estructura 72	(KA31)	10			9500										9500
Estructura 75	(KD38/39/40/41/42 )	50			4700										4700
Estructura 87	(KA45/46- KB44/45/46- KC29/43/44/45) (KD43/44/45/46- KE44/45/46- KF45/46)	180			13.9450										13.9450
Estructura 157	(JF32-JG31/32)	30			460										460
Estructura 180	(JH35/36)	20	238	9	281										528
Estructura 181	(JE35/36-JF35- JG35)	40	1170	10	3873					2					5055

Tabla 3. Continuación

Estructura de combustión	Cuadros	Litros	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>	<i>Triticum aestivum/durum</i>	<i>Triticum aestivum</i> t. <i>compactum</i>	<i>Triticum dicoccum</i>	<i>Triticum</i>	<i>Vicia faba</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Vitis vinifera</i> var. <i>sylvestris</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Hypericum</i>	<i>Stellaria</i>	Total
	JA35	10	61		190										251
	JH34	10								1					1
	JJ33	10			100										100
	KA38	10			40										40
	KA39	10			25										25
	KC35	10			1500										1500
	KD33	10			1100										1100
	KD36	10			1400										1400
	KE31	10			25										25
	KE33	10			725										725
	KE36	10							1						1
	KE37	10							6						6
	KF31	10				2		4		1					7

El análisis de los perfiles confirma cómo, a su llegada a esta región, las primeras comunidades agrícola-ganaderas encontraron un paisaje dominado por densos bosques de caducifolios (principalmente *Quercus caducifolios* y *Corylus*, Fig. 3), con bosques de ribera cercanos al yacimiento (*Fraxinus*, *Salix*, *Ulmus*, *Alnus*), y en el que las coníferas tenían un rol secundario (*Pinus* y *Abies*) y con solo una señal leve de carácter regional de los bosques de esclerófilas (principalmente *Quercus ilex-coccifera*) y de máquia Mediterránea (*Erica*). Ya en la Fase I del sector B-D (7275-6902 años cal BP) se registra una caída drástica de los valores de *Quercus caducifolios*, en relación con un proceso de deforestación llevado a cabo por las comunidades neolíticas, además de la presencia de altos valores de *Cerealia* t., esporas de hongos coprófilos (más abundantes en el sector B-D) y herbáceas, que muestran un impacto local significativo de las actividades humanas en el registro polínico. Estas evidencias se registran, también, en los primeros centímetros del substrato lacustre del sector A, indicando que estas arenas carbonatadas habrían quedado ex-

puestas, configurando la superficie sobre la que se desarrollaron las actividades de estas comunidades neolíticas. Mientras que se registran altos valores de plantas higrófilas y acuáticas (*Cyperaceae*, *Typha*, *Typha-Sparganium*) durante la ocupación de la Draga, éstas retroceden tras su abandono a favor de la expansión de un bosque de ribera dominado por *Alnus*.

La comparación entre el registro polínico de La Draga y las secuencias estudiadas en depósitos naturales del lago de Banyoles, además de demostrar la fiabilidad de los sedimentos arqueológicos para reconstruir el paisaje vegetal que existió durante las diferentes fases de ocupación, ha permitido evaluar la intensidad y la escala del impacto de las actividades humanas sobre el medio. Así, el establecimiento de una comunidad neolítica en el margen oriental del lago de Banyoles fue la causa de cambios destacados en el paisaje, como por ejemplo una significativa deforestación del robledal, en relación con la explotación de la madera para la construcción del poblado. En cuanto a

Tabla 4. Resultados carpológicos de las estructuras de combustión Bosch *et al.* (2000)

CAMPAÑA(S)	1991-1992				1998	
SECTOR	Sector A terrestre				Sector B terrestre	
CONTEXTO	Plataformas enlosadas				Contenedores de material perecedero	
ESTRUCTURA	Estructura 73	Estructura 97	Estructura 98	Estructura 132	JF82	JH84
CUADROS	KE41/42	KA43/44	JJ35	IJ31/32 - JA31 - JB31		
LITROS	20	20	10	40	10	10
<b>Plantas cultivadas</b>						
<i>Hordeum vulgare</i>				3		
<i>Triticum aestivum/durum</i> (cariópside)	25	1000	25	1162	1100	1100
cf. <i>Triticum aestivum/durum</i> (cariópside)						
<i>Triticum dicoccum</i> (cariópside)						
<i>Tricicum</i> (cariópside)						
<i>Pisum sativum</i>	1					
<b>Plantas silvestres</b>						
<i>Acer</i> (fruto)						
<i>Alisma plantago-aquatica</i> (semilla)					6	37
<i>Alnus glutinosa</i> (semilla)						
<i>Alnus glutinosa</i> (amentó)						
<i>Alnus glutinosa</i> (amentó) - frag.						
cf. <i>Apium repens</i> -t. (cápsula)						1
cf. <i>Carex canescens</i> -t. (cápsula)					4	
<i>Cenococcum geophilum</i>					5	2
<i>Chara</i> (espora)						1
<i>Chenopodium album</i> (cápsula)					1	
<i>Cladium mariscus</i> (cápsula)					40	
<i>Cornus sanguinea</i> (cápsula)						
<i>Corylus avellana</i> (núcula)						
Cupressaceae (hoja)					6	1
Cyperaceae/Polygonaceae (semilla)					3	
<i>Cyperus</i> cf. <i>longus</i> (cápsula)						8
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (cápsula)						
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (semilla)						
<i>Mentha arvensis/aquatica</i> (semilla)						1
<i>Najas marina Intermedia</i> (cápsula)						
<i>Papaver rhoeas/dubium</i> (cápsula)						2
<i>Physalis alkekengi</i> (semilla)					1	
cf. <i>Platanus</i>						
<i>Polygonum</i> cf. <i>persicaria</i> (cápsula)					1	
<i>Polygonum</i> (cápsula)					3	
<i>Prunus spinosa</i> (hueso)						
<i>Quercus</i> (cotiledón)						
<i>Quercus</i> (cotiledón) - frag.						
<i>Ranunculus repens</i> -t. (cápsula)						

Tabla 4. Continuación

CAMPAÑA(S)	1991-1992				1998					
SECTOR	Sector A terrestre				Sector B terrestre					
CONTEXTO	Plataformas enlosadas				Contenedores de material perecedero					
ESTRUCTURA	Estructura 73	Estructura 97	Estructura 98	Estructura 132	JF82	JH84				
CUADROS	KE41/42	KA43/44	JJ35	IJ31/32 - JA31 - JB31						
LITROS	20	20	10	40	10	10				
<b>Plantas silvestres</b>										
<i>Ranunculus sceleratus</i> -t. (cápsula)						2				
<i>Ranunculus</i> (cápsula)						1				
<i>Rubus fruticosus</i> (núcula)					2	1				
cf. <i>Salix</i>										
<i>Scirpus</i> (cápsula)					25					
<i>Taraxacum officinale</i> (semilla)					1					
<i>Tilia platyphyllos</i> (cápsula)										
<i>Verbena officinalis</i> (semilla)						1				
<i>Vitis</i> (hueso)					1					
<i>Vitis vinifera</i> var. <i>sylvestris</i> (hueso)										
Indeterminado (corteza)										
Indeterminado					2	1				
<b>Número total de restos</b>	<b>26</b>	<b>1000</b>	<b>25</b>	<b>1165</b>	<b>1201</b>	<b>1159</b>				
CAMPAÑA(S)	1995									
SECTOR	Sector C subacuático									
CONTEXTO										
ESTRUCTURA										
CUADROS	SQ 303-302	SQ 303 SNY-302	SO 303	SV 303	SO-NY 302	SLL 301	SQ 301-303	SO-SNY 302-303	SO 303	SQ 303
LITROS										
<b>Plantas cultivadas</b>										
<i>Hordeum vulgare</i>										
<i>Triticum aestivum/durum</i> (cariópside)								1		1
cf. <i>Triticum aestivum/durum</i> (cariópside)				4						
<i>Triticum dicoccum</i> (cariópside)	3		3				1		1	5
<i>Tricicum</i> (cariópside)										2
<i>Pisum sativum</i>										
<b>Plantas silvestres</b>										
<i>Acer</i> (fruto)		1	1							
<i>Alisma plantago-aquatica</i> (semilla)										
<i>Alnus glutinosa</i> (semilla)		29								
<i>Alnus glutinosa</i> (amento)	1	13	1					3	1	
<i>Alnus glutinosa</i> (amento) - frag.		84								
cf. <i>Apium repens</i> -t. (cápsula)										
cf. <i>Carex canescens</i> -t. (cápsula)										
<i>Cenococcum geophilum</i>										

Tabla 4. Continuación

CAMPAÑA(S)	1995									
SECTOR	Sector C subacuático									
CONTEXTO										
ESTRUCTURA										
CUADROS	SQ 303-302	SQ 303 SNY-302	SO 303	SV 303	SO-NY 302	SLL 301	SQ 301-303	SO-SNY 302-303	SO 303	SQ 303
LITROS										
<b>Plantas silvestres</b>										
<i>Chara</i> (espora)										
<i>Chenopodium album</i> (cápsula)										
<i>Cladium mariscus</i> (cápsula)										
<i>Cornus sanguinea</i> (cápsula)		1	1							
<i>Corylus avellana</i> (núcula)	1									
Cupressaceae (hoja)										
Cyperaceae/Polygonaceae (semilla)										
<i>Cyperus</i> cf. <i>longus</i> (cápsula)										
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (cápsula)	1	1	1					2	1	
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (semilla)		4	9					3	4	
<i>Mentha arvensis/aquatica</i> (semilla)										
<i>Najas marina</i> s <i>intermedia</i> (cápsula)										
<i>Papaver rhoeas/dubium</i> (cápsula)										
<i>Physalis alkekengi</i> (semilla)										
cf. <i>Salix</i>		1								
<i>Scirpus</i> (cápsula)										
<i>Taraxacum officinale</i> (semilla)										
<i>Tilia platyphyllos</i> (cápsula)		1								
<i>Verbena officinalis</i> (semilla)										
<i>Vitis</i> (hueso)										
<i>Vitis vinifera</i> var. <i>sylvestris</i> (hueso)	1		2		1			5		
Indeterminado (corteza)	1									
Indeterminado		6	5			1	1	5	5	2
<b>Número total de restos</b>	<b>11</b>	<b>145</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>14</b>

CAMPAÑA(S)	1997				
SECTOR	Sector C subacuático				
CONTEXTO					
ESTRUCTURA					
CUADROS	GG 96	GB 92	GB 93	GD 92	GL 93
LITROS					
<b>Plantas cultivadas</b>					
<i>Hordeum vulgare</i>					
<i>Triticum aestivum/durum</i> (cariópside)					
cf. <i>Triticum aestivum/durum</i> (cariópside)					
<i>Triticum dicoccum</i> (cariópside)	1				
<i>Tricicum</i> (cariópside)	2				
<i>Pisum sativum</i>					

CAMPAÑA(S)	1997				
SECTOR	Sector C subacuático				
CONTEXTO					
ESTRUCTURA					
CUADROS	GG 96	GB 92	GB 93	GD 92	GL 93
LITROS					
<b>Plantas silvestres</b>					
<i>Acer</i> (fruto)					
<i>Alisma plantago-aquatica</i> (semilla)					
<i>Alnus glutinosa</i> (semilla)					
<i>Alnus glutinosa</i> (amento)					
<i>Alnus glutinosa</i> (amento) - frag.					
cf. <i>Apium repens-t</i> (cápsula)					
cf. <i>Carex canescens-t</i> (cápsula)					

Tabla 4. Continuación

CAMPAÑA(S)	1997				
SECTOR	Sector C subacuático				
CONTEXTO					
ESTRUCTURA					
CUADROS	GG 96	GB 92	GB 93	GD 92	GL 93
LITROS					
<b>Plantas silvestres</b>					
<i>Cenococcum geophilum</i>					
<i>Chara</i> sp. (espora)					
<i>Chenopodium album</i> (cápsula)					
<i>Cladium mariscus</i> (cápsula)	1				
<i>Cornus sanguinea</i> (cápsula)	2				
<i>Corylus avellana</i> (núcula)					
Cupressaceae (hoja)					
Cyperaceae/Polygonaceae (semilla)					
<i>Cyperus</i> cf. <i>longus</i> (cápsula)					
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (cápsula)					
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (semilla)					
<i>Mentha arvensis/aquatica</i> (semilla)					
<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i> (cápsula)	5				
<i>Papaver rhoeas/dubium</i> (cápsula)					
<i>Physalis alkekengi</i> (semilla)					
cf. <i>Platanus</i> sp.					
<i>Polygonum</i> cf. <i>persicaria</i> (cápsula)					

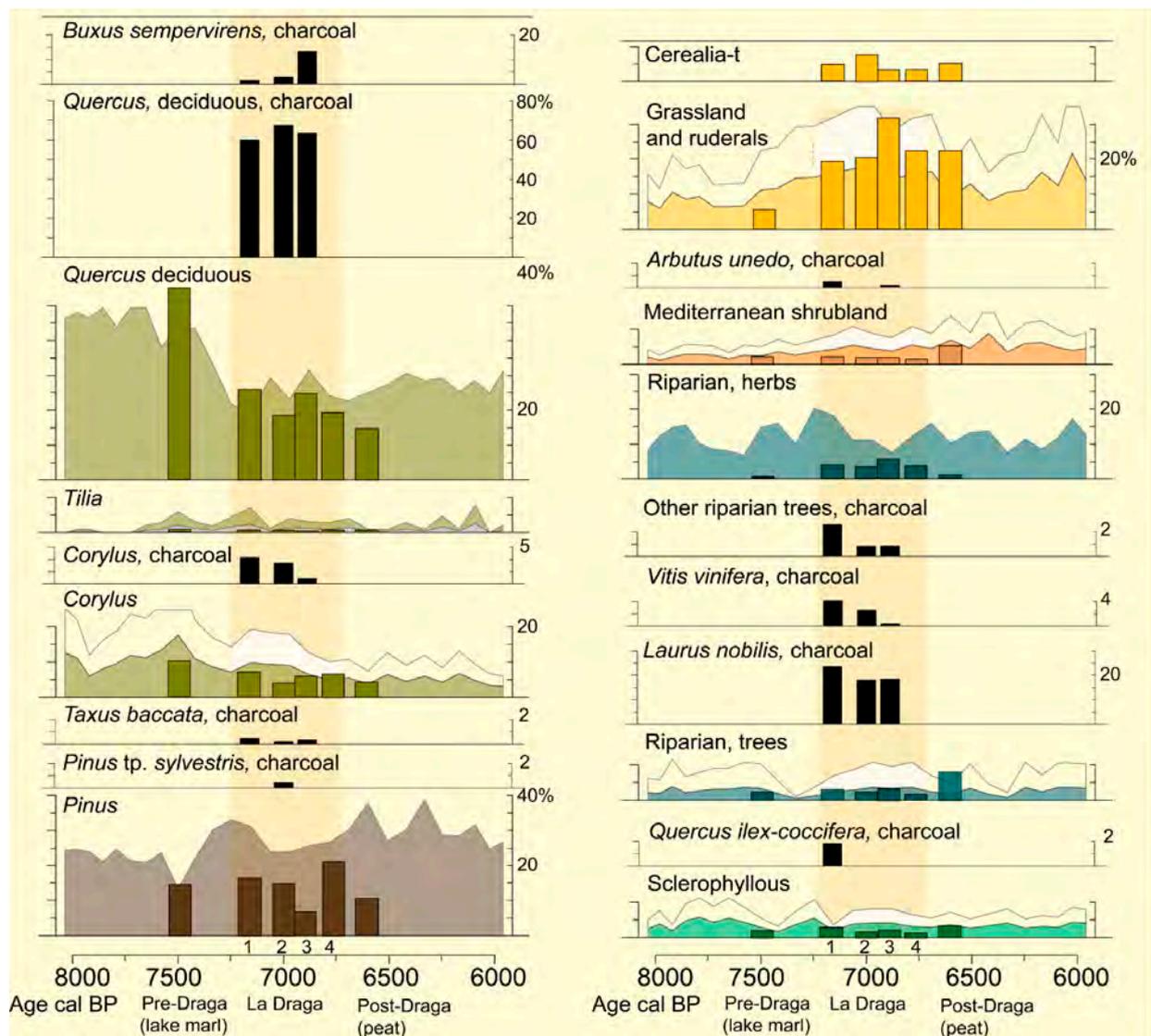
CAMPAÑA(S)	1997				
SECTOR	Sector C subacuático				
CONTEXTO					
ESTRUCTURA					
CUADROS	GG 96	GB 92	GB 93	GD 92	GL 93
LITROS					
<b>Plantas silvestres</b>					
<i>Polygonum</i> sp. (cápsula)					
<i>Prunus spinosa</i> (hueso)		19	19	9	17
<i>Quercus</i> sp. (cotiledón)	3				
<i>Quercus</i> sp. (cotiledón) - frag.					
<i>Ranunculus repens-tipus</i> (cápsula)	1				
<i>Ranunculus sceleratus-tipus</i> (cápsula)					
<i>Ranunculus</i> sp. (cápsula)					
<i>Rubus fruticosus</i> (núcula)	78				
cf. <i>Salix</i> sp.					
<i>Scirpus</i> sp. (cápsula)					
<i>Taraxacum officinale</i> (semilla)					
<i>Tilia platyphyllos</i> (cápsula)					
<i>Verbena officinalis</i> (semilla)					
<i>Vitis</i> sp. (hueso)					
<i>Vitis vinifera</i> var. <i>sylvestris</i> (hueso)	14				
Indeterminado (corteza)					
Indeterminado			1		
<b>Número total de restos</b>	<b>107</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>17</b>

la práctica agrícola, aunque ausente en las secuencias del lago de Banyoles para esta cronología, sí que se han registrado acumulaciones de polen de *Cerealia* t. en los dos sectores de La Draga analizados. El impacto de la actividad ganadera sigue un patrón similar, mientras que se registran altos porcentajes de esporas de hongos coprófilos en las muestras de La Draga (especialmente en el sector B-D), destacan por su ausencia en la secuencia estudiada en el margen occidental del lago. Por tanto, vemos como las actividades agrícola-ganaderas tuvieron un impacto significativo a escala local, en el interior del asentamiento y sus inmediaciones, mientras que a nivel regional estas prácticas son imperceptibles.

Además, el análisis de la distribución espacial de polen y NPPs en La Draga ha confirmado la importancia de considerar los procesos de formación del yacimiento y las cuestiones tafonómicas en la interpretación de los registros arqueopalinológicos, como por ejemplo la sobrerrepresentación de algunos taxones (*Pinus*, *Abies*) en niveles terrígenos (alto contenido mineral y bajo en

materia orgánica, p.e. la UE 2002, Fig. 3) depositados en el contexto de episodios de erosión de suelos; pero también la utilidad de esta aplicación de la palinología para identificar aportaciones antrópicas al registro, por ejemplo, altas concentraciones de polen de *Cerealia*-t asociado a herramientas de molienda y semillas carbonizadas de *Triticum aestivum/durum/turgidum* en el área SO del Sector B-D o en la estructura 263 (y la unidad asociada 2003-1) del Sector A (Figs. 3, 4 y 5, Tabla 3).

El registro antracológico se ha recuperado del carbón procedente de la combustión de leña en todos los estratos correspondientes a las dos fases de ocupación de La Draga. Los restos de carbón son muy abundantes y ubicuos en todos los sectores y niveles. Se ha estudiado una muestra de 4782 fragmentos de ambas fases de ocupación con el fin de identificar los taxones y las principales características de la leña utilizada (Piqué 2000, Caruso & Piqué 2014). El análisis de carbón vegetal ha permitido identificar el uso de 19 taxones: *Acer*, *Alnus glutinosa*, *Arbutus unedo*, *Buxus sempervirens*, *Corylus avellana*, *Fraxinus*, *Juniperus*, *Laurus no-*



**Figura 3.** Resultados del análisis de polen y carbones de La Draga. Barras de colores (polen) y barras negras (carbones) representan los resultados del yacimiento de La Draga. Silueta representa los porcentajes de taxones seleccionados del core SB2 (Revelles et al. 2014). Las muestras de polen de La Draga corresponden a creta lacustre (Lake marl) previa a la ocupación neolítica, sedimentos de 1) Fase I Sector B, 2) Fase II Sector B, 3) Estructuras Sector A, 4) Nivel 2002 (que cubre las estructuras Sector A); y finalmente muestras post abandono (peat). Categorías polínicas: Sclerófilo (*Quercus ilex-coccifera*, *Olea*, *Phillyrea*), árboles riparios (*Alnus*, *Fraxinus*, *Salix*, *Ulmus*), herbáceas riparias (*Cyperaceae*, *Typha*, *Typha-Sparganium*), Matorral mediterráneo, (*Erica*, *Cistaceae*, *Rhamnus*), Pastizales (*Poaceae*, *Plantago*, *Plantago major-media*, *Artemisia*, *Amaranthaceae-Chenopodioideae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Galium* t., *Rumex*, *Brassicaceae*, *Filipendula*). Muestras antracológicas corresponden a 1) Fase I Sector B, 2) Fase II Sector B, 3) Estructuras Sector A. Categorías antracológicas: Otros árboles riparios (*Fraxinus*, *Ulmus*, *Salicaceae*)

*bilis*, monocotiledónea, *Pinus* t. *sylvestris-nigra*, Maloi-deae, *Prunus* t. *avium-cerasus*, *Quercus* perennifolios, *Quercus* caducifolios, Rosaceae, *Salix*, *Taxus baccata*, *Ulmus* y *Vitis*. A pesar de la diversidad de taxones utilizados como leña, solo dos de ellos están representados en cantidades significativas: *Quercus* caducifolios y *L. nobilis*, que representan más del 80 % de los restos identificados (Fig. 6). Ambos taxones crecerían en los bosques de ribera de las orillas del lago y el robledal que se extendería en las zonas próximas, estando los dos tipos de vegetación bien documentados en los re-

gistros polínicos descritos previamente. Por lo que respecta al resto de taxones, éstos rara vez alcanzan valores superiores al 1 %, a excepción de *B. sempervirens* que presenta un incremento en su presencia en la Fase II. Se trata de un arbusto que coloniza los robledales degradados, por lo que su alta presencia durante la segunda fase de ocupación del yacimiento puede ser resultado de una mayor disponibilidad en el entorno.

Cabe destacar que el conjunto antracológico de La Draga ha identificado la presencia de especies poco vi-

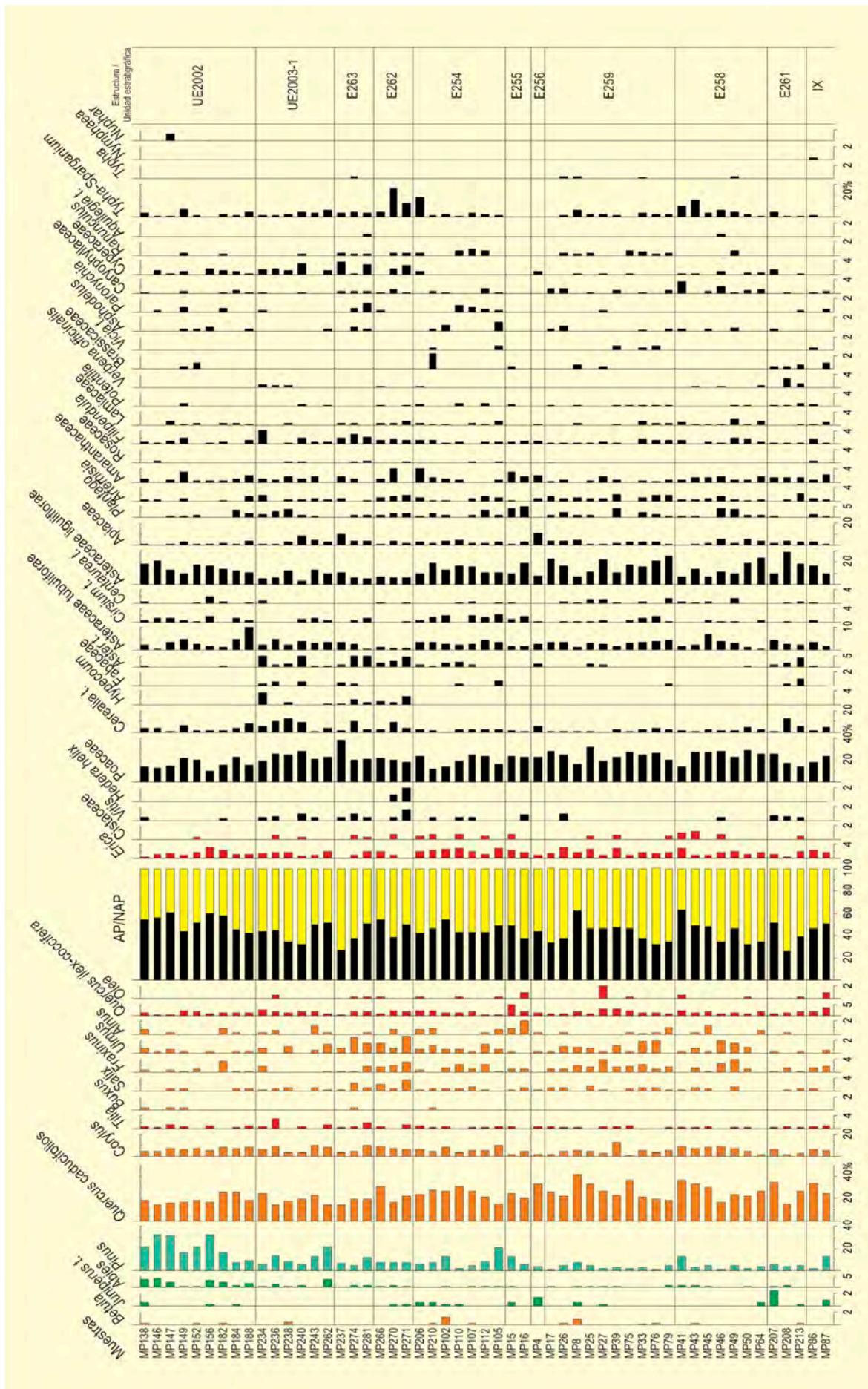


Figura 4. Diagrama palinológico del sector A del yacimiento de La Draga.

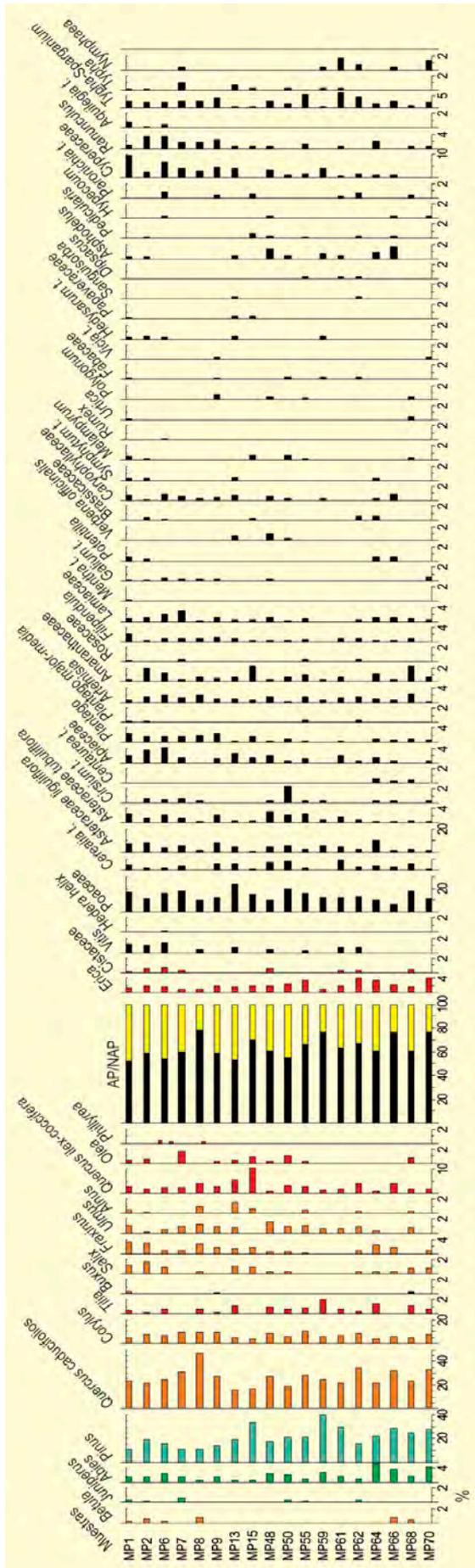


Figura 5.- Diagrama polínico del sector D del yacimiento de La Draga

sibles o totalmente ausentes en el registro polinológico, como *B. sempervirens*, *L. nobilis* o *T. baccata* (Tabla 7). Esto permite evidenciar que estas especies pudieron haber tenido una mayor presencia en el entorno de lo que sugieren los registros polínicos.

Los restos arquitectónicos y los objetos de madera conservados por saturación de agua corresponden todos a la fase I de ocupación (Tabla 8), la más antigua documentada en el yacimiento. Se han recuperado 1271 pilotes verticales, distribuidos por todos los sectores arqueológicos. En los sectores B y C, además, se han documentado 494 elementos horizontales, correspondientes a tablones, vigas o entramado arquitectónico (Bosch *et al.* 2006, López Bultó 2015, López Bultó & Piqué 2018). Hasta el momento, el análisis de elementos arquitectónicos (Tabla 5) ha revelado el predominio de *Quercus* caducifolios en todas las categorías (postes y elementos horizontales de madera). El roble representa el 96 % de los tablones y casi el 99 % de los pilotes determinados. Otros taxones representados son *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Acer*, Maloideae y *L. nobilis*, pero su presencia es minoritaria. La mayoría de los troncos utilizados para los postes corresponden a árboles con pocos anillos de crecimiento (menores de 30 años) y con diámetros que oscilan entre 50 y 100 mm, lo que indica una clara selección de tamaños para este fin. Entre las maderas horizontales hay una mayor variabilidad de diámetro que entre los postes y, a pesar de que la mayoría de los diámetros continúan siendo menores de 100 mm, hay más árboles en los rangos más altos y de mayor edad. Las características de los troncos utilizados indican la explotación de bosques jóvenes para obtener postes y bosques viejos para la obtención de planchas y tablones.

Entre los objetos manufacturados la diversidad de taxones representados es mayor que entre las maderas de construcción. Se ha documentado el uso de no menos de 14 tipos diferentes de especies leñosas para la elaboración de mangos, contenedores, armas y objetos de uso doméstico (Fig. 7). Entre las especies mejor representadas tanto por la cantidad como por la diversidad de objetos elaborados, se encuentran *B. sempervirens* y *Quercus* caducifolios. Pero también se explotaron otras especies para usos muy específicos aprovechando sus propiedades físicas: *Acer*, *Arbutus unedo*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Juniperus*, *L. nobilis*, *Pinus*,

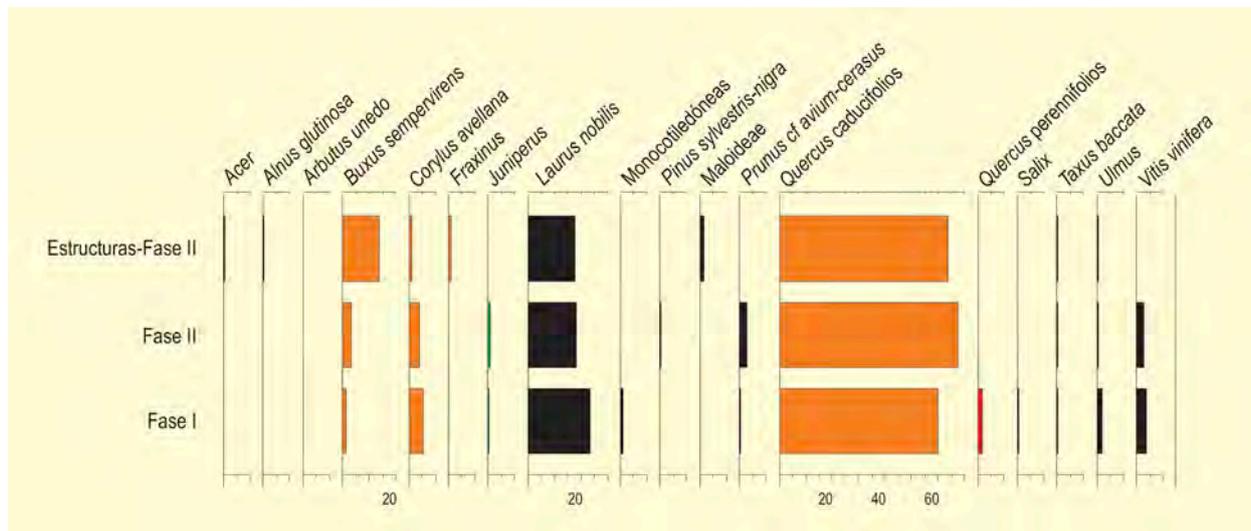


Figura 6. Diagrama antracológico del yacimiento de La Draga

Tabla 5. Taxones identificados entre los residuos de combustión y entre los objetos fabricados con madera y fibras vegetales (a partir de Bosch et al. 2006, López Bultó 2015 & Herrero-otal et al. 2021)

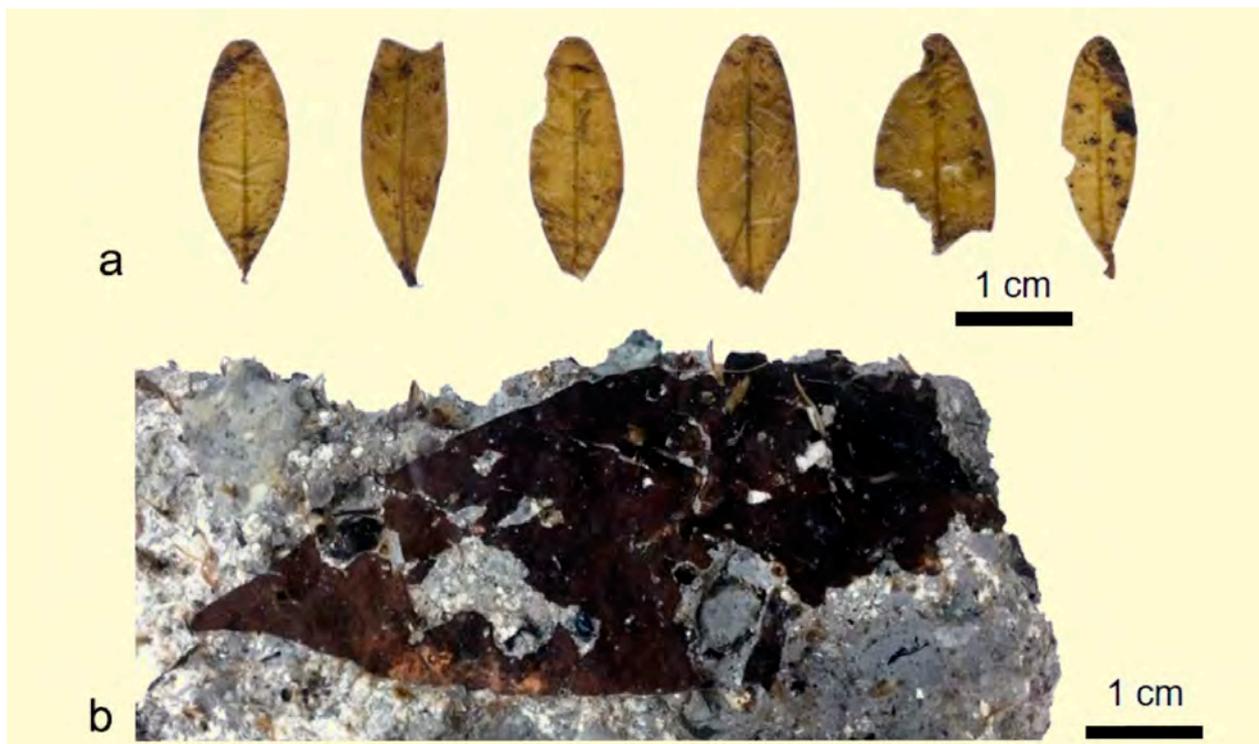
	Instrumentos, cestería	Madera de construcción	Ornamento	Combustible
<i>Acer</i>	X	X		X
<i>Alnus glutinosa</i>				X
<i>Arbutus unedo</i>	X			X
<i>Buxus sempervirens</i>	X			X
<i>Clematis vidalba</i>	X			
<i>Cornus sanguinea.</i>	X	X		
<i>Corylus avellana</i>	X	X		X
Cyperaceae	X			
<i>Juniperus</i>	X			X
<i>Laurus nobilis</i>	X	X		X
Maloideae	X	X		X
Monocotiledonea	X			
<i>Pinus</i>	X			X
Poaceae	X			
<i>Prunus cf. avium</i>			X	X
<i>Quercus caducifolios</i>	X	X		X
<i>Quercus perennifolios</i>	X			X
<i>Salix</i>	X			X
<i>Sambucus</i>	X			
<i>Taxus baccata</i>	X			X
<i>Tilia</i>	X			
Typhaceae	X			
<i>Ulmus</i>				X
<i>Urtica/Linum</i>	X			
<i>Vitis vinifera</i>				X



**Figura 7.** Instrumentos de madera y cuerdas de La Draga: a. Pala de *Quercus caducifolios*, b. mango de azuela de *Pinus*, c. mango de hoz de *Sambucus*, d. palo cavador de *Buxus sempervirens*, e. cucharón de *Quercus caducifolios*, f. mango de hoz de *Buxus sempervirens*, g. peine de *Buxus sempervirens*, h. pequeña pala de *Quercus caducifolios*, i. cuerda de arco de *Urtica/Linum*, j. hoz de madera de *Quercus caducifolios* (Fotografías: equipo de La Draga)

Maloideae, *Quercus perennifolios*, *Salix*, *Sambucus* y *T. baccata*. Se observa una selección no solo de especies, sino también de partes concretas de los árboles. Los taxones identificados muestran el aprovechamiento de especies procedentes de diversos ecosistemas: se explotaron los bosques caducifolios circundantes además de la vegetación de ribera.

Entre el conjunto de objetos elaborados con fibras vegetales destacan los restos de cestería y cordelería recuperados también en los estratos de la fase I (Tabla 5). Los restos corresponden al menos a 8 cestos y alrededor de 70 fragmentos de cuerda. Los análisis de las fibras vegetales utilizadas para elaborar estas artesanías vegetales muestran el amplio espectro de familias seleccionadas, que incluye tanto monocotiledóneas como dicotiledóneas. Entre los restos de cestería se registraron tres tipos diferentes de Poaceae, uno de Cyperaceae y uno de Typhaceae, además del uso de fibras liberianas de *Tilia* (Piqué *et al.* 2018b, Herrero-Otal *et al.* 2021). Por otra parte, entre los restos de cordelería destaca el uso de dicotiledóneas, habiéndose documentado el uso de fibras de *Tilia* junto con la presencia de fibras de otras especies que podrían pertenecer al género *Urtica* o *Linum*. También se ha identificado la presencia de rollos de la liana (*Clematis vitalba*), probablemente almace-



**Figura 8.** a: Hoja de *Buxus sempervirens*. b: Hoja de *Laurus nobilis*. Procedentes del nivel VII de La Draga (Fase I) (Fotos: Eva Castells)

nadas para su uso posterior como cuerda. Todas estas plantas podrían haber crecido en el ambiente lacustre y los bosques caducifolios circundantes y están bien documentadas en los registros polínicos y carpológicos, lo que sugiere una disponibilidad local de las materias primas al igual que en la producción de los utensilios.

La presencia de musgo adherida a la corteza de uno de los pilares de madera de *Quercus* caducifolios constituye un ejemplo único de la población de briofitos de hace 7300 años. Su estudio ha permitido identificar dos taxones pertenecientes a la familia Leucodontaceae: *Leucodon sciuroides* y *Leptodon smithii* (Franch *et al.* 2016). Los dos musgos identificados actualmente son característicos del clima mediterráneo y/o submediterráneo.

Las hojas son restos valiosos, ya que pueden proporcionar información precisa sobre la composición de la vegetación del paisaje, pero rara vez se preservan en contextos arqueológicos. En La Draga se han estudiado 29 muestras de hojas en óptimo estado de conservación, todas ellas procedentes de los estratos de la Fase I (Castells *et al.* 2020). Las hojas correspondían a *Laurus nobilis* y *Buxus sempervirens* (Fig. 8). Estas dos especies de hoja perenne están bien documentadas en el yacimiento a partir de otros registros arqueobotánicos, como el carbón, los utensilios de madera y las semillas (en el caso de *L. nobilis*). La presencia de estas especies en el sitio proporciona datos complementarios sobre la vegetación forestal pasada. La amplia distribución de hojas de *L. nobilis* en toda la superficie excavada sugiere que este taxón estaba presente en el bosque ribereño en los alrededores del emplazamiento. En contraste, la presencia de *B. sempervirens* fue probablemente el resultado del transporte de materia prima desde los bosques cercanos al asentamiento para elaborar implementos de madera.

Los restos carpológicos son muy abundantes en todos los estratos y fases de La Draga, suponiendo un conjunto de más de 300.000 muestras, la mayoría de las cuales están conservadas por carbonización, aunque en los estratos de la fase I se han recuperado también en estado orgánico (saturadas de agua) (Buxó *et al.* 2000, Antolín & Buxó 2011, Antolín *et al.* 2014, Antolín 2016).

Entre los diferentes tipos de restos carpológicos recuperados, predominan los cereales carbonizados,

**Tabla 6.** Taxones identificados entre los cuerpos fructíferos fúngicos. (Adaptado de Berihuete-Azorín *et al.* 2018)

Taxa	Número de restos
<i>Corioloopsis gallica</i>	8
<i>Daedalea quercina</i>	9
<i>Daldinia concentrica</i>	11
<i>Ganoderma adspersum</i>	51
<i>Lenzites warnieri</i>	2
<i>Skeletocutis nivea</i>	3
Unidentified	2
Total	86

siendo los más abundantes el trigo desnudo (t. *Triticum durum/turgidum*) y la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*, posiblemente desnuda), así como también pequeñas cantidades de farro (*Triticum dicoccum*), escanda (*Triticum monococcum*) y trigo de timopheev (*Triticum timopheevi*) (Tabla 3). La adormidera (*Papaver somniferum*) está también bien representada y probablemente fue cultivada por los habitantes del poblado.

La Draga ha proporcionado, además, un conjunto de plantas silvestres muy diverso (Fig. 9). Entre las diferentes especies se encuentran plantas que fueron recolectadas con finalidades alimentarias, como las bellotas (*Quercus*), las avellanas (*Corylus avellana*), el manzano silvestre (*Malus sylvestris*), las endrinas (*Prunus spinosa*), las zarzas (*Rubus fruticosus*), las uvas silvestres (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) y las cerezas (*Prunus avium*), los huesos de las cuales fueron usados también con finalidades ornamentales. Otros frutos y semillas documentados corresponden a restos de plantas de los bosques circundantes, como *Alnus glutinosa*, o huesos de frutos como *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Taxus baccata* y *Tilia platyphyllos*.

Finalmente, en el yacimiento también se documentan abundantes plantas de ambientes acuáticos (Tabla 4) como *Alisma plantago-aquatica*, *Apium nodiflorum*, *Chara*, *Cladium mariscus*, *Cyperus fuscus*, *Iris pseudacorus*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Najas marina/intermedia*, *Nymphaea alba*, *Phragmites australis*, *Polygonum lapathifolium*, *Potamogeton*, *Ranunculus aquatilis*, *Ranunculus sceleratus*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia* y *Typha latifolia*; así como las plantas ruderales como *Eupatorium cannabinum*, *Plantago major*,

Tabla 7. Taxones determinados entre los restos antracológicos de las dos fases de ocupación y estructuras de La Draga

Taxón	PHASE I		PHASE II		ESTRUCTURAS	
	N	%	N	%	N	%
<i>Acer</i>					18	0,63
<i>Alnus glutinosa</i>					1	0,04
<i>Arbutus unedo</i>	2	0,18			1	0,04
<i>Buxus sempervirens</i>	16	1,43	21	2,92	380	13,31
<i>Corylus avellana</i>	60	5,36	29	4,04	31	1,09
<i>Fraxinus</i>					1	0,04
<i>Juniperus</i>	1	0,09	4	0,56		
<i>Laurus nobilis</i>	260	23,21	126	17,55	503	17,62
Monocot	1	0,09			1	0,04
<i>Pinus sylvestris-nigra</i>			3	0,42		
Rosaceae/Maloideae	1	0,09			47	1,65
<i>Prunus cf avium cerasus</i>	6	0,54	19	2,65		
<i>Quercus caducifolios</i>	664	59,29	471	65,6	1785	62,52
<i>Quercus perennifolios</i>	20	1,79				
<i>Salix</i>	7	0,63	1	0,14	2	0,07
<i>Taxus baccata</i>	4	0,36	1	0,14	7	0,25
<i>Ulmus</i>	22	1,96	5	0,7	20	0,70
<i>Vitis vinifera</i>	43	3,84	18	2,51	1	0,04
No determinables	13	1,16	20	2,79	57	2,00
Total restos	1120	100	718	100	2855	100
Total taxones	14		11		14	

*Urtica dioica* o *Verbena officinalis*, entre otras. Cabe señalar que el género *Cyperus* además está representado por los restos de un bulbo.

Los cuerpos fructíferos fúngicos también están bien representados en los estratos de la fase I de La Draga, todos ellos conservados en condiciones de anegamiento (Girbal 2000 2011, Berihuete-Azorín *et al.* 2018, Piqué *et al.* 2019). En total se han conservado 86 restos que corresponden a seis taxones: *Skeletocutis nivea*, *Coriopsis gallica*, *Daedalea quercina*, *Daldinia concentrica*, *Ganoderma adspersum* y *Lenzites warnieri*. La mayoría de éstos son hongos políporos que parasitan árboles vivos o muertos. Entre ellos, *Ganoderma adspersum* es el más abundante (N = 51) (Tabla 6, Fig. 10). Gran parte de los hongos están completos y sus tamaños oscilan entre 10x9x12 mm y 98x140x29 mm, aunque dominan los de 48 mm de largo y 62 mm de ancho. Tres de ellos muestran una clara evidencia de manipulación; uno de ellos, un *Ganoderma*, está parcialmente carbonizado y

los otros dos, un *Ganoderma* y un *Lenzites*, están recordados. El tipo de hongo representando, entre los que predominan los que parasitan principalmente árboles vivos, sus tamaños y las evidencias de manipulación permiten descartar que hubiesen crecido espontáneamente en el asentamiento. Así, se propone que estos hongos políporos fueran transportados intencionalmente para ser utilizados como hongos yesqueros.

De acuerdo a los datos obtenidos, hace 7300 años una comunidad neolítica se estableció en una playa lacustre al borde del lago de Banyoles en un paisaje boscoso denso. En el entorno más cercano del asentamiento alternaban plantas higrófitas, como Ciperáceas (*Cladium mariscus*, Cyperaceae), boga/enea (*Typha latifolia/angustifolia*), juncos (*Juncus articulatus* y *J. effusus*), menta acuática (*Mentha cf. aquatica*) y un bosque de ribera, con fresnos (*Fraxinus sp.*), sauces (*Salix sp.*), olmos (*Ulmus sp.*) y alisos (*Alnus sp.*), además de chopos (*Populus sp.*), saúco (*Sambucus nigra*), laureles (*Laurus nobilis*) y vides

Tabla 8. Taxones determinados entre los restos de madera procedentes de la Fase I de La Draga

Taxón	Postes		Maderas horizontales		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
<i>Acer</i> sp.	1	0,13			1	0,08
<i>Cornus sanguinea</i>	1	0,13	4	0,83	5	0,4
<i>Corylus avellana</i>	5	0,65	6	1,25	11	0,88
<i>Laurus nobilis</i>	2	0,26	6	1,25	8	0,64
<i>Quercus</i> sp. deciduous	758	98,83	462	96,05	1220	97,76
Rosaceae/Maloideae			1	0,21	1	0,08
Corteza no determinable			2	0,42	2	0,16
Total determinados	767	100	481		1248	
No determinados	504	39,65	13	2,63	517	29,29
TOTAL	1271		494		1765	

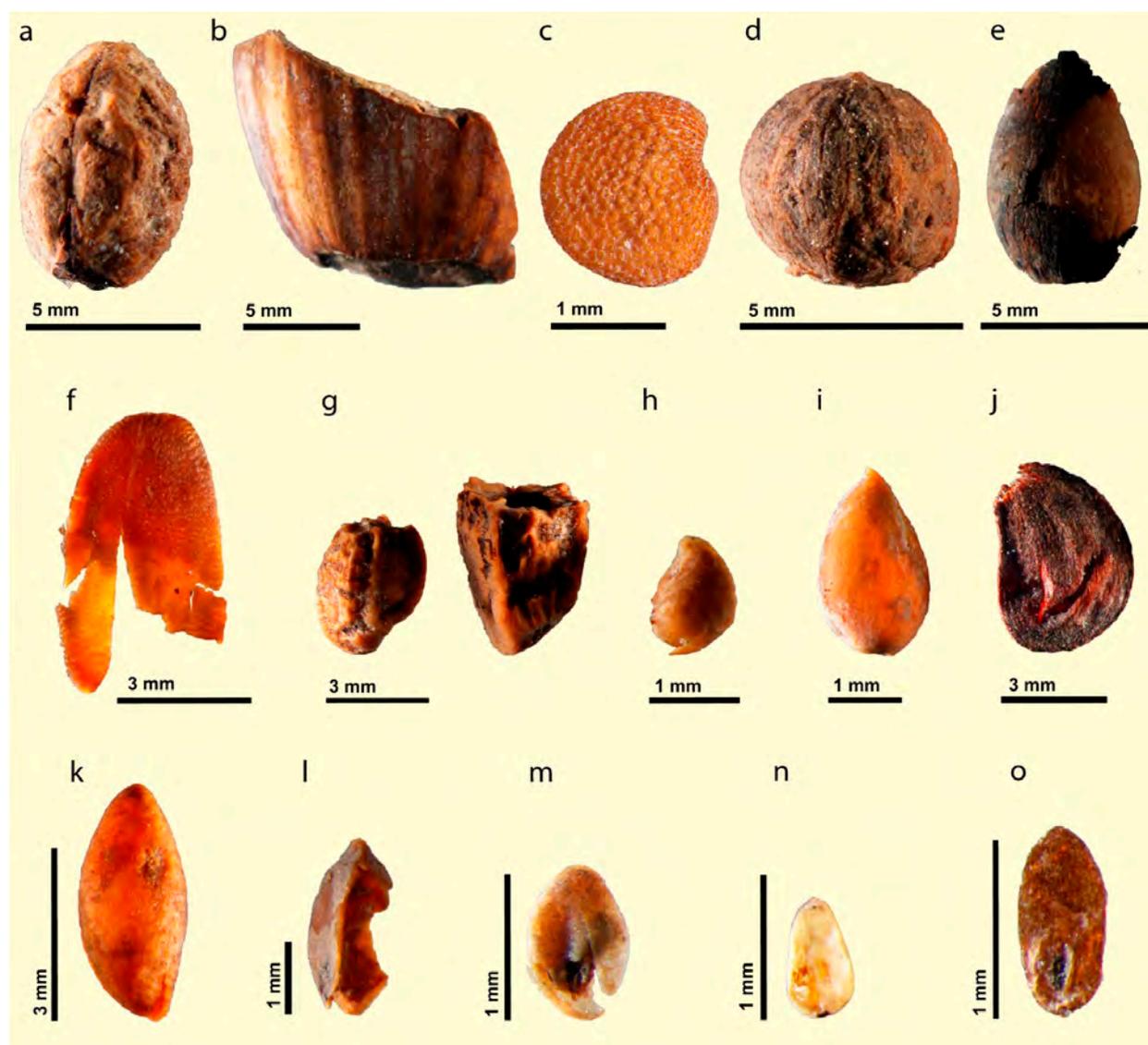


Figure 9. Imágenes de semillas y frutos del yacimiento de La Draga. a: *Crataegus monogyna*. b: *Corylus avellana*. c: *Physalis alkekengi*. d: *Cornus sanguinea*. e: *Taxus baccata*. f: *Silybum marianum*. g: *Carthamus* cf. *lanatus*. h: *Fragaria vesca*. i: *Viola* cf. *alba*. j: *Pyrus malus* subsp. *sylvestris*. k: *Najas intermedia/marina*. l: *Carex* cf. *hirta*. m: *Linum* cf. *catharticum*. n: *Campanula* cf. *rotunda*. o: *Phragmites* (Fotos: F. Antolín)



Figura 10. Cuerpos fructíferos de *Ganoderma adspersum* (Foto: equipo de La Draga)

silvestres (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*). El componente mayoritario del paisaje, sin embargo, era el robledal, los bosques de caducifolios, con predominio del roble (*Quercus* caducifolios, principalmente *Quercus pubescens* y *Quercus robur*) y la presencia de avellanos (*Corylus avellana*), tilos (*Tilia* sp.), pinos en los claros (*Pinus* sp.), tejos en zonas de umbría (*Taxus baccata*) y boj es en el sotobosque (*Buxus sempervirens*). También se habrían desarrollado bosques de coníferas (pinos y abetos) en las montañas circundantes (*Pinus*, *Abies*) y a nivel más regional se podrían encontrar áreas con la presencia del encinar, con encinas (*Quercus ilex*), coscojas (*Quercus coccifera*), acebuches (*Olea europaea* L. var. *sylvestris*), aladiernas (*Phillyrea* sp.), brezos (*Erica*) y jaras (*Cistus*).

El grupo de La Draga realizó un aprovechamiento amplio y variado de los recursos vegetales silvestres que crecían en este entorno, como se puede apreciar debido a la amplia diversidad de especies procedentes de diversos ecosistemas. Las plantas fueron utilizadas como alimento y materia prima para elaborar instrumentos y construir las viviendas, además de propor-

cionar el combustible que, a tenor de las fechas obtenidas en el yacimiento, alimentó los hogares durante generaciones. Este aprovechamiento implicó un conocimiento botánico extraordinario y el desarrollo de las habilidades técnicas para la obtención, transformación y consumo de las plantas.

Además, los pobladores de La Draga introdujeron el cultivo de cereales, y posiblemente adormidera (*Papaver*), en la región. La agricultura de La Draga, de carácter intensivo, se realizó en campos de cultivo pequeños, trabajados a mano con palos cavadores (López-Bultó et al. 2020).

Los habitantes de La Draga se asentaron en un entorno en el que no se registra ocupación humana previa a la llegada de esta comunidad agrícola. Sin embargo, coincidiendo con el asentamiento de esta comunidad, se detecta una clara perturbación del paisaje vegetal. En los registros polínicos se documenta un fuerte descenso de los valores de polen de roble, tanto en el yacimiento como en sedimentos naturales del borde del

lago. Estos cambios significativos en la vegetación serían resultado de la explotación del bosque durante el neolítico para el abastecimiento de leña y material de construcción. Como ya se ha señalado, se talaron miles de troncos de roble para construir las viviendas. Así mismo, estos bosques continuaron siendo explotados para obtener combustible y materia prima durante más de 200 años. En definitiva, la adopción de un modo de vida basado en la agricultura y la ganadería tuvo un fuerte impacto en la relación establecida entre los humanos y su entorno, lo que tuvo como resultado un proceso progresivo de transformación del medio. Cabe señalar que el abandono del yacimiento de La Draga coincide en los

registros polínicos con una recuperación de la cobertura vegetal, demostrando la resiliencia de los bosques circundantes y su capacidad de regeneración.

#### **Más información**

Piqué (2000), Burjachs (2000), Buxó *et al.* (2000), Girbal (2000, 2011), Bosch *et al.* (2000, 2006), Antolín & Buxó (2011), Antolín *et al.* (2013, 2014), Caruso & Piqué (2014), Revelles *et al.* (2014, 2015, 2018), López Bultó (2015), Antolín (2016), Franch *et al.* (2016), Berihuete-Azorín *et al.* (2018), López Bultó & Piqué (2018), Piqué *et al.* (2018b, 2019), Castells *et al.* (2020), Revelles (2021), Herrero-Otal *et al.* (2021)



# LA FEIXA

Ger, Baixa Cerdanya, Girona  
Holoceno (4977 años cal BP)

El depósito turboso (*mollera*) de La Feixa se encuentra situado en el altiplano de La Màniga del término municipal de Ger (Girona, Pirineo oriental), a 2150 m s.n.m (42° 27' 10" N, 01° 48' 49" E), en los contrafuertes del nacimiento del río Segre y al pie del pico de Puigpedrós (2912 m s.n.m) (Fig. 1). Las precipitaciones actuales superan los 1000 mm anuales y a partir de noviembre buena parte son en forma de nieve. La temperatura media anual está en torno a los 2,8 °C, con un ritmo térmico en el que los valores negativos se suceden desde noviembre a marzo.

La vegetación actual en este piso subalpino es de predominancia de *Pinus mugo* subsp. *uncinata*, que tiende a remontar hasta los 2400 m y que da paso al prado alpino de la asociación *Pumileto-Festucetum-supinae*. En la vegetación local predominan *Carex*, *Ranunculus* y *Sphagnum* que acrecen la turbera. Tradicionalmente, los bosques de esta zona han sido explotados para obtener madera (navieras, construcción, minería y carboneo) y/o eliminados para la obtención de pastos (*Festuca supina*, *F. eskia*, *Nardus stricta*, *Trifolium alpinum* y *Gentiana pyrenaica*). Sin embargo, actualmente se



Figura 1. Paisaje alrededor del pico de Puigpedrós

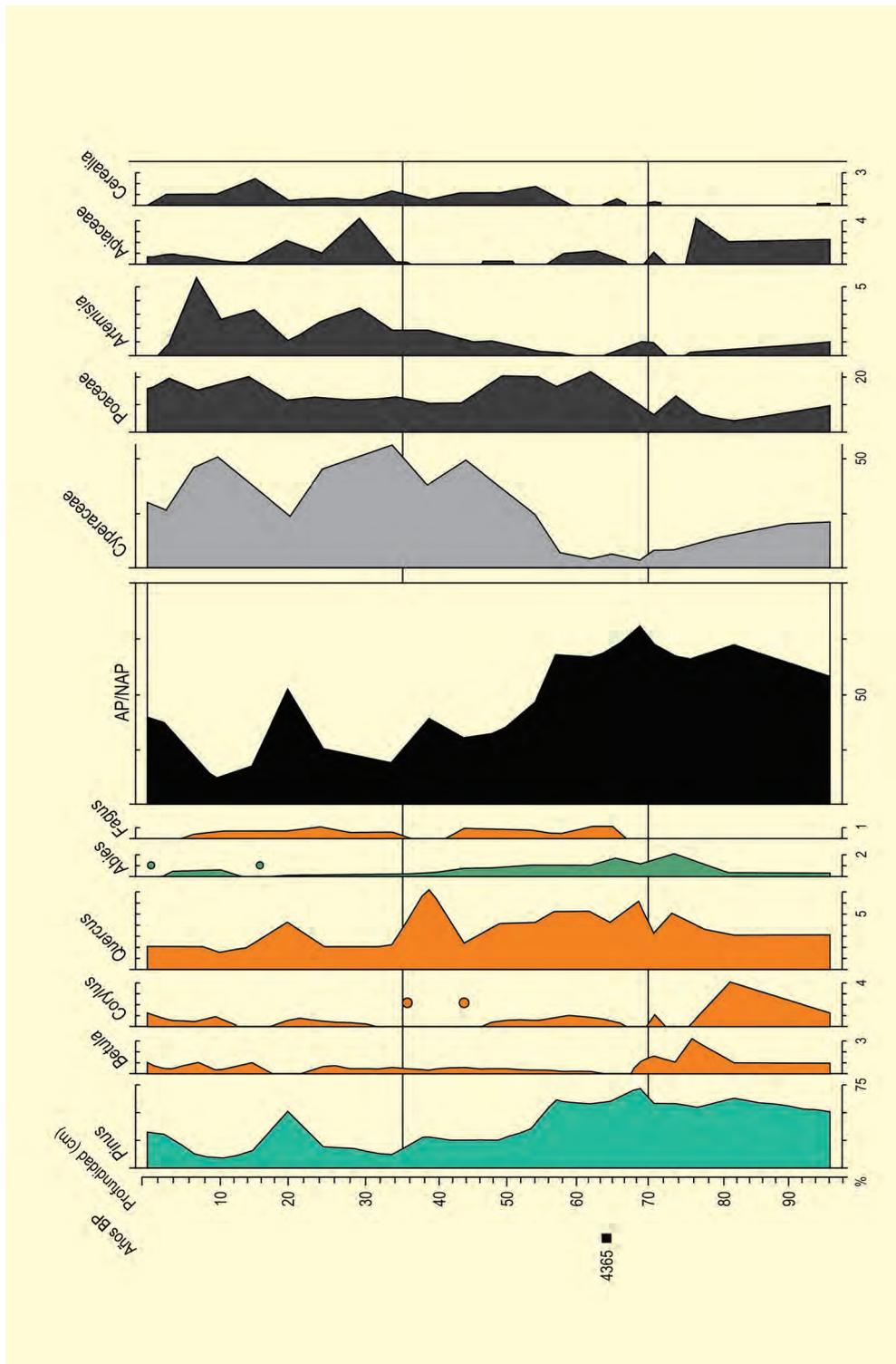


Figura 2. Diagrama polínico de La Feixa. Redibujado de Gómez-Ortiz & Esteban-Amat (1993)

están recuperando, ya que incluso la cabaña ganadera se ha reducido a la mínima expresión.

La cronología de la secuencia se limita a la datación de un tronco a los 65 cm de profundidad y

da unas fechas de 4365 años BP y 4977 años cal BP aproximadamente. Cabe destacar que, para los cálculos de porcentajes de este diagrama (Fig. 2), los taxones locales *Cyperaceae* y *Apiaceae* han sido incluidos en la suma base y, por tanto, sus altos valo-

res tienden a disminuir los de la cubierta arbórea (AP).

La base del diagrama, anterior a 5000 cal BP, muestra un paisaje vegetal dominado por *Pinus* y *Betula* en el piso montano superior y por *Corylus* y *Quercus* en el inferior, observándose en el último momento la expansión de *Abies*.

La parte media de la secuencia coincide con el inicio del período climático Subboreal y muestra un descenso de taxones mesófilos (*Betula* y *Corylus*) y de *Pinus*, manteniéndose la abundancia de *Quercus*. Es la fase del

abetal y del inicio de la extensión de *Fagus*. Por otra parte, el declive de la curva de AP coincide con el aumento del tipo Cerealía, cuyos valores no pensamos que correspondan al cultivo de cereales, sino a determinados tipos de gramíneas silvestres.

Por último, la parte superior del espectro polínico podría indicar una antropización del paisaje en coincidencia con valores de *Quercus* que descienden mientras aumentan los porcentajes de *Artemisia*.

#### **Más información**

Gómez-Ortíz & Esteban-Amat (1993)



# LA JUNTA

Comarca del Andévalo occidental, Puebla de Guzmán, Huelva  
Holoceno (4210-3980 años cal BC)

La Junta es un yacimiento arqueológico localizado en la comarca onubense del Andévalo occidental Pueblo de Guzmán ( $37^{\circ} 39' 27''$  N,  $07^{\circ} 21' 20''$  O; 85 m s.n.m.) (Figs. 1 y 2). El área de intervención se localiza sobre una elevación con características de formación en espolón, en la confluencia de los cursos de los ríos Malagón y Albahacar.

Se han establecido dos fases en la ocupación. La primera correspondería a la fundación del asentamiento, con una cronología directa cal 2770 años BC. A este momento pertenece la unidad sedimentaria 4. La segunda fase correspondería a su última ocupación, con una cronología directa máxima de 2698 años cal BC y mínima de 2414 años cal BC (Nocete *et al.* 2005).

El paisaje local es adehesado con encina (*Quercus rotundifolia*) y alcornoque (*Quercus suber*) acompañados de especies como *Arbutus unedo*, *Phillyrea angustifolia* y *Pistacia lentiscus*, junto a jarales de *Cistus albidus* y *C. ladanifer*. A este conjunto se añaden también algunos núcleos forestales compuestos por *Pinus halepensis* y grandes extensiones repobladas con eucaliptos.

La secuencia palinológica (Fig. 2) comprende 9 espectros polínicos, tres de los cuales resultaron palinológicamente estériles (2A, 3A2 y 7-1) (Fuentes *et al.* 2006). Los grupos más abundantemente representados en el contingente polínico son *Pinus* y Poaceae. También, pero en menor medida, Asteraceae, *Quercus ilex*.



Figura 1. Vista del yacimiento de La Junta (Foto: José S. Carrión)

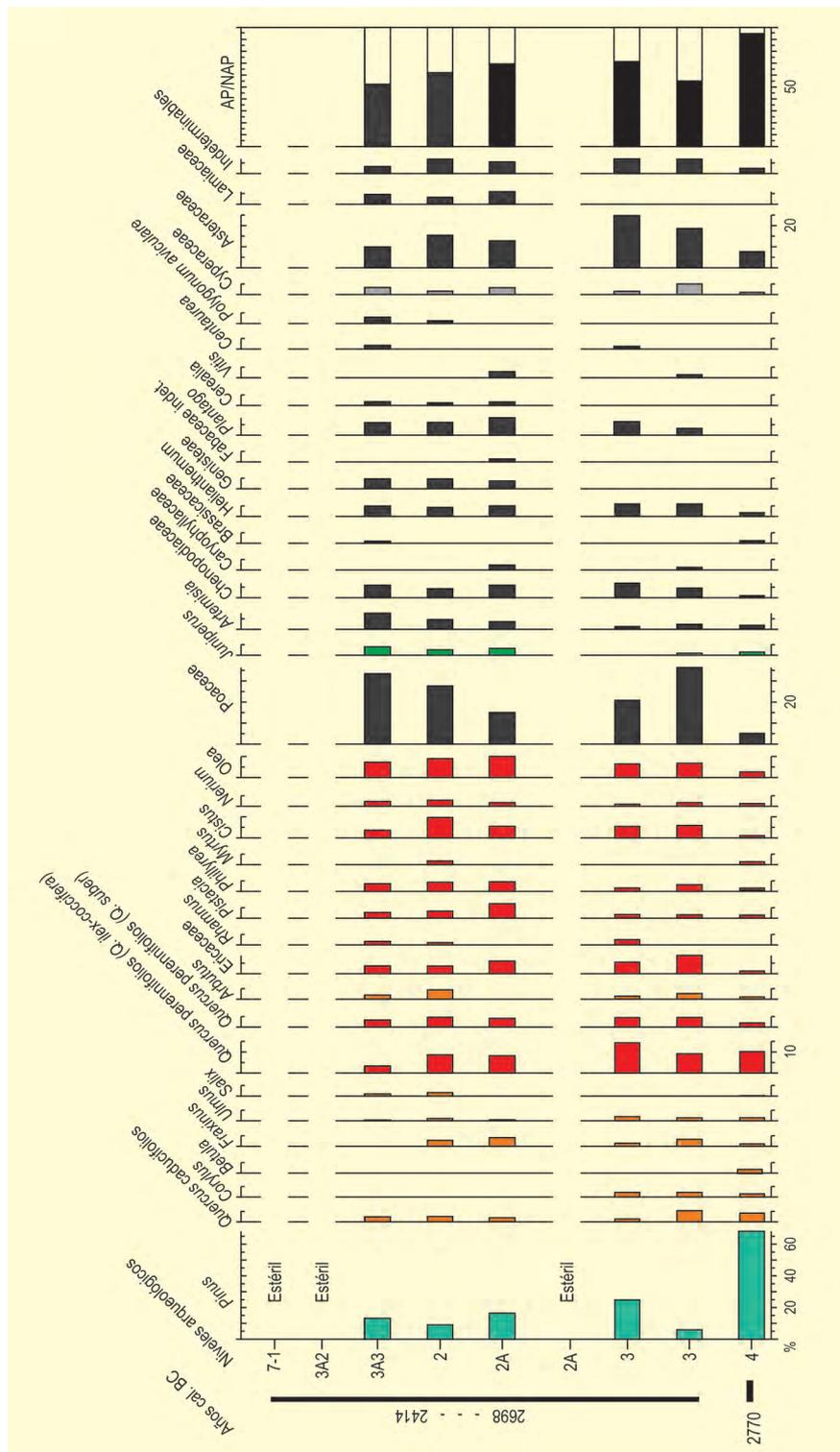


Figura 2. Diagrama polínico del yacimiento de La Junta. Redibujado de Fuentes et al. (2006)

*coccifera*, *Olea*, *Cistus*, *Quercus suber*, *Ericaceae* y *Plantago*. En conjunto, se constata una dominancia del componente mediterráneo y xerofítico sobre el elemento caducifolio, así como una relativa abundancia del polen arbóreo durante la mayor parte del registro.

El estrato 4 se diferencia del resto por una mayor abundancia de *Pinus*, presencia exclusiva de abedul (*Betula*) y menor cobertura herbácea, afectando fundamentalmente a *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Helianthemum*, *Plantago*, *Cyperaceae* y *Asteraceae*.



Figura 3. Restos arqueológicos del yacimiento de La Junta (Foto: José S. Carrión)

El nivel inferior de la unidad 3 muestra un fuerte decremento del componente arbóreo, afectando drásticamente a *Pinus* y, en menor medida, a *Quercus* pennifolios.

El nivel superior de la unidad 3 sugiere una recuperación puntual de la masa forestal, que llega a alcanzar valores del 70%. *Pinus*, que exhibe valores a la par con Poaceae, continúa erigiéndose como principal contribuyente de los espectros polínicos. Queda constancia, además, de la última presencia de *Corylus*. A partir de este momento, el valor AP (polen arbóreo) decae progresivamente hasta alcanzar valores aproximados del 50 % al final de la secuencia.

La presencia de *Vitis* en la base del nivel 3 y en 2A, así como de polen de cereal en los niveles 2A, 2 y 3A3,

sugieren el cultivo puntual de la vid y de cereales durante las fases implicadas.

Esta secuencia denota el impacto que la metalurgia del cobre ejerció sobre la cubierta vegetal en la comarca onubense del Andévalo occidental durante el III milenio BC. En el momento inicial de ocupación, el predominio del estrato arbóreo era absoluto, excediendo en un 90% el total de las especies identificadas, lo cual induce a considerar la presencia de un paisaje forestal denso en el entorno inmediato. En momentos posteriores de ocupación se aprecia el comienzo del proceso de deforestación que tiene lugar en la región.

#### Más información

Nocete *et al.* (2005), Fuentes *et al.* (2006)



# LA MATA

Valle del arroyo Molar, Campanario, Badajoz  
Holoceno reciente (siglos VI BC – V BC)

El edificio protohistórico de La Mata (Campanario, Badajoz) se localiza entre las comarcas de la Serena y Vegas Altas del Guadiana ( $38^{\circ} 52' 12''$  N,  $05^{\circ} 40' 42''$  O; 360 m s.n.m.) (Fig. 1) enmarcándose en el contexto agropecuario del valle del arroyo Molar, afluente del Zújar, integrado a su vez en plena cuenca extremeña del río Guadiana. Actualmente se localiza en el piso mesomediterráneo inferior, con un ombroclima seco. El edificio de La Mata (Fig. 2) se valora como una residencia aristocrática de carácter rural, con una cronología comprendida entre los siglos VI-V BC y finales del siglo V BC, dentro del llamado Período Postorientalizante.

La excavación se realizó entre 1990 y 2002 (Rodríguez-Díaz 2004) descubriendo un edificio de doble planta, con fachada torreada y cercado por un muro de mampuestos, un terraplén y un foso (Fig. 2). Su cubierta probablemente fue plana y rematada por un amplio terrado. Todo el conjunto se inscribe en un espacio cuadrangular de aproximadamente 50 m cuyas características permiten vincular el edificio a la llamada arquitectura de prestigio oriental.

Se estima que La Mata fue la residencia de una élite rural, de probable carácter gentilicio, que dominó y



Figura 2. Plano del yacimiento con distribución espacial de restos. Pérez-Jordá (2004)

controló la explotación de los recursos agropecuarios del entorno durante tres o cuatro generaciones. La des-



Figura 1. Paraje extremeño de la Cuenca alta del Guadiana en las proximidades de Campanario (Foto de M. QUIRÓS GONZÁLEZ)

Tabla 1. Restos vegetales encontrados en el yacimiento de La Mata (Pérez-Jordá 2004)

LA MATA		Estancias								
Plantas cultivadas	E-1	E-2	E-3	E-4	E-7	E-8	E-9	E-11	Per. O.	Per. N.
<i>Hordeum vulgare</i>	42	14	3	56	30	6	1	17	1	42
<i>Hordeum sp. (raquis)</i>	4	2		229	284	2	1	1		4
<i>Triticum dicoccum</i>	8			5			1			8
<i>T. dicoccum/monococcum (horquilla)</i>	2			9	2	10				2
<i>Triticum aestivum-durum</i>	10	23	2	14	8	1		2	5	10
<i>T. aestivum-durum (raquis)</i>		5		5						
<i>T. aestivum compactum</i>	6	12		7	1		3			6
<i>Panicum miliaceum</i>				1						
Leguminosae	0	1		7	1				1	
<i>Lathyrus sp.</i>	1	1		5	1	3	1			1
<i>Pisum sativum</i>			1							
<i>Vicia faba</i>		3					4	3	1	
<i>Vicia sp.</i>	6			2						6
<i>Ficus carica</i>		2		2	44					
cf. <i>Olea europaea</i>		1								
<i>Prunus dulcis</i>	1								1	1
<i>Vitis vinifera</i>	3	21		206	9	5	7			3
Plantas silvestres	E-1	E-2	E-3	E-4	E-7	E-8	E-9	E-11	Per. O.	Per. N.
<i>Aegilops sp.</i>					1					
<i>Anthemis cf.</i>				2						
<i>Asparagus sp.</i>					1					
<i>Astragalus sp.</i>	2				8					2
<i>Avena barbata/sterilis</i>	33	2		45	25					33
<i>Avena barbata/sterilis (espiguillas)</i>	1			12	32					1
<i>Beta sp.</i>					9					
<i>Bifora testiculata</i>						1				
<i>Bromus sterilis</i> tipo					3					
<i>Bromus sp.</i>					8					
<i>Carex sp.</i>				3	1			2		
<i>Centaurea sp.</i>	1						1			1
<i>Cistus ladanifer</i>	7	1		119	3	52				7
<i>Convolvulus sp.</i>		1								
<i>Chenopodium album</i>		2		49	187	19				
<i>Chenopodium cf murale</i>				7	6	3	1			
<i>Cynosurus</i> tipo					21					
<i>Digitaria sanguinalis</i>				108						
<i>Echium/Lithospermum</i>	1			3						1
<i>Festuca</i> tipo	10			20	13		2			10
<i>Galium sp.</i>	1	4		16	15	2	5	1		1
<i>Graminea</i>	12	6		42	8	3	4			12
<i>Hordeum murinum</i>					1					
<i>Hordeum murinum ssp leporinum</i>					1					
<i>Lolium/Festuca</i>	22	36		69	42		16			22
<i>Lolium temulentum</i>	1	5		9	2	1	1	1		1
<i>Lotus sp.</i>					1					
<i>Malva sylvestris-nicaensis</i>		1		2			7			
<i>Malva sp.</i>	5	2	1	292	16	2		1		5
<i>Medicago cf. lupulina</i>		1								
<i>Medicago sp.</i>	10	0		13	6			4		10
<i>Melilotus sp.</i>	2			3	1					2
<i>Phalaris sp. tipo 1</i>	31	6	1	183	379	6	6			31
<i>Phalaris sp. tipo 2</i>	3	18		11	15					3
<i>Pistacia lentiscus</i>	1	1		2						1
<i>Plantago sp.</i>	2	1		9	12		1			2

Tabla 1. Continuación

LA MATA		Estancias								
Plantas silvestres	E-1	E-2	E-3	E-4	E-7	E-8	E-9	E-11	Per. O.	Per. N.
<i>Poa</i> sp.				1	2		1			
<i>Polygonum</i> cf. <i>aviculare</i>				4						
<i>Polygonum lapathifolium</i>					1					
<i>Polygonum persicaria</i>				4	8	1				
<i>Polygonum</i> sp.		2	2	5	1					
<i>Prunella vulgaris</i>						1				
<i>Pyrus bourgeana</i> tipo	1									1
<i>Quercus</i> sp.		1		2						
<i>Raphanus raphanistrum</i>				1						
<i>Rumex pulcher</i>	29	15		308	1137	27	29	1		29
<i>Salvia</i> sp.		1								
<i>Scorpiurus</i> sp.				1						
<i>Sherardia arvensis</i>		1								
<i>Silene gallica</i> tipo			2	2		1				
<i>Trifolium</i> sp.	2			2						2
<i>Valerianella discoidea</i>					2					

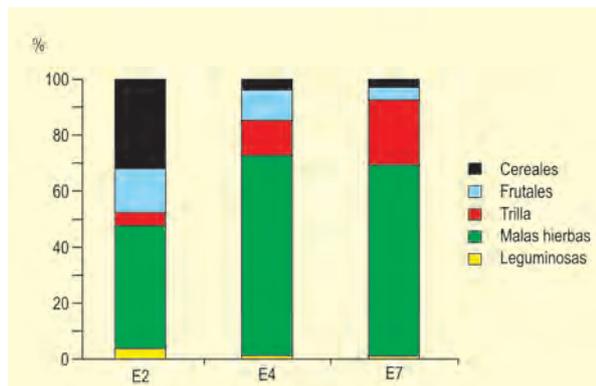


Figura 3. Distribución relativa de los restos carpológicos en las estancias 2, 4 y 7. Pérez-Jordá (2004)

trucción a través de un incendio del edificio permitió una buena conservación de los materiales carpológicos. Por otra parte, la recogida sistemática de muestras en todo el edificio ha permitido observar la distribución espacial de los diferentes materiales (Fig. 3, Tabla 1).

Los restos vegetales recuperados en el edificio de La Mata (Tabla 1) se pueden agrupar en cuatro grandes grupos (Pérez-Jordá 2004) integrados por cereales, leguminosas, frutales (todos ellos cultivados) y especies silvestres. Los cereales son el grupo más frecuente en el registro, observándose claramente que la base dietética la formaron la cebada vestida (*Hordeum vulgare*) y los trigos desnudos (*Triticum aestivum-durum*), en tanto que el mijo (*Panicum miliaceum*) y la escanda (*Triticum dicococcum*) desempeñaron un papel secun-

dario. Por otra parte, cabe advertir que el grupo de las leguminosas es el peor representado, sin que pueda aludirse como explicación a ello un factor de conservación diferencial. Las leguminosas determinadas son las habas (*Vicia faba*), las guijas (*Lathyrus*) y los guisantes (*Pisum sativum*). Algo más representados están los frutales cultivados, que son el grupo más frecuente tras los cereales, y que ponen de manifiesto una arboricultura ya diversificada, en la que aparecen representadas la vid, la higuera, el olivo y el almendro.

Finalmente, destaca también la recolección de bellotas, cuya abundancia en los bosques que circundan el asentamiento, valor alimenticio y facilidad de recogida y almacenamiento las convierten en un recurso que las diferentes comunidades nunca han despreciado. El resto de especies silvestres son fundamentalmente plantas adventicias y ruderales (*Lolium*, *Malva*, *Phalaris*, *Plantago*, etc.) que se desarrollarían en el entorno del yacimiento o como malas hierbas entre los campos de cultivo.

El estudio de la distribución espacial de los materiales carpológicos junto al resto de materiales arqueológicos ha permitido diferenciar ámbitos de almacenamiento y preparación de alimentos, frente a otras áreas en las que las actividades más destacadas son los procesos de limpieza de los cereales anteriores a su consumo.

### Más información

Pérez-Jordà (2004)



# LA MOLINA

Cordillera Cantábrica, Puente Viesgo, Cantabria  
Holoceno (6740 años cal BP – actualidad)

La Molina (43° 15' 38" N, 3° 58' 37" O; 484 m s.n.m.; Fig. 1) es una turbera ácida situada a unos 25 km al sur de Santander, en la localidad de Puente Viesgo. La zona se encuentra en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, entre los valles de los ríos Pas y Besaya. El terreno circundante está formado por areniscas, limos y arcillas y el yacimiento sedimentario ocupa una zona topográfica cóncava, la cual sufrió un deslizamiento gravitacional de grandes dimensiones

(aproximadamente 1600 x 1750 m). De hecho, en las proximidades de la turbera se hallan otros depósitos minerotróficos de menor tamaño, que posiblemente compartan un origen similar.

El clima de la región es oceánico templado y está influenciado por las características físicas de la Cordillera Cantábrica. Los vientos dominantes, de componente oeste y fuertemente cargados de humedad, precipitan



Figura 1. Turbera de La Molina

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas efectuadas en el testigo MOL2. Edad de radiocarbono convencional (años BP), y edad calibrada usada en el modelo cronológico

Ref. Lab.	Profundidad (cm)	Material	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (‰)	Años BP	Años cal. BP
Fecha documental	14	Plantación de <i>Pinus/Eucalyptus</i>			(1950 AD)
Beta-371859	40	Turba	-27,5	650 ± 30	580
Beta-385973	68	Turba	-27,3	3340 ± 30	3575
Beta-371860	113	Turba	-25,9	3480 ± 30	3800
Beta-371861	186	Turba	-26,6	4130 ± 30	4760
Beta-360118	260	Turba	-27,7	5910 ± 30	6740

en la vertiente norte debido a la altitud de las montañas. En la región de La Molina, las precipitaciones oscilan de 1000 a más de 1400 mm anuales, con una temperatura media alrededor de 10-12,5°C, según datos de la Agencia Estatal de Meteorología.

De acuerdo con las características climáticas, las formaciones vegetales más abundantes de la región son los bosques mixtos caducifolios, dominados mayormente por *Quercus robur* y *Fagus sylvatica*. Otras especies, tales como *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia*, *Corylus avellana*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer campestre*, *Alnus glutinosa* o *Ulmus minor*, forman parte de estas comunidades en menor proporción. También existen algunas zonas en la vertiente oceánica donde se puede desarrollar vegetación termófila, debido sobre todo a características litológicas o microclimáticas. En el litoral, por ejemplo, destacan las formaciones de *Quercus ilex* subsp. *ilex* sobre suelos carbonatados, mezclándose frecuentemente con *Laurus nobilis*. En zonas más elevadas también existen poblaciones de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, especialmente sobre suelos poco profundos. En líneas generales, cabe resaltar la ausencia de coníferas con un origen natural en el norte de la Cordillera, aunque en la actualidad existen multitud de plantaciones de *Pinus sylvestris* y *P. radiata*, juntamente con plantaciones de otros grupos como *Eucalyptus*. El mosaico que conforma el paisaje se completa con amplias zonas arbustivas, la mayor parte de ellas favorecidas por el uso antrópico del fuego (Carracedo *et al.* 2018), con tal de obtener zonas sin especies leñosas que sean aptas para el pastoreo.

La vegetación de la turbera se compone por distintas herbáceas como *Molinia caerulea*, *Rhynchospora alba*, *Erica tetralix*, *Drosera rotundifolia* y *Eriophorum an-*

*gustifolium*, juntamente con otras especies higrófilas y musgos del género *Sphagnum*. En la orilla se alzan algunos individuos de *Betula pubescens* y *Salix*. No obstante, el paisaje se compone por una extensa zona arbustiva quemada frecuentemente, compuesta principalmente por *Erica*, *Ulex* y *Pteridium aquilinum*, y acompañada por plantaciones de *Pinus sylvestris*, *P. radiata* y *Eucalyptus* (Fig. 1). A unos 3 km al norte de la turbera destaca una formación carbonatada, El Monte del Castillo, donde yace una población de *Quercus ilex* subsp. *ilex* en la vertiente sur, mientras que en la zona norte se encuentra otra plantación de *Eucalyptus*.

El Monte del Castillo destaca también por su importancia arqueológica, ya que alberga múltiples cuevas (El Castillo, La Pasiega, Las Monedas, Las Chimeneas y La Cantera) con evidencias de ocupación antrópica. Entre ellas destaca la cueva de El Castillo, con restos fósiles que datan de 89000 años de antigüedad. Estos restos significan, hasta la fecha, los indicios de actividad humana más antiguos de Cantabria. Además, en toda la región Cantábrica se han documentado múltiples yacimientos desde el Paleolítico superior, con distintas ocupaciones registradas en cuevas especialmente abundantes a partir del Solutrense.

Las campañas de muestreo en la turbera de La Molina empezaron en 2013, cuando se extrajeron 2 registros sedimentarios (MOL2: 0 - 260 cm de profundidad; MOL4 m1: 367 - 467 cm de profundidad; Fig. 2). Los análisis en MOL2 proporcionaron resultados del contenido de materia orgánica, carbones sedimentarios (>150 µm) y polen para los últimos 6740 años (Figs. 3 y 4; Pérez-Obiol *et al.* 2016). Además, la base de MOL4 m1 (467 cm de profundidad) fue datada en 18800 años



**Figura 2.** Técnicas utilizadas para la extracción de los registros sedimentarios de La Molina. a: Extracción de MOL2 (0 – 260 cm de profundidad) utilizando un tubo de PVC. b: Extracción de MOL4 m1 (367 – 467 cm de profundidad) mediante un martillo de percusión Eijkelkamp. c: Extracción de MOL6 mediante una sonda Rusa. En este sondeo se extrajeron 9 registros de 0,5 m y un registro de 0,49 m, obteniendo una secuencia de 0 a 499 cm de profundidad

cal BP. El periodo de tiempo cubierto por la turbera y el buen estado de conservación del material sedimentario motivaron el muestreo de otro testigo sedimentario en 2016, con el objetivo de obtener un testigo continuo con el que estudiar la dinámica del paisaje desde el Pleniglacial. En esa ocasión se extrajo un registro sedimentario (MOL6; Fig. 2) con una datación de base de 17552 años cal BP y sin pérdida de información por hiatos. No obstante, este registro aún está bajo estudio y hasta la fecha solamente se han presentado algunos resultados preliminares (Sánchez-Morales *et al.* 2019). De tal forma, en esta ocasión solo se incluyen los datos publicados en Pérez-Obiol *et al.* (2016) para los últimos 6740 años.

El modelo cronológico del registro MOL2 se realizó a partir de 5 dataciones radiocarbónicas mostradas en la Tabla 1. Además, se incluyó una fecha documental que hace referencia a la edad en la que se plantaron los pinos y eucaliptus en los alrededores de la turbera, y la cual se reflejó en los resultados como un aumento porcentual del polen de estos taxones (Fig. 3). A partir de un modelo de conglomerados con restricciones estratigráficas (CONISS) se delimitaron 5 zonas polínicas, las cuales abarcan desde el inicio del Neolítico hasta el presente (Pérez-Obiol *et al.* 2016).

El diagrama polínico (Fig. 3) desvela una importante presencia de Poaceae y *Pteridium* entre 6740 y 5250 años cal BP (MOL-2/1), en paralelo a un gradual aumento de la presencia arbórea, principalmente debido al auge de los *Quercus* caducifolios. Juntamente con *Corylus avellana*, los robles representan la principal especie forestal, mientras que los pinos, las encinas, *Betula*, *Alnus* o *Ulmus* solo reflejan valores mínimos. Con tal composición de taxones, el paisaje se interpreta como un mosaico agroforestal con prácticas agrícolas ya presentes desde el inicio de la secuencia, tal y como se deduce a partir del polen de cereal. Cabe destacar que durante todo el periodo se registra una señal continua de carbones (Fig. 4), detectándose el pico de mayor magnitud entre 5500 y 5300 años cal BP. Este gran episodio de incendios fue acompañado de cambios en la composición de especies entre 5250 y 4100 años cal BP (MOL-2/2), entre los cuales destaca un aumento de las Ericáceas y Cyperaceae en detrimento de una señal de Poaceae y de *Pteridium*, que se vuelve residual. Este paisaje se mantiene juntamente con episodios periódicos de incendios, identificados en 4850, 4430 y 4170 años cal BP.

Entre 4100 y 2650 años cal BP (MOL-2/3), la edad del Bronce no brindó grandes cambios a nivel paisajís-

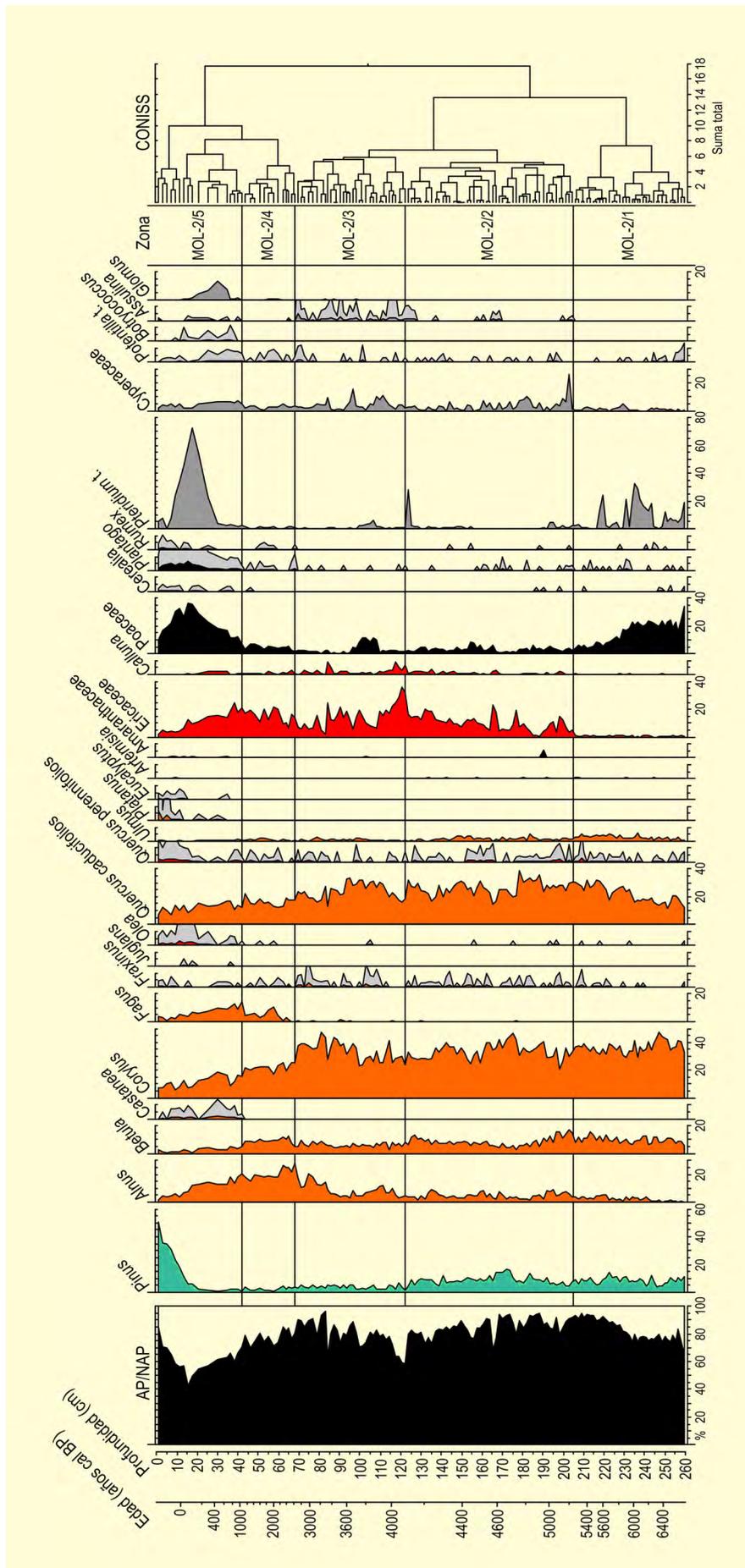


Figura 3. Diagrama polínico de La Molina. Redibujado de Pérez-Obiol et al. (2016)

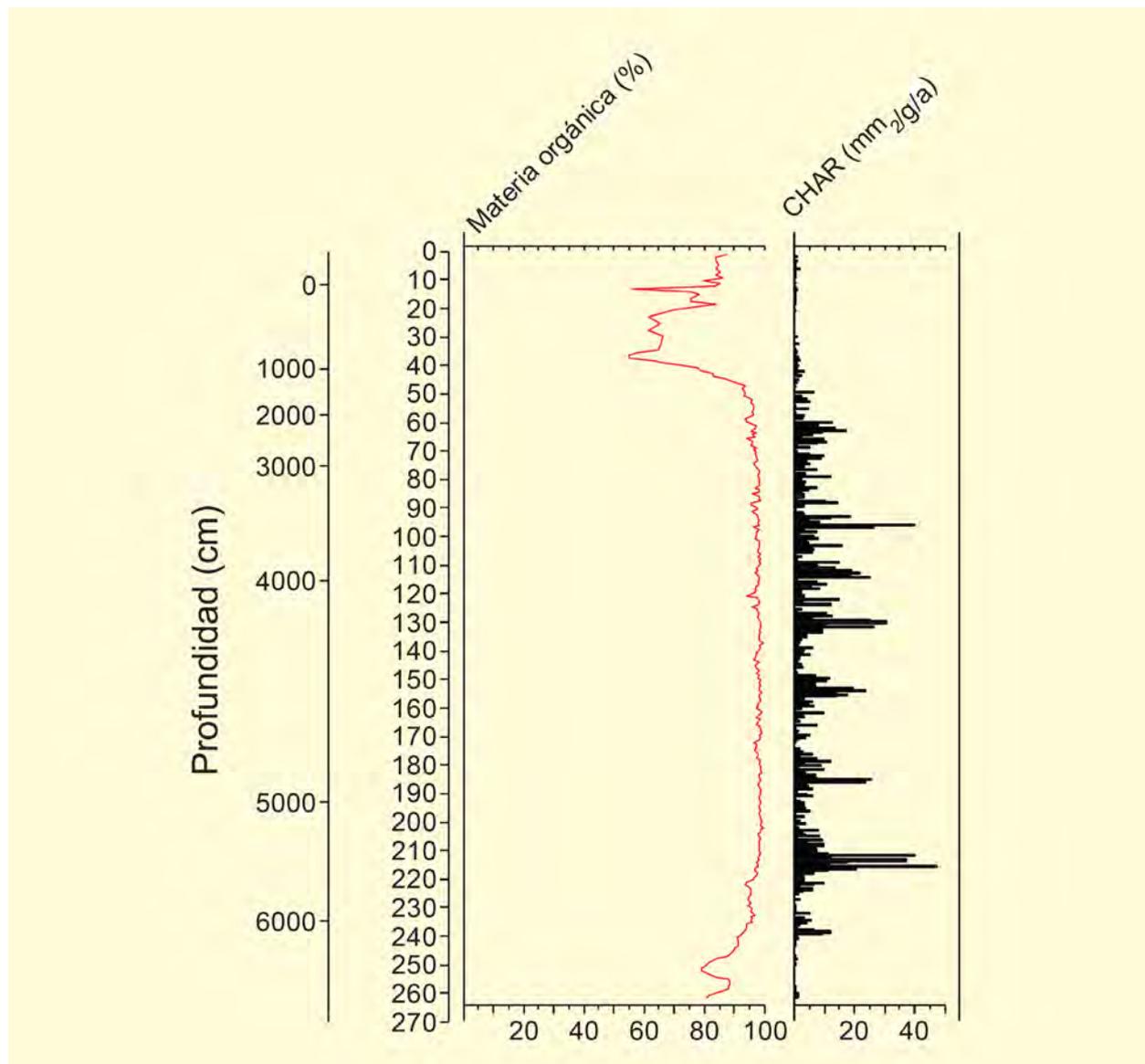


Figura 4. Diagrama de la materia orgánica y de la tasa de acumulación de carbones (CHAR). Redibujado de Pérez-Obiol *et al.* (2016)

tico. Los episodios de incendios se siguieron dando tal y como indican los picos de carbones sedimentarios y la comunidad vegetal no sufrió fluctuaciones significativas. Solamente cabe destacar la consolidación de *Calluna* y una disminución de la señal de pino, llegándose a reducir a la mitad (de 8 % a 4 %). A nivel local se detecta una presencia continua de *Assulina* (una ameba testada), siendo interpretada como una señal de mayor aridez en la turbera. En el tramo final de este período la señal de *Alnus* incrementa notablemente, llegándose a consolidar durante la siguiente zona polínica.

Entre 2650 y 1050 años cal BP (MOL-2/4), destaca una disminución de la señal arbórea, coincidiendo con

el último gran pico de incendios. *Corylus avellana* resulta la principal especie afectada con un marcado descenso durante la edad del Hierro (2650-2200 años cal BP), viéndose favorecidas las Ericaceae y en menor medida las Poaceae. Además, se detecta el inicio de la presencia continua de *Fagus sylvatica*, llegando a obtener valores superiores al 10%.

El tramo más reciente de la secuencia de La Molina (1050 años cal BP – presente; MOL-2/5), se caracteriza por ser intensamente antropizado. Los valores arbóreos se reducen notablemente, con valores de *Corylus* que no habían sido tan bajos en toda la secuencia. En consonancia, se interpreta un aumento de los espacios

abiertos reflejado en los aumentos de Poaceae, *Pteridium* y en menor medida *Plantago* y cereales. Además, se detectan las plantaciones de *Castanea*, *Platanus*, *Eucalyptus* y *Pinus* y a nivel local destaca un pico de *Glo-mus*, indicativo de la erosión que estaba sufriendo la vertiente de la turbera. La ausencia de picos de carbones se interpreta como el resultado del mantenimiento

del paisaje abierto y de una menor cobertura de especies leñosas, dejando así una menor cantidad de combustible en el medio que en los milenios anteriores.

#### **Más información**

Pérez-Obiol *et al.* (2016), Carracedo *et al.* (2018), Sánchez-Morales *et al.* (2019), Sánchez-Morales (2021)



# LA MOTA

Tordesillas, Medina del Campo, Valladolid  
Holoceno (> 2600 años BP)

El yacimiento arqueológico de La Mota se erige sobre un pequeño cerro, de ahí su nombre, en el municipio vallisoletano de Medina del Campo ( $41^{\circ} 18' 42''$  N,  $04^{\circ} 54' 35''$  O; 720 m s.n.m.) (Fig. 1), al sur del Duero y en la confluencia de los ríos Zapardiel y Adajuela. Se encuadra dentro de un contexto climático supramediterráneo. La vegetación actual presente en las inmediaciones del yacimiento es una vegetación prácticamente desarbolada a excepción de algunos encinares y de algunas manchas de pinares, compuestos estos últimos, principalmente por *Pinus pinea* y en menor proporción por *P. pinaster*. Predominan las extensiones de cultivos cerealistas, fundamentalmente cebada, aunque también existen pequeñas áreas destinadas al cultivo de olivo y de viñedo. En las riberas encontramos una orla de vegetación riparia poco desarrollada como consecuencia de la presión antrópica.

El material estudiado (YII 1995b) procede de un perfil arqueológico, concretamente del Perfil Norte g. Los datos derivados de su análisis permiten establecer una

secuencia temporal cuya base se situaría en fecha anterior a 2600 años BP, adscrita al período cultural de la Edad del Hierro. En el diagrama polínico (Fig. 2) se aprecia una notable homogeneidad entre las 7 muestras representadas que comparten los mismos taxones y en porcentajes similares. Los índices de AP y NAP son también muy similares a lo largo de toda la secuencia. *Pinus* es el taxón arbóreo dominante seguido del grupo de los *Quercus* perennifolios. En cuanto a diversidad taxonómica son mayoritarios los taxones arbóreos de carácter mesófilo entre los que encontramos *Corylus*, *Alnus*, *Quercus* caducifolios, *Ulmus*, *Populus*, *Buxus*, *Juglans* y *Fraxinus* que irían ligados a la presencia de cursos fluviales en las proximidades del yacimiento. En cuanto al cortejo arbustivo y herbáceo se registra una elevada y dominante presencia de gramíneas y compuestas, hecho muy común en los análisis polínicos de yacimientos arqueológicos (YII 1995b). Son frecuentes también, taxones ruderales como *Plantago* o *Chenopodiaceae*. Estos resultados son muy similares a los obtenidos en otros yacimientos de la Edad del Hierro en la



Figura 1. Vista aérea del castillo de La Mota en Medina del Campo, Valladolid (Foto: R. Melgar)

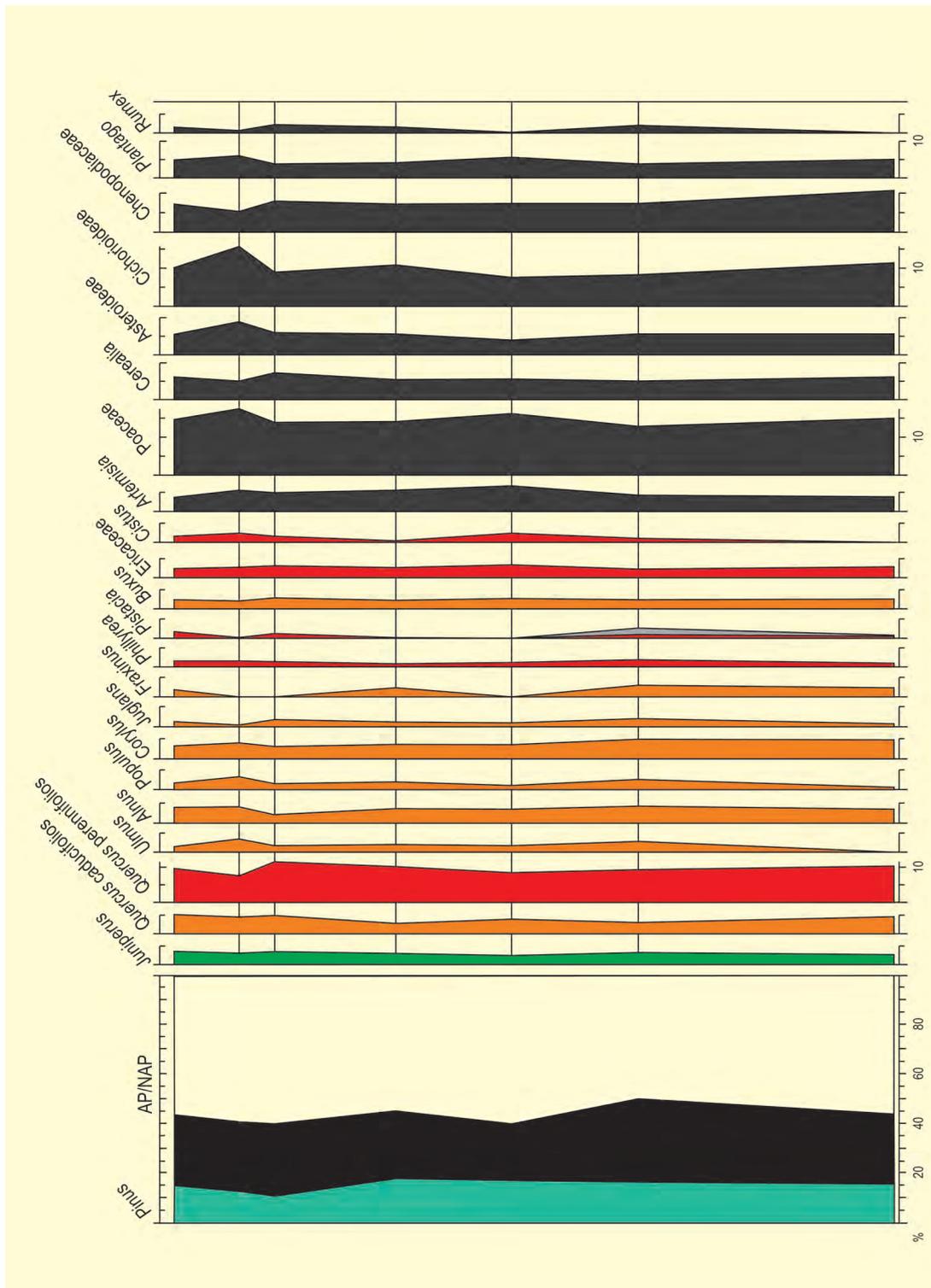


Figura 2. Diagrama polínico del yacimiento arqueológico de La Mota. Redibujado de Yll (1995b)

provincia de Valladolid como Soto de Medinilla, Valladolid o la Era Alta, Melgar de Abajo (Valladolid).

**Más información**

Yll (1995b), Mariscal (1995)



# LA PANERA

Sierra de Gredos, Garganta la Olla, Cáceres  
Holoceno reciente (232 años cal BP – actualidad)

La turbera de La Panera ( $40^{\circ} 10' 01''$  N,  $05^{\circ} 45' 12''$  O) (Fig. 1) se encuentra a 1648 m s.n.m., en el término de Garganta la Olla (Cáceres), en la ladera meridional de la Sierra de Tormantos, situada en el sector occidental del macizo de Gredos, donde los materiales predominantes son los granitos. El área de estudio podría situarse en el piso oromediterráneo húmedo, en el que se asientan piornales de *Cytisus oromediterraneus* y comunidades herbáceas pirófitas alternando con cervunales en zonas de mayor humedad, por debajo de los cuales aparecen elementos de los melojares carpetanos (Amor-Morales *et al.* 1993). Por otra parte, constituye una importante vía de paso ganadero de carácter trasterminante.

El estudio polínico de la turbera de La Panera ha sido realizado por Abel-Schaad *et al.* (2009). Este son-

deo permitió la extracción de un testigo de 110 cm de longitud para cuya base se obtuvo una datación de 235 años BP (Tabla 1). La observación del diagrama polínico permite distinguir hasta siete zonas (Fig. 2), para cuya interpretación se han utilizado también el esquema estratigráfico de la turbera, un diagrama de concentración polínica, un gráfico con la evolución de las temperaturas medias en el período estudiado, una estimación de la lluvia polínica actual y un estudio de acontecimientos históricos relevantes en el área limítrofe. Los autores atribuyen el inicio de la formación de la turbera a las condiciones climáticas reinantes en el Mínimo de Maunder (c. 1700 años cal AD), dentro de la Pequeña Edad del Hielo (PEH). El paisaje inicial en esta cronología se encontraba dominado por extensos brezales con rodales abiertos de *Quercus pyrenaica*, prados húmedos y pastos silvestres. El por-



Figura 1. Vista de la turbera de La Panera (Foto: Daniel Abel Schaad)

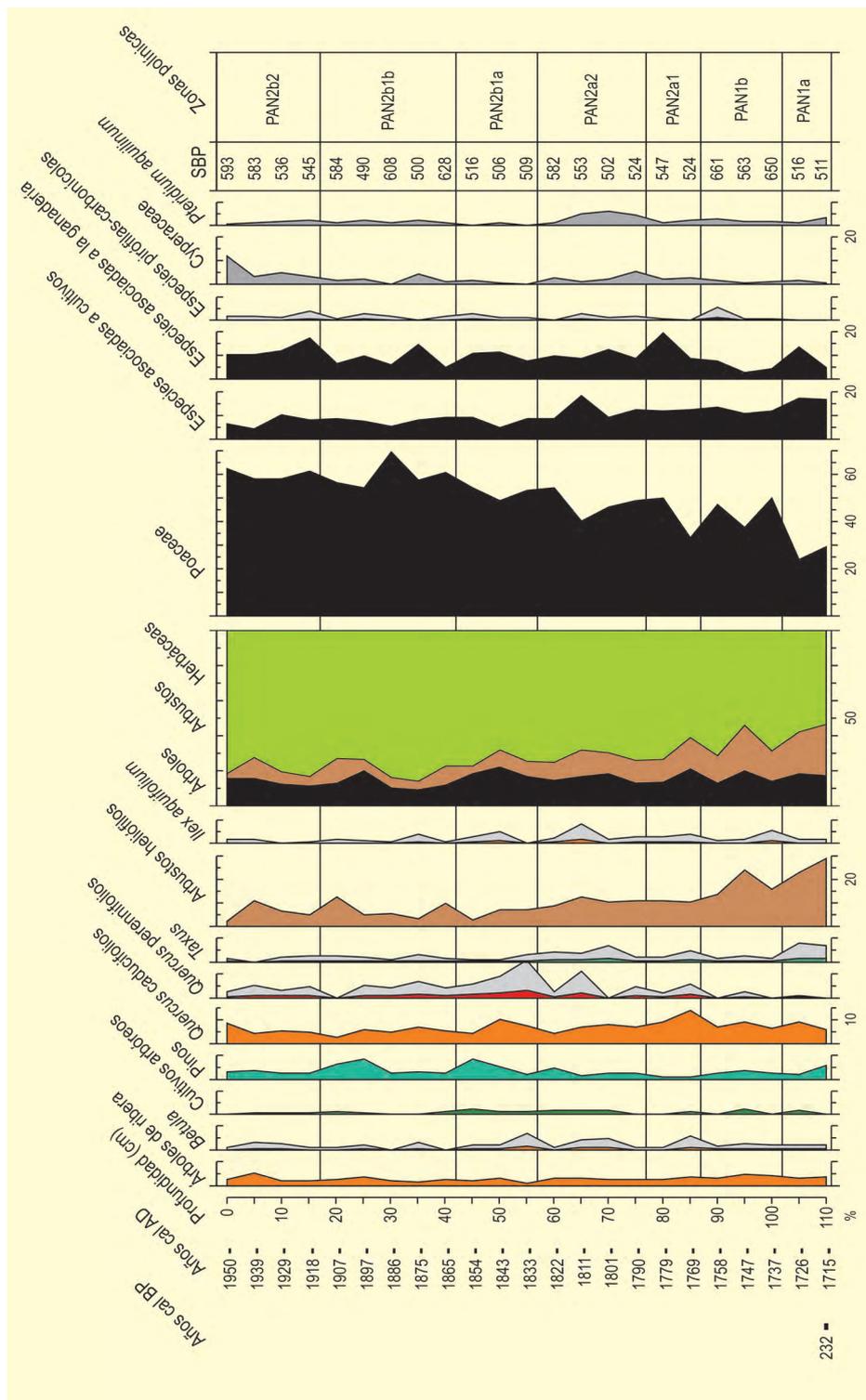


Figura 2. Diagrama polínico sintético de la turbera de La Panera. Modificado de Abel-Schaad et al. (2009)

centaje de polen arbóreo es mucho mayor que el actual.

El primer tercio del siglo XVIII (subzona Pan1a: 110 a 102 cm, c. 1715-1735 años cal AD) coincide con un aumento del paso del ganado por la zona y, por consiguiente, de la presión ganadera, que provoca la reduc-

ción de los porcentajes de Poaceae, Erica y Cytisus, lo que favoreció la representación de Quercus pyrenaica. En el segundo tercio del siglo XVIII (subzona Pan1b: 102 a 87 cm, 1736-1774 años cal AD) el continuo uso del fuego a favor de la actividad ganadera provocó una alternancia entre el dominio de Poaceae y Erica, a los que acompañarían especies asociadas a la actividad gana-

**Tabla 1.** Datación radiocarbónica de la turbera de La Panera (Cáceres). 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 (81,8%, 2  $\sigma$ )

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Ua-32252	110	235 ± 35	232	Convencional

dera (*Plantago lanceolata* y *Urtica dioica*) y *Cytisus*, respectivamente. Todo ello coincide con el cambio de uso del territorio hacia una intensificación de la ganadería. El siglo XVIII llega a su fin con el dominio porcentual de las gramíneas en el diagrama polínico (subzona Pan2a1: 87 a 77 cm, c. 1775-1799 años cal AD), acompañadas de especies leñosas pioneras favorecidas por los incendios, como *Cytisus*, *Calluna vulgaris* y Lamiaceae, y especies indicadoras de la mayor intensidad ganadera del perfil, como *Rumex acetosa*, *Urtica dioica*, *Sordaria* (tipo 55A) y *Cercophora* (tipo 112).

La primera mitad del siglo XIX (subzona Pan2a2: 77 a 57 cm, c. 1800-1851 años cal AD) se caracteriza por el mantenimiento de la actividad ganadera y por la potenciación de los cultivos, especialmente *Secale cereale*, *Castanea* y *Olea*. Además, se produce un brusco descenso de la concentración polínica como consecuencia del alto grado de presión de las actividades humanas. Tras un período de abandono de los cultivos y una moderada disminución de la presión ganadera, la segunda mitad del siglo XIX (subzona Pan2b1a: 57 a 42 cm, c. 1852-1890 años cal AD) se caracteriza por un aumento generalizado de la concentración polínica

tras el Mínimo de Dalton (c. 1850 años cal AD), que marca el final de la PEH. Hacia el final de esta zona crece de nuevo la intensidad de las actividades humanas, con el inicio de las repoblaciones de *Pinus*, la puesta en marcha de nuevos cultivos y la intensificación de la actividad ganadera.

El siglo XX (subzona Pan2b1b: 42 a 17 cm, c. 1891-1954 años cal AD) se inicia con un cambio de uso hacia la agricultura en detrimento de la actividad ganadera, lo que permite una recuperación de los taxa arbóreos, como *Quercus pyrenaica*, *Castanea*, *Fraxinus*, *Cytisus* y *Erica*. Sin embargo, los incendios y una leve recuperación ganadera vuelven a reducir los niveles de polen arbóreo, excepto para *Pinus sylvestris*, coincidiendo con las campañas de repoblación más intensas. La zona más superficial del perfil (subzona Pan 2b2: 17 a 0 cm, c. 1954-2000 años AD) se caracteriza por un aumento generalizado de la concentración polínica y un incremento final del polen arbóreo, tras un período de intensa presión ganadera.

#### Más información:

Pulido *et al.* (2007), Abel-Schaad *et al.* (2009)



# LABRADILLOS

Sierra de Gredos, Valle de Iruelas, Ávila  
Holoceno (3140 años cal BP – actualidad)

La turbera de Labradillos (40° 20' 41" N, 4° 34' 14,60" O; 1460 m s.n.m.) se localiza en la Reserva Natural del Valle de Iruelas (Fig. 1), dentro de la vertiente septentrional del Macizo Oriental de la Sierra de Gredos. La vegetación, a esta cota, está dominada por un mosaico de robledales de *Quercus pyrenaica* y densos pinares de *Pinus pinaster*, aunque algunos bosquetes aislados de *P. nigra* subsp. *salzmannii* aún persisten. A partir de 1600 m s.n.m., la vegetación más característica son piornales de *Cytisus oromediterraneus* y *Echinopartum barnadesii*, junto a algún que otro pie de *Pinus sylvestris*. La vegetación de la turbera la conforman *Sphagnum* sp., *Carex nigra*, *Drosera rotundifolia* y *Erica tetralix*.

Entre 1480 y 1270 años cal BP (LAB-1) (Tabla 1), el paisaje estuvo dominado por comunidades arbustivas y herbáceas compuestas de *Cistus ladanifer*, *Erica arborea*, *Cytisus/Genista*, Poaceae, Caryophyllaceae y ele-

mentos ruderales (Fig. 2). Alisedas, abedulares y saucedas se distribuirían en la periferia de la turbera. Los bajos porcentajes de pinares altimontanos (*Pinus sylvestris/nigra*), así como de otros elementos arbóreos como *Quercus caducifolios*, *Castanea*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Taxus* y *Ulmus*, sugerirían un fuerte impacto humano en el periodo visigodo, fundamentalmente mediado por la presión pastoral, toda vez que abundan herbáceas antropozoógenas (*Plantago lanceolata*, *Urtica dioica*) y hongos coprófilos. Un pico de HdV-18 indicaría una fase más húmeda. El polen de cereal aparece esporádicamente.

Entre 1270 y 885 años cal BP (LAB-2), las alisedas locales sufren un fuerte retroceso, mientras que se recupera *Pinus pinaster*, señalando la colonización por medio de pinos resineros del piso supramediterráneo del valle, en un momento en el que la vegetación herbácea toma más importancia, sobre todo Poaceae,



Figura 1. Turbera de Labradillos, Ávila (Foto: Antonio López-Sáez)



**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Labradillos (Robles-López *et al.* 2017a,b)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
CNA-701	20	175 ± 30	295-0
Beta-276175	30	460 ± 40	550-335
Beta-276174	39	690 ± 40	690-555
Ua-21941	65	1030 ± 45	1055-800
Ua-21942	95	1585 ± 40	1555-1390

Caryophyllaceae, elementos antropozoógenos y ruderales. La presencia de polen de cereal y hongos coprófilos indicarían el mantenimiento de las mismas actividades agropecuarias; aunque ahora se añaden el cultivo de olivos y castaños, en un momento de mayor impacto humano durante el periodo islámico.

A partir de 885 a 415 años cal BP (LAB-3) se asiste a una disminución si cabe más pronunciada de la cobertura arbórea, sobre todo de alisos, robles y pinos alti-montanos, desapareciendo incluso el avellano; mientras que gramíneas, ruderales y herbáceas heliófilas muestran una mayor abundancia y diversidad. Es un momento de auge de la cerealicultura, así como del cultivo del olivo y del castaño durante el periodo cristiano, du-

rante el cual la presión pastoral se intensifica notablemente.

Entre 415 años cal BP y la actualidad (LAB-4), los porcentajes de diversos pinos se incrementan fruto de repoblaciones en la comarca, aunque el impacto humano sigue siendo muy elevado, tanto agrícola como ganadero. Este paisaje pastoril, sin duda alguna, se puso en marcha gracias al uso antrópico del fuego para aclarar los bosques y matorrales, toda vez que abundan las partículas de carbón en esta parte de la secuencia.

#### Más información

Robles-López *et al.* (2017a,b)



# LAGO BURG

Pirineo oriental, Farrera, Lleida  
Holoceno (10500-2340 años cal BP)

El lago Burg (42° 30' 18" N, 01° 18' 22" E) se localiza en el Pirineo oriental (Lleida), entre las cabeceras de los ríos Noguera-Pallaresa y Segre, dentro de la comarca de Pallars Sobirà, cerca de las fronteras entre España, Andorra y Francia. El lago se sitúa en la zona de transición entre las regiones Euroasiática y Boreoalpina, con una altitud de 1821 m s.n.m., y temperatura media anual de -1,6-11 °C (Figs. 1 y 3). La precipitación media anual varía entre 500 y 900 mm. Se puede decir que su clima general es de montaña mediterránea con influencias de clima atlántico. La vegetación actual de la región está caracterizada principalmente por bosques de pino silvestre con algún abedul aislado, así como por zonas más abiertas dominadas por matorral (*Senecio-genistetum europaeae*) y plantas ruderales (*Brometalia erecti*).

La secuencia sedimentaria recuperada del lago Burg tiene una longitud máxima de 6,5 m y exhibe varias fases

sedimentológicas: cinco tramos de sedimento turboso, tres fases con material arcilloso indicando un posible aumento de lámina de agua, y dos zonas de sedimento más masivo (Pèlachs *et al.* 2007). El modelo de edad está basado en cuatro dataciones radiocarbónicas que sitúan la base de la secuencia en 10510 años cal BP (Tabla 72).

En cuanto a la secuencia polínica del lago Burg (Pèlachs *et al.* 2007), ésta refleja tres configuraciones distintas del paisaje que se suceden en el tiempo (Fig. 2). La primera de ellas (9400-6200 años cal BP) está caracterizada por registrar *Betula* como taxón dominante, formando bosques en las inmediaciones del lago. El abedul está ya instalado en el área desde el comienzo de la secuencia sedimentaria, sin embargo, hasta el 9400 años cal BP la presencia de *Juniperus* es notable, por lo que este tramo se considera como un periodo de transición desde el final del Tardiglacial hasta el establecimiento definitivo del bosque de abedul. La parte su-



Figura 1. Lago de Burg en el Pirineo oriental (Foto: Pepucho)

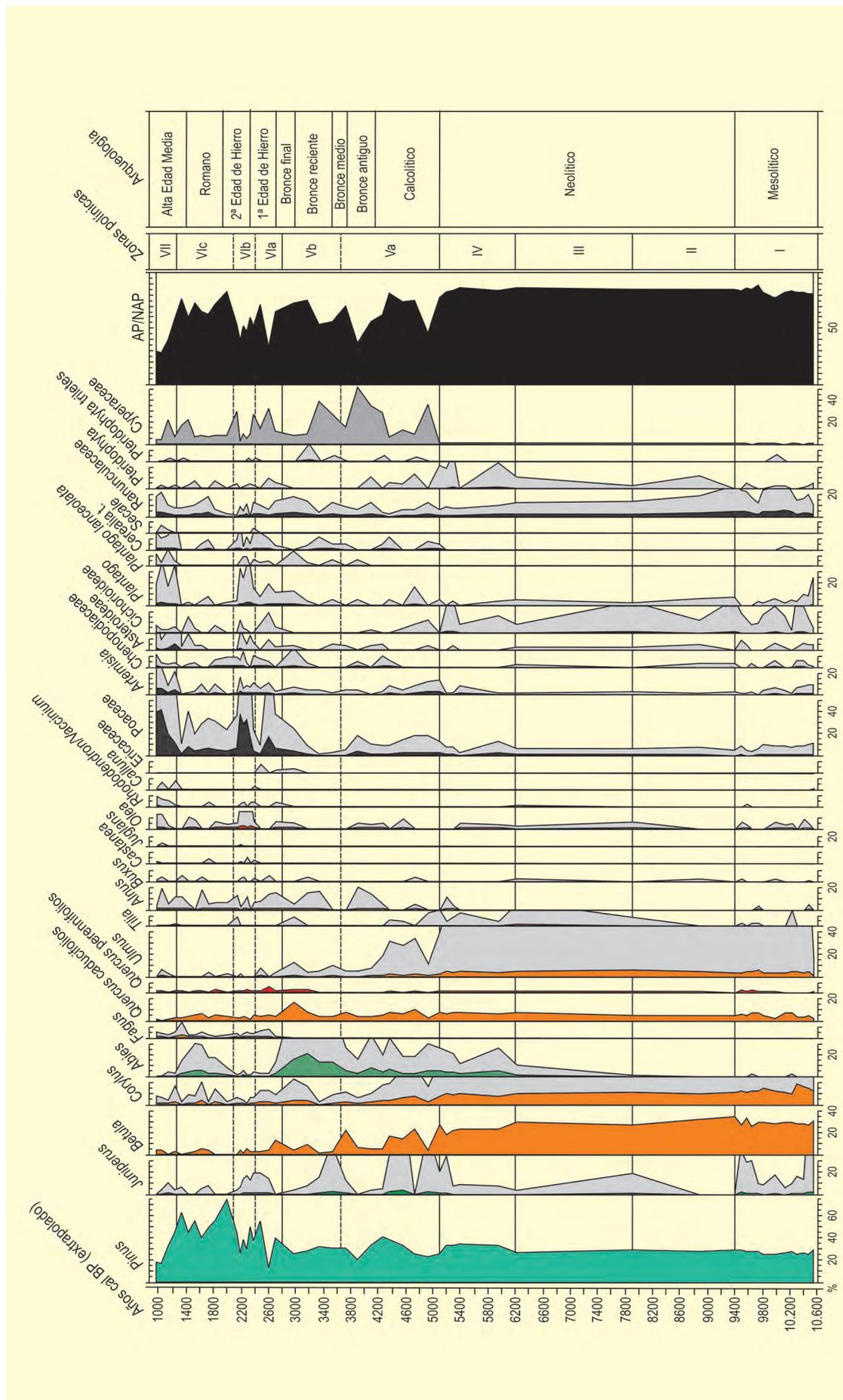


Figura 2. Diagrama polínico de la secuencia de Burg. Redibujado de Pèlachs et al. (2007)

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la secuencia sedimentaria del lago Burg (modificado de Pèlachs *et al.* 2007)

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material
Beta-167030	111	2310 ± 40	2340	Turba
Beta-167021	471	4730 ± 40	5470	Sedimento total
Beta-167022	511	8320 ± 50	9360	Sedimento total
Beta-167023	651	9300 ± 60	10.510	Sedimento total

**Figura 3.** Lago Burg cubierto en vista invernal (Foto: Pepucho)

perior de esta fase (7800 años cal BP), muestra el comienzo de la curva continua de *Tilia*, considerado como marcador del Óptimo Climático en el Pirineo.

El segundo episodio tiene lugar entre 5200 y 2800 años cal BP, durante el cual el bosque está dominado por el abeto. Antes de la sustitución del bosque de *Betula* por el de *Abies* se produce una fase de transición (6200-5200 años cal BP) en la que se conforma un bosque mixto. Es complicado conocer hasta qué punto la dinámica de la vegetación corresponde exclusivamente a cambios climáticos, a la intervención humana en el paisaje o resulta de una combinación de ambos factores. La aparición de *Alnus* en el diagrama –ausente

hasta el momento– confirmaría la hipótesis de que la transición entre el bosque de *Betula* y el de *Abies* pudo deberse exclusivamente a un incremento en las precipitaciones.

La tercera etapa de esta secuencia comienza 2800 años cal BP con la sustitución del bosque de abeto por el pinar (*Pinus sylvestris*). A partir de este momento, y hasta la actualidad, se observa un considerable incremento de todos los taxones herbáceos en general, y de las gramíneas en particular, sugiriendo una apertura del paisaje. También en este periodo aparece *Fagus* por primera vez en el diagrama. La sustitución de *Abies* por *Pinus* hace 2800 años, coincide con un descenso en las precipitaciones de verano en la franja latitudinal 41°-44° N, según Jalut *et al.* (2000). Teniendo en cuenta estos cambios ambientales, la sustitución en AP (abedul-pino) pudo haber sido posible únicamente por una intensificación de la sequía estival. Sin embargo, y aunque las causas climáticas pudieron desencadenar por sí solas el cambio en el paisaje, cabe destacar que este momento coincide con un importante aumento de la presión antrópica en la zona (Pèlachs 2005), que en el diagrama coincide con una mayor incidencia de *Cerealia*, y que si bien la intervención humana no fue determinante, por lo menos pudo haber sido aceleradora del proceso de sustitución vegetal. Esta misma hipótesis es la que explicaría la expansión de *Fagus* en el Pirineo, por la cual la propagación del haya habría sido causada por unas condiciones climáticas favorables, pero viéndose beneficiada por una actividad humana selectiva que generó la apertura de paisaje necesaria para favorecer la colonización de *Fagus* (López-Merino *et al.* 2008).

#### Más información

Reille (1991), Montserrat-Martí (1992), Jalut *et al.* (2000), Pèlachs (2005), Pèlachs *et al.* (2007, 2009)



# LAGOA COMPRIDA

Guarda, Portugal  
Tardiglacial-Holoceno (>10400-810 años cal BP)

Lagoa Comprida es una pequeña laguna localizada en la Serra da Estrela (centro-este de Portugal) a 1600 m s.n.m. y 40° 21' 48" N, 07° 38' 30" O (Fig. 1). Dada su localización geográfica, presenta un clima mediterráneo continental con influencia de clima atlántico. La vegetación presente en el área circundante a la laguna carece de árboles y está compuesta principalmente por brezales y enebrales rastreros junto a un amplio y diverso tapiz herbáceo. Este paisaje se repite a altas latitudes a lo largo de toda la Serra da Estrela, donde *Quercus pyrenaica* se encuentra relegado a aquellas zonas que han permanecido inaccesibles al ganado.

Los primeros datos palinológicos (Lagoa Comprida 1, Fig. 2) aparecieron en Janssen & Woldringh (1981).

Más tarde, en 1985, van den Brink & Janssen llevaron a cabo otro estudio polínico en una turbera localizada junto a otra pequeña laguna (Lagoa Comprida 2) ubicada a 600 m de distancia de la primera (40° 21' 46" N, 07° 38' 10" O; 1645 m s.n.m.). En 1994, van der Knaap y van Leeuwen publicaron el diagrama polínico de van den Brink & Janssen (1985) para Lagoa Comprida 2, pero suplementado con niveles adicionales junto a una reinterpretación morfológica de los tipos polínicos originales (Fig. 3). Finalmente, estos mismos autores incluyeron dos nuevos diagramas para las secuencias Lagoa Comprida 1 y Lagoa Comprida 2 (van der Knaap & van Leeuwen 1997).

Los datos de Janssen & Woldringh (1981) y van den Brink & Janssen (1985) se encuadran dentro del Holo-



Figura 1. Lagoa Comprida en Serra da Estrela (Foto: R. Salgado)

Tabla 1. Dataciones por radiocarbono para la secuencia Lagoa Comprida 1 (Janssen & Woldringh 1981)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
GrN 9913	56-60	1050 ± 60	990
GrN 9914	86-90	2680 ± 80	2810
GrN 9915	100-104	2680 ± 100	2800
GrN 9916	430-434	8310 ± 160	9260
GrN 9917	476-480	9080 ± 200	10210
GrN 9918	501-505	9200 ± 270	10400

Tabla 2. Dataciones radiocarbónicas para la secuencia Lagoa Comprida 2 (van der Knaap & van Leeuwen 1994)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
GrN-11056	47-57	850 ± 90	810
GrN-11057	116-120	3280 ± 70	3520
GrN-11058	185-190	4340 ± 90	4990
GrN-18342	330-337	8385 ± 50	9400

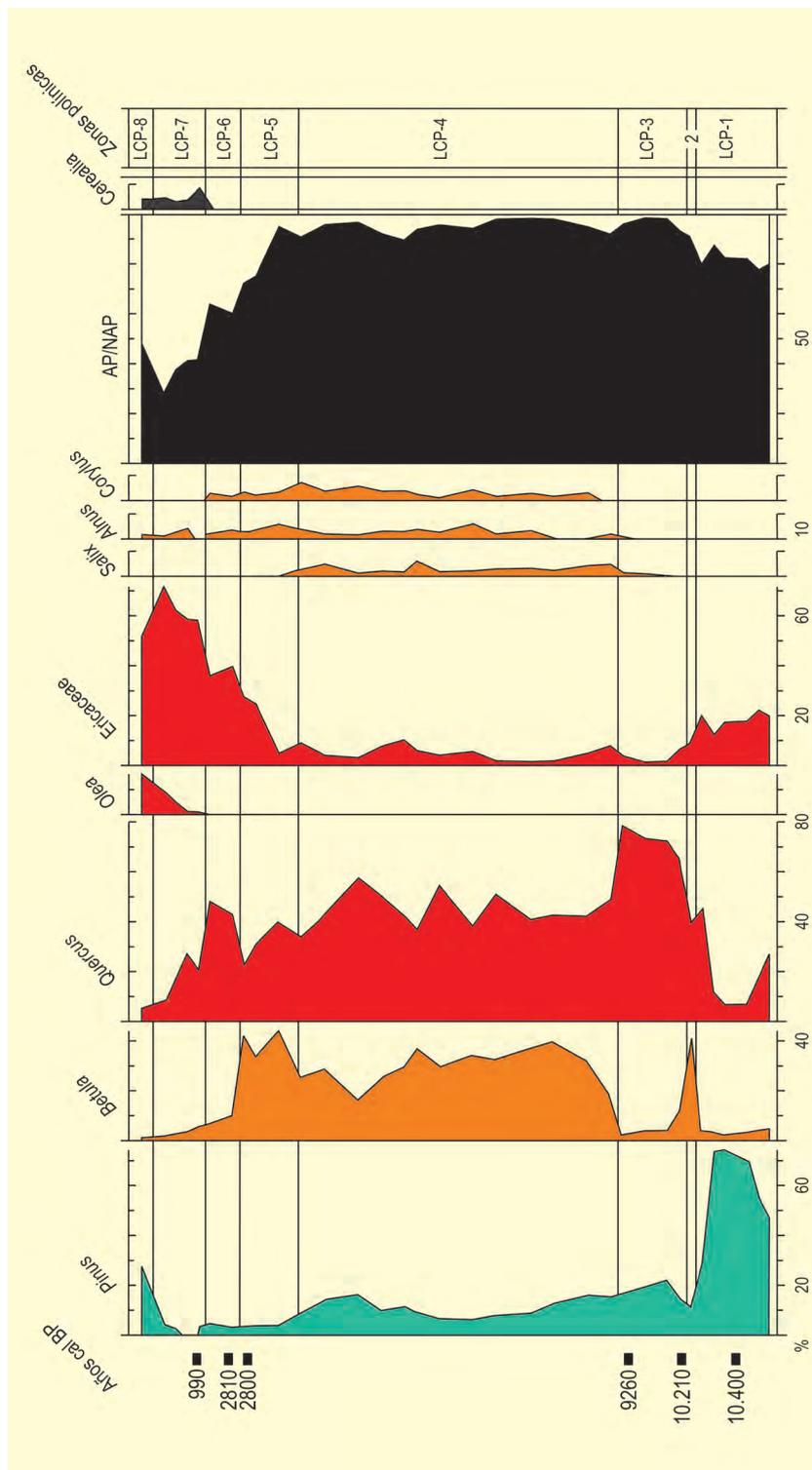


Figura 2. Diagrama polínico de la secuencia Lagoa Comprida 1. Redibujado de Janssen & Woldringh (1981) y van den Brink & Janssen (1985)

eno, comprendiendo una secuencia cuya base se sitúa, según las dataciones de <sup>14</sup>C disponibles, en una fecha anterior a 10.400 años cal BP (Tabla 1). En la parte inferior del diagrama polínico de la secuencia Lagoa Comprida 1 (Fig. 2), dentro de la zona LCP-1, se puede observar una amplia hegemonía de *Pinus*, con valores de porcentaje polínico comprendidos entre el 50 y el

75%, aproximadamente. El sustrato arbustivo está constituido fundamentalmente por brezales y los valores de NAP, dentro del cuál se ha excluido a la familia Ericaceae, no sobrepasan el 20%, siendo *Rumex*, *Artemisia*, *Plantago*, *Cyperaceae* y *Asteraceae* los principales componentes. Hacia el final de esta fase, los valores de pino comienzan a descender hasta tal punto que, ya

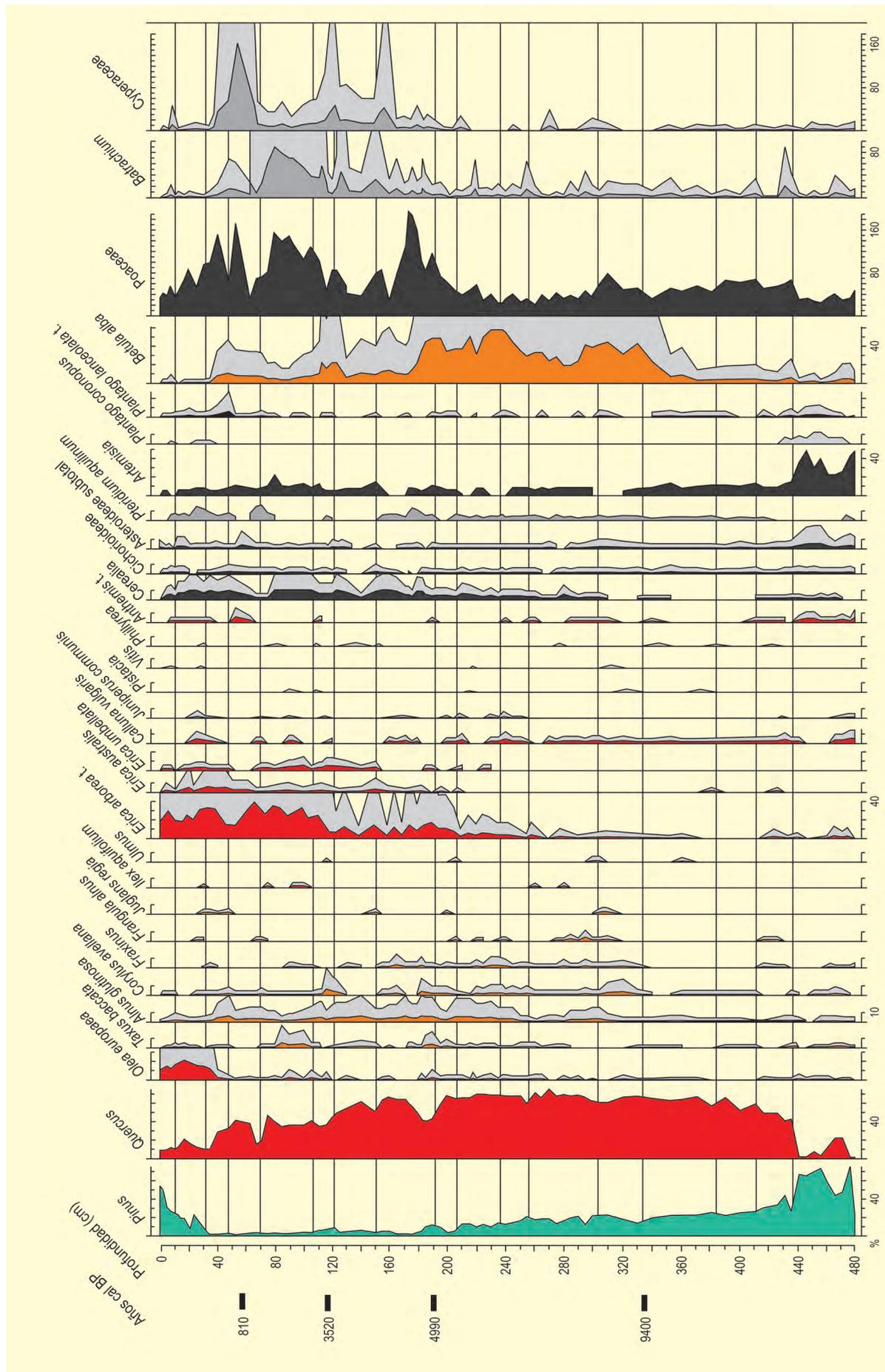


Figura 3. Diagrama polínico de la secuencia Lagoa Comprida 2. Redibujado de van der Knaap & van Leeuwen (1994)

no volverá a dominar en la estratigrafía polínica. Durante las tres fases siguientes será *Quercus* el elemento principal, llegando a alcanzar en LCP-3 un máximo cercano al 80%. Más tarde, *Quercus* cederá el testigo a *Betula* durante LCP-5, fase en la que el abedul alcanzará su valor máximo, superior al 40%. A partir de esta etapa, el paisaje cambiará drásticamente, pasando a dominar el sustrato arbustivo, que estará compuesto casi exclusivamente por Ericaceae.

Cabe destacar la mayor abundancia relativa de elementos mesófilos (*Betula*, *Salix*, *Alnus* y *Corylus*) en el período comprendido entre 9260 años BP y 2800 años cal BP y la aparición, poco después de este intervalo de tiempo, de polen de cereal junto al de olivo, ambos indicadores de agricultura.

En relación a otras secuencias estudiadas en la Serra da Estrela (Charco da Candieira, Covao do Boieiro, Charfariz do Rei, Lagoa Clarezza, Lagoa das Salgadeiras o Charca do Cões), la fecha de 9200 años BP (Tabla 1) arrojada por datación del sedimento entre los 501 y los 505 cm con <sup>14</sup>C parece en torno a un milenio más joven. Esto podría deberse a contaminación con materiales más recientes durante el sondeo (van der Knaap & van Leeuwen 1997), de esta forma, la base de la secuencia se situaría a finales del Tardiglacial.

La secuencia polínica de Lagoa Comprida 2 (Fig. 3) comienza en el Tardiglacial y cubre todo el Holoceno. Muestra un gran parecido con la secuencia anterior. Así,

se observan en la base valores muy similares de *Pinus* (45-75 %). Poco después, en torno a los 440 cm, este taxón experimenta un continuo declive que se hará más acusado a partir de 4990 años cal BP. Solo los últimos espectros contradicen esta tendencia, observándose un nuevo incremento de *Pinus* durante los últimos siglos, probablemente como resultado de recientes repoblaciones (van der Knaap & van Leeuwen 1995). La curva de *Quercus* experimenta una tendencia opuesta a la de *Pinus*, manteniendo valores relativamente elevados durante toda la secuencia salvo para los momentos iniciales correspondientes al Tardiglacial y las últimas centurias, cuando el impacto del hombre es ya muy acusado en toda la Serra da Estrela.

Al igual que en Lagoa Comprida 1, en este registro se observa una mayor abundancia de mesófitos en el período comprendido entre 8300 y 2500 años BP, así como un acusado incremento de los valores de olivo en los momentos finales de la secuencia. Como en la mayor parte de las secuencias polínicas estudiadas en la Serra da Estrela, las gramíneas mantienen valores relativamente elevados, especialmente a partir de 3520 años cal BP, coincidiendo con un aumento de los porcentajes de ericáceas. En comparación con estas secuencias, resulta tal vez llamativa la presencia de polen de cereal desde fecha muy antigua.

#### Más información:

Janssen & Woldringh (1981), van den Brink & Janssen (1985), van der Knaap & van Leeuwen (1994, 1997)



# LAGOA DO MARINHO

Vila Real, Portugal  
Holoceno (~10900-7300 años BP)

Lagoa do Marinho es actualmente un depósito turboso localizado en la Serra do Gerês (norte de Portugal) (Fig. 1) concretamente en un valle glaciar conocido como "Complejo del Couce" (41° 45' 38" N, 08° 02' 50" O; 1150 m.s.n.m.) rodeado de estribaciones montañosas, a saber, Maceiras y Outeiro do Pássaro en la zona norte, Chamiçais en el sector oriental y Borrageiros y Fojo de Alcantara en el occidental. El valle forma parte de la transición entre la Región Mediterránea (pisos mesomediterráneo y supramediterráneo) y la Eurosiberiana (pisos montano y subalpino).

Los primeros resultados palinológicos derivaron de un sondeo realizado por Coudé-Gaussen & Deneffe (Coudé-Gaussen & Deneffe, 1980; Coudé-Gaussen,

1981) que alcanzó los 140 cm de potencia. Más tarde, Ramil Rego *et al.*, (1995) llevaron a cabo otro estudio polínico a partir de un testigo de 290 cm de potencia. La secuencia polínica resultante (Fig. 2) permite establecer siete zonas polínicas. La más antigua tiene su base en torno a 10900 años BP y en ella podemos observar un claro predominio del polen arbóreo constituido mayoritariamente por *Pinus*, *Quercus* caducifolios y *Betula*. Puntualmente también se registra polen de mesófitos como *Corylus*, *Alnus*, *Castanea*, *Fagus* y *Ulmus*. Con respecto al polen no arbóreo, dominan las ericáceas. En la fase siguiente se detecta un descenso del polen arbóreo, incrementándose simultáneamente Poaceae y *Artemisia*. Este breve período podría corresponder con el Dryas reciente, pero no hay control cro-



Figura 1. Lagoa do Marinho en Serra do Gerês (Foto: R. Domínguez)

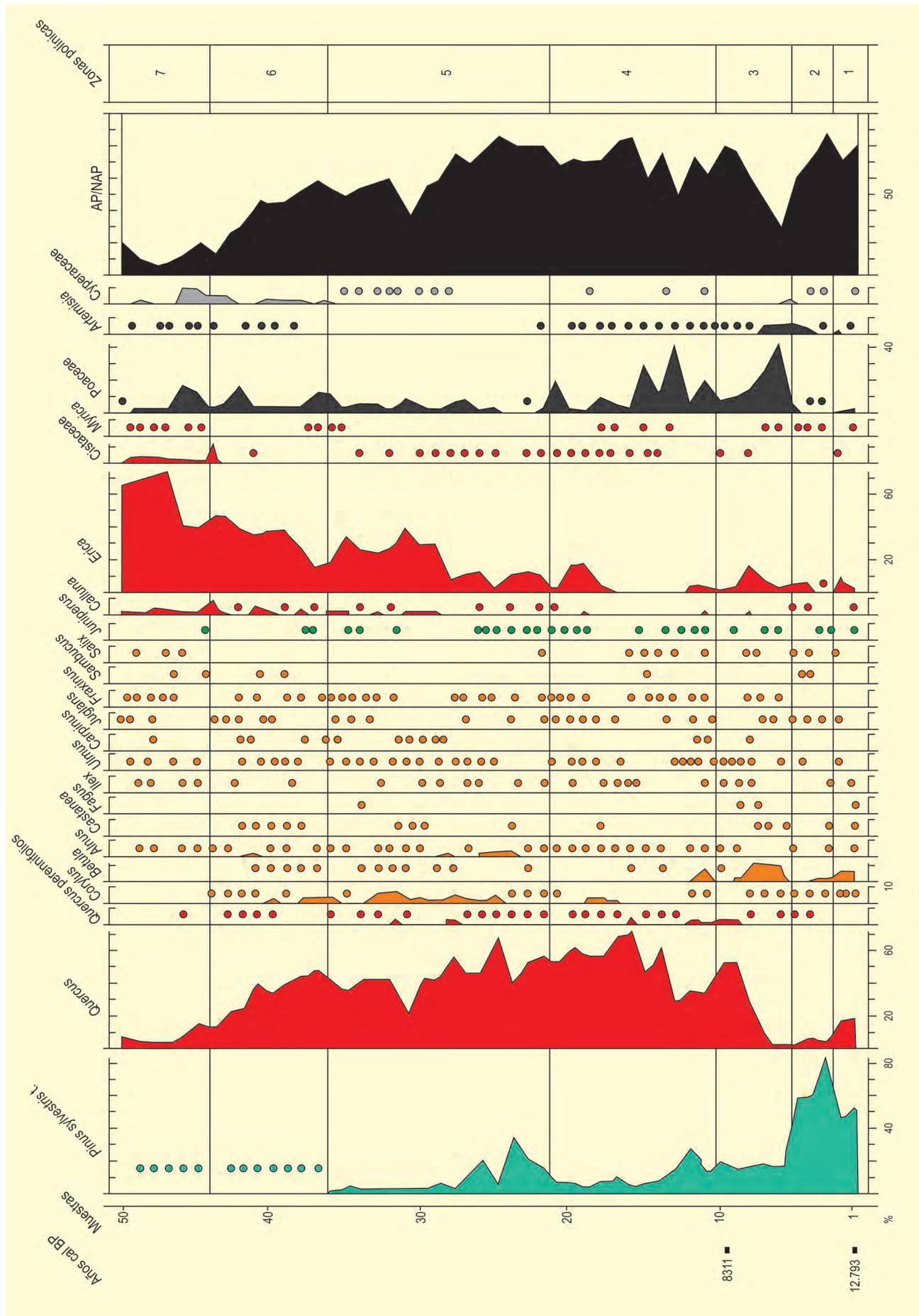


Figura 2. Diagrama polínico de Lagoa do Marinho. Redibujado de Ramil Rego et al. (1995)

nológico que lo atestigüe. A continuación, ya en cronología holocénica (7300 años BP en adelante), tiene lugar una notoria expansión de los *Quercus* caducifolios acompañada de una progresiva subida en los porcentajes de *Corylus*, *Calluna* y *Erica*. En las fases subsiguientes se van produciendo oscilaciones en el porcentaje de *Quercus* caducifolios y un descenso de *Pinus*. En un período más reciente vuelve a detectarse una fase de declive en los porcentajes de *Quercus* caducifolios acompañado de una progresión ascendente de los porcentajes de *Erica*. Este declive de *Quercus* marcará el detrimento de la cobertura arbórea. Desaparece ade-

más la curva de *Pinus*, cuya presencia pasará a ser más puntual. Cabe resaltar también que es durante esta fase cuando el castaño obtiene su mayor representación. Por último, el final de la estratigrafía polínica está marcado por el dominio de las formaciones arbustivas, siendo *Erica* el taxón dominante. Durante esta última fase, aparece una curva continua de cistáceas y el porcentaje de polen arbóreo experimenta los valores más bajos de toda la secuencia.

**Más información**

Ramil Rego *et al.* (1995)



# LAGOA TRAVESSA

Setúbal, Portugal  
Holoceno (7580-6560 años BP)

El depósito analizado palinológicamente se corresponde con un depósito de naturaleza turbosa hallado en el suroeste de Portugal, concretamente en una laguna perteneciente al municipio de Grândola (Setúbal) conocida como Lagoa Travessa. La posición de esta laguna ( $38^{\circ} 18' 18''$  N,  $08^{\circ} 46' 27''$  O; 10 m s. n.m.) reviste un interés especial bajo el punto de vista geomorfológico ya que se encuentra situada entre el valle del río Carvalhal, dos sistemas dunares costeros y otra laguna, Lagoa Formosa. Ésta última, junto a Lagoa Travessa, constituye en la actualidad un complejo lagunar cuyo origen parece ser el resultado del desarrollo local de la barrera costera.

La subregión lusa del Alentejo Litoral, a la que pertenece este sistema lacustre, presenta un clima mediterráneo con elevada influencia marítima dada su proximidad al océano Atlántico. La vegetación actual está compuesta de una amplia variedad de formaciones vegetales. En las zonas costeras aparecen comunidades herbáceas dominadas por *Elymus farctus*, *Ammophila arenaria* y *Otanthus maritimus*, matorrales de pequeño tamaño constituidos por especies como *Artemisia crithmifolia*, *Helichrysum italicum*, *Scrophularia frutescens* y *Thymus carnosus*, entre otras, y formaciones de especies halófitas sometidas al régimen mareal como la espertina, *Artemisia maritima* y *Limonium ovalifolium*.

En las zonas del interior existen parches residuales de *Quercus faginea*, una maquia esclerófila con especies como *Quercus coccifera*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus* y *Quercus suber*, zonas de brezales, plantaciones de pino piñonero, pino negral, alcornoque, eucalipto y olivo, además de zonas de vegetación ruderal. Próximo a los cauces de Carvalhal, Carrasqueira y Apostiça crece un bosque de ribera dominado por *Salix atrocinerea* y *Populus nigra*. Con respecto a la vegetación que rodea los sistemas lagunares podemos encontrar *Scirpus ho-*

*loschoenus*, *Ulex minor*, *Pteridium aquilinum* y *Rubus* sp.

El estudio palinológico (Fig. 1) (Mateus 1985, 1989) proporciona un registro holocénico cuya base se sitúa en 7580 años BP. Durante el período comprendido entre esta fecha y 6560 años BP se observan altos porcentajes de polen arbóreo. *Pinus* es el elemento dominante, seguido de *Quercus*. El olivo muestra una representación media similar a la de *Alnus* y, puntualmente, se detecta la presencia de otros taxones leñosos mesófilos como *Fraxinus*, *Corylus*, *Betula*, *Ulmus* y *Acer monspesulanum*. En relación a la vegetación no arbórea, los brezales constituyen las principales formaciones arbus-tivas.

En el Holoceno medio, entre 6560 y 4910 años BP se observa un progresivo descenso en los valores de *Pinus*. Las curvas de *Olea* y Ericales no muestran grandes cambios. *Alnus* fluctúa durante todo este período, disminuyendo su presencia en determinados momentos pero, en términos generales, mantiene valores medios. Al comienzo de esta fase aparecen por primera vez y de forma aislada madroño y nogal. Chenopodiaceae aumenta su representación y se detecta la aparición de indicadores de agricultura (*Vitis* y Cerealia). *Quercus* experimenta un incremento notable hacia el final de esta fase, llegando a superar la incidencia del pino.

A lo largo de la etapa comprendida entre 4910-4180 años BP la curva de pino parece estabilizarse mientras, a partir de la segunda mitad de esta fase, se aprecian ligeros aumentos en *Quercus* y Ericales. El sauce aparece por primera vez en la secuencia polínica, en clara relación con el descenso observado en *Alnus*. Tras este breve episodio, *Alnus* se recupera alcanzando sus valores más altos. Es también en este período cuando el grupo de *Quercus* caducifolios alcanza los porcentajes más elevados. Se observan además, dos máximos pun-

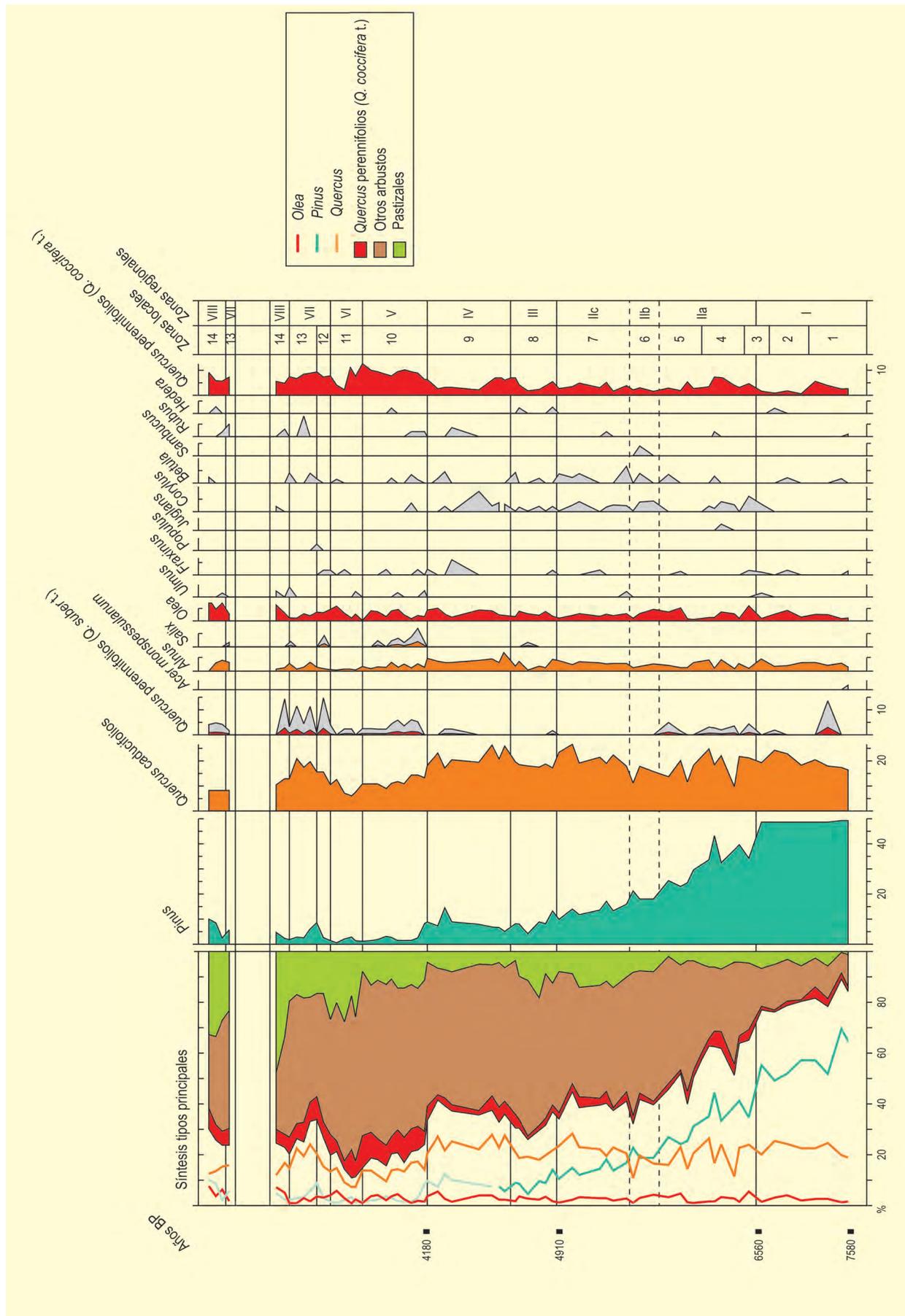


Figura 1. Diagrama polínico de Lagoa Travessa. Redibujado de Mateus (1985, 1989)

tuales de *Fraxinus* y *Corylus*. En cuanto a los componentes no arbóreos, las quenopodiáceas mantienen altos sus valores y los brezales continúan siendo las formaciones arbustivas mayoritarias.

A partir de 4180 años BP los pinares sufren una regresión, mientras *Quercus* experimenta oscilaciones importantes pero manteniendo porcentajes superiores al 10%. La curva de *Olea* mantiene sus valores habituales, pero al final de este período experimenta un incremento adquiriendo valores superiores al 10%. De forma puntual se detecta la presencia de *Populus*, sin embargo, la presencia de *Alnus* disminuye. Cabe des-

tañar la reaparición de *Salix*, aunque de forma discontinua.

Con respecto al tapiz herbáceo, las quenopodiáceas disminuyen y aumentan las compuestas ligulifloras. En relación a la agricultura, el castaño aparece por primera vez en el diagrama y reaparece puntualmente la vid. En los espectros más recientes, se observa además, un aumento en los porcentajes de Cerealia y la primera aparición del arroz.

#### **Más información**

Mateus (1985, 1989)



# LAGUNA DE LA MOSCA

Parque Nacional de Sierra Nevada, Granada  
Holoceno (~8125 años cal BP – actualidad)

La laguna de la Mosca (LdlMo, 37° 3' N, 3° 18' O) es una pequeña laguna de origen glaciar que se encuentra a 2889 m s.n.m. en la cara norte de la línea de cumbres del Parque Nacional de Sierra Nevada. Tiene una superficie de 0,48 ha, y en su zona más profunda alcanza los 3,4 m.

El macizo de Sierra Nevada recoge prácticamente toda la diversidad de formaciones vegetales del continente en un pronunciado gradiente altitudinal a lo largo de los 40 km que lo separan del mar. En las zonas más bajas aparecen matorrales termófilos, coscojares de *Quercus coccifera* y encinares de *Q. ilex* subsp. *ballota*, que dan paso en altitud a bosques marcescentes de *Q. pyrenaica* y *Q. faginea*, enriquecidos en elementos templados como *Acer*, *Betula* o *Sorbus* y en algunos lugares pinares de *Pinus sylvestris* subsp. *nevadensis*, *P. nigra* subsp. *salzmanii* y *P. pinaster*. En las zonas más altas, por encima del límite de bosque aparecen comunidades arbustivas de *Juniperus communis* subsp. *nana* y *Ge-*

*nista versicolor* y en zonas de gran pendiente o alteradas crucíferas espinosas (*Vella spinosa* y *Hormatophylla spinosa*). En la zona más alta, aparecen también otras lagunas y humedales de origen glaciar, entre vegetación casmofítica y pastizales crioxerófilos ralos con endemismos muy restringidos como *Festuca clementei*, *Nevadensia purpurea*, *Arenaria tetraquetra*, *A. pungens* o *Hernaria boissieri*.

La testigo estudiado tiene una longitud de 189 cm y su control cronológico se ha realizado mediante 11 dataciones de <sup>14</sup>C y una datación de Pu (Tabla XXX). Los sedimentos de esta laguna se empezaron a acumular hace 8400 años cal BP. La secuencia paleoecológica consta de 4 zonas LdlMo-1 a 4.

La zona LdlMo-1 (8400-7300 años cal BP; 189-94 cm de profundidad) se caracteriza por presentar los mayores porcentajes arbóreos de todas la secuencia. La presencia de *Pinus sylvestris/nigra* t. alcanza el 60 % y presenta



Figura 1. Hoya del Mulhacén desde el Collado de la Mosca en el Parque Nacional de Sierra Nevada (Foto: Santiago Fernández)

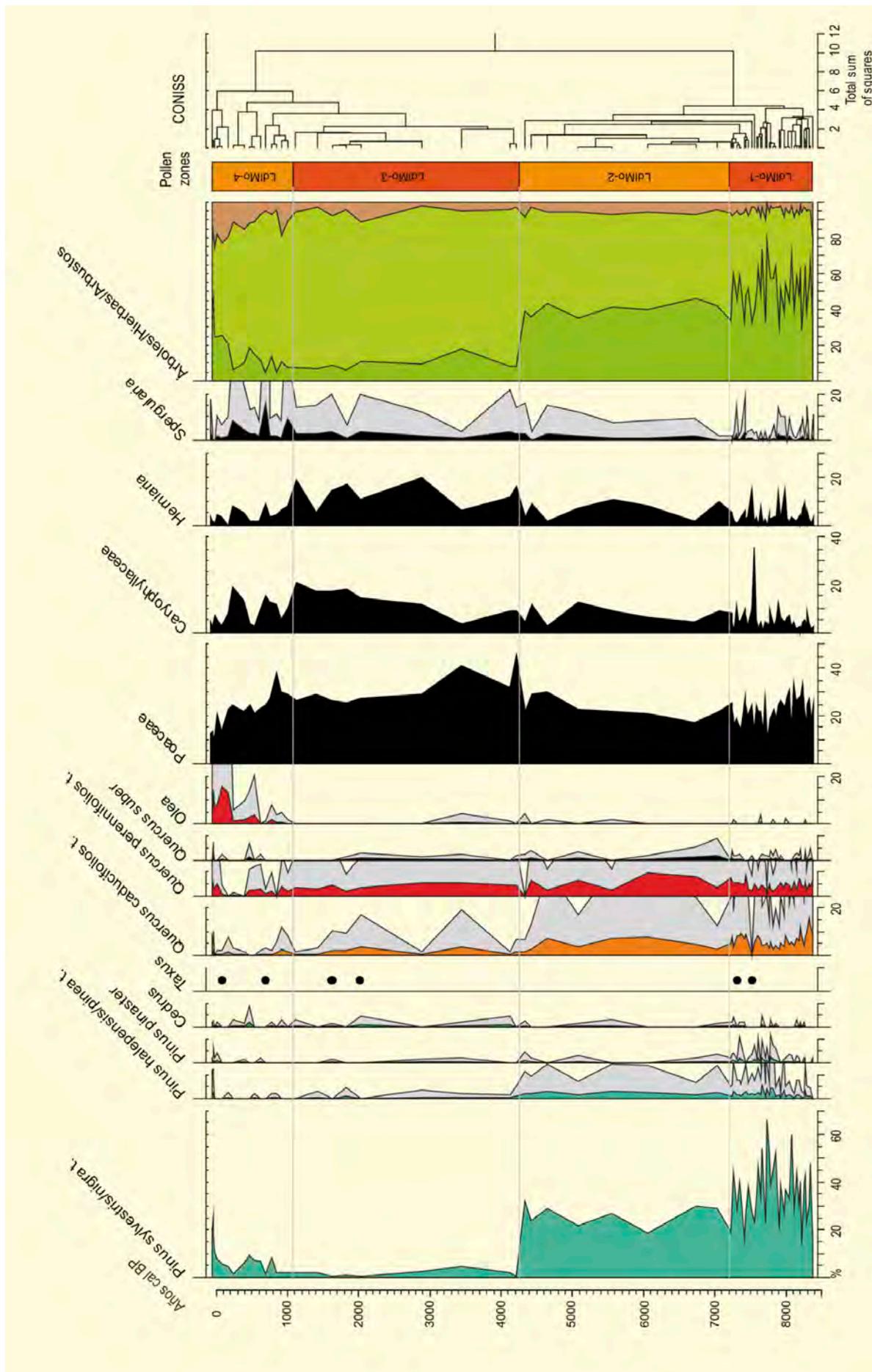


Figura 2. Diagrama polínico de taxones seleccionados de la Laguna de la Mosca. Modificado de Manzano et al. (2019a)

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de LdlMo. Las edades calibradas se han obtenido usando la curva de calibración IntCal13 (Reimer *et al.* 2013), tomando como punto medio el intervalo de probabilidad 95%. Manzano *et al.* (2019a)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Método	Años BP	Años cal. BP	Media (Años cal. BP)
	Superficie	Presente	AD2013	-63	-63
	3,75	Datación por Pu	AD1963	-13	-13
D-AMS 005126	25	<sup>14</sup> C	1700 ± 29	1545-1696	1602
D-AMS 005127	33	<sup>14</sup> C	2003 ± 21	1898-1994	1953
D-AMS 005128	44,5	<sup>14</sup> C	3747 ± 30	3986-4161	4109
D-AMS 005130	66	<sup>14</sup> C	4153 ± 31	4578-4826	4698
D-AMS 005132	82	<sup>14</sup> C	6275 ± 40	7027-7113	7211
D-AMS 004379	127,5	<sup>14</sup> C	6910 ± 34	7674 - 7825	7736
D-AMS 004380	136	<sup>14</sup> C	6785 ± 43	7576 - 7683	7632
D-AMS 004381	154	<sup>14</sup> C	6548 ± 31	7422 - 7551	7456
D-AMS 004382	165	<sup>14</sup> C	6791 ± 41	7579 - 7684	7635
D-AMS 004383	181	<sup>14</sup> C	7403 ± 36	8168 - 8332	8250
D-AMS 004384	182	<sup>14</sup> C	7334 ± 38	8023-8284	8125

un patrón en dientes de sierra opuesto al que que presenta el conjunto de los taxones crioxerófilos *Herniaria*, *Spergularia* y Caryophyllaceae (atribuido a *Arenaria tetraquetra* y/o *A. pungens*). Estas oscilaciones se reflejan en desplazamientos altitudinales rápidos del límite forestal. La presencia de otros taxones arbóreos como *Quercus* caducifolios y perennifolios es más estable, en torno al 10 %.

La zona LdlMo-2 (7300-4200 años cal BP; 94-49 cm de profundidad) se caracteriza por una mayor estabilidad del paisaje. Los porcentajes de *Pinus sylvestris/nigra* t. y *Quercus* se mantienen constantes alrededor del 25 y el 10 % respectivamente. Aparece un incremento paulatino del componente crioxerófilo hacia la parte superior de la zona llegando a alcanzar en su conjunto hasta un 20 %, siempre relacionado inversamente con las dinámicas de *Pinus sylvestris/nigra* t. En esta zona los valores de microcarbones son bajos y estables, sin embargo, la parte superior de la zona está marcada por un pico en el influjo de microcarbón.

La zona LdlMo-3 (4200-1100 años cal BP; 49-18 cm de profundidad). Esta zona comienza con un drástico des-

censo del polen arbóreo, en particular de *Pinus sylvestris/nigra* t., cuyos valores caen al principio de la zona hasta un 10 %. Sin embargo los valores de *Quercus* perennifolios y caducifolios se mantienen constantes desde la zona anterior. Los valores de Caryophyllaceae y *Herniaria* aumentan progresivamente hacia la parte superior de la zona, alcanzando valores conjuntos del 30 %.

La zona LdlMo-4 (1100 años cal BP – 2013 AD; 18-0 cm de profundidad) se caracteriza por grandes oscilaciones en los valores de Caryophyllaceae, *Herniaria* y *Spergularia* que ocurren en a la par que la matorralización de los paisajes de alta montaña marcada por incrementos en *Juniperus*, *Cytisus/Genista* t. y Brassicaceae que alcanzan valores conjuntos del 20 % hacia la parte superior de la zona. El estrato arbóreo mantiene un papel secundario, con valores de *Quercus* muy bajos, que llega a desaparecer en algunas partes de la zona. En el último siglo se registra un gran aumento de *Pinus sylvestris/nigra* t. debido a las repoblaciones forestales.

#### Más información

Manzano *et al.* (2019a)



# LAGUNA DE LA MULA

Sierra Nevada, Granada  
Holoceno (4100 años cal BP)

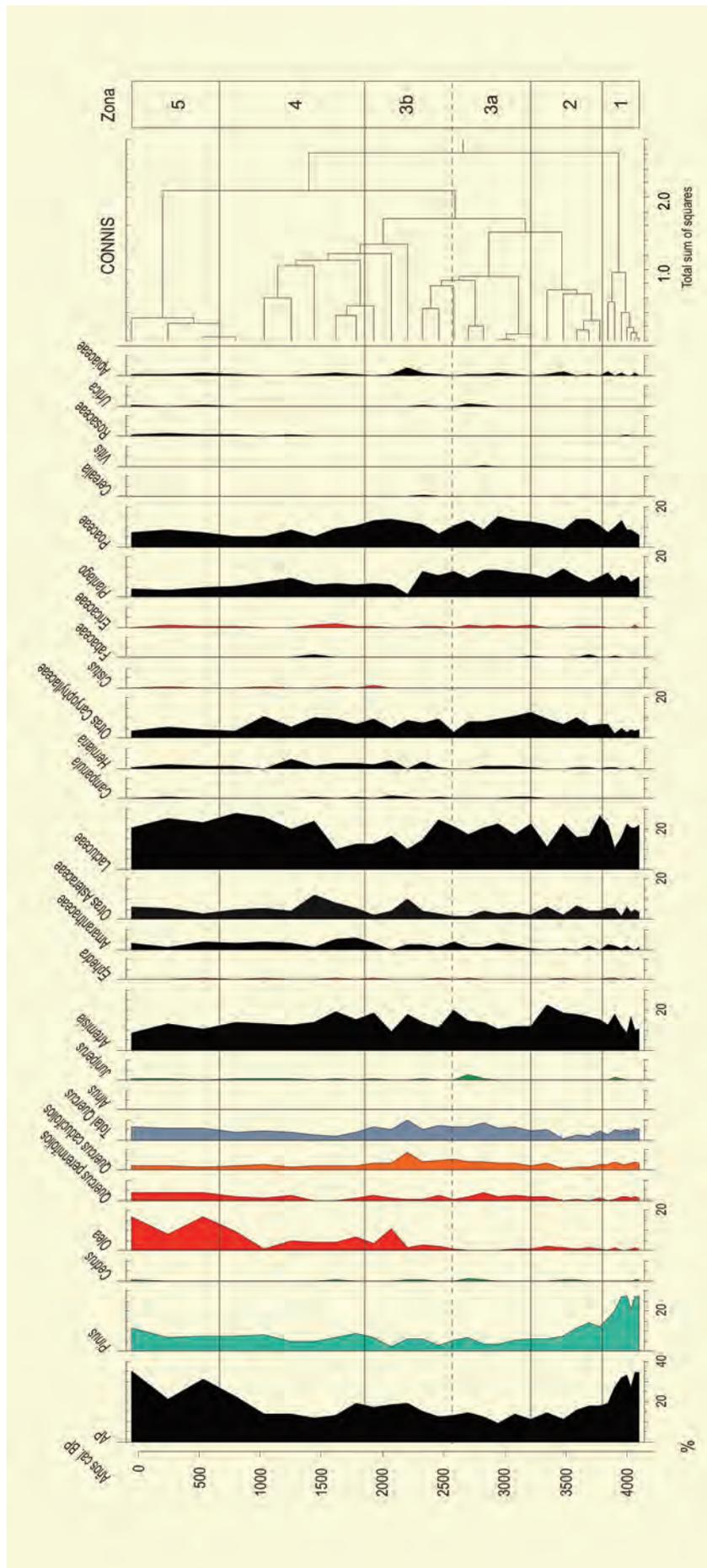
La Laguna de la Mula ( $37^{\circ} 3' N$ ,  $3^{\circ} 25' O$ ; 2497 m s.n.m.) es uno de los humedales de origen glaciar situados a más baja altitud que existen en Sierra Nevada (Fig. 1; ver también Laguna de Río Seco y Borreguiles de la Virgen). La Laguna de la Mula, al igual que los Borreguiles de la Virgen, se sitúa en la cabecera del Río Dílar. Es un lago muy pequeño que tiene un diámetro alrededor de 45 m y una superficie de cuenca de drenaje de aproximadamente 25 ha. Se trata también de un lago somero, su máxima profundidad cuando fue muestreado en julio de 2010 era de 57 cm y en años de pocas precipitaciones se seca completamente al final del verano. Esta depresión se sitúa por encima de la cota de árboles y la vegetación que la rodea es típica del piso oromediterráneo.

En julio del 2010 se obtuvo un testigo de sedimento de unos 32,5 cm de longitud de la parte más profunda de esta laguna. La secuencia sedimentaria se caracteriza por unas arcillas muy orgánicas que varían levemente de color. Los sedimentos se dataron por medio de siete dataciones de  $^{14}C$  (Tabla 1).

El análisis de polen de esta secuencia sedimentaria muestra bajos porcentajes de especies arbóreas, principalmente de *Pinus*, *Quercus* y *Olea*, que varían alrededor de un 20%. Las hierbas tales como *Artemisia*, Asteraceae, Amaranthaceae, *Herniaria*, otras Caryophyllaceae, *Plantago* y Poaceae dominan los espectros polínicos. Las plantas acuáticas son abundantes y están principalmente representadas por *Polygonum*



Figura 1. Laguna de la Mula, Parque Nacional de Sierra Nevada, Granada (Foto: Gonzalo Jiménez-Moreno)

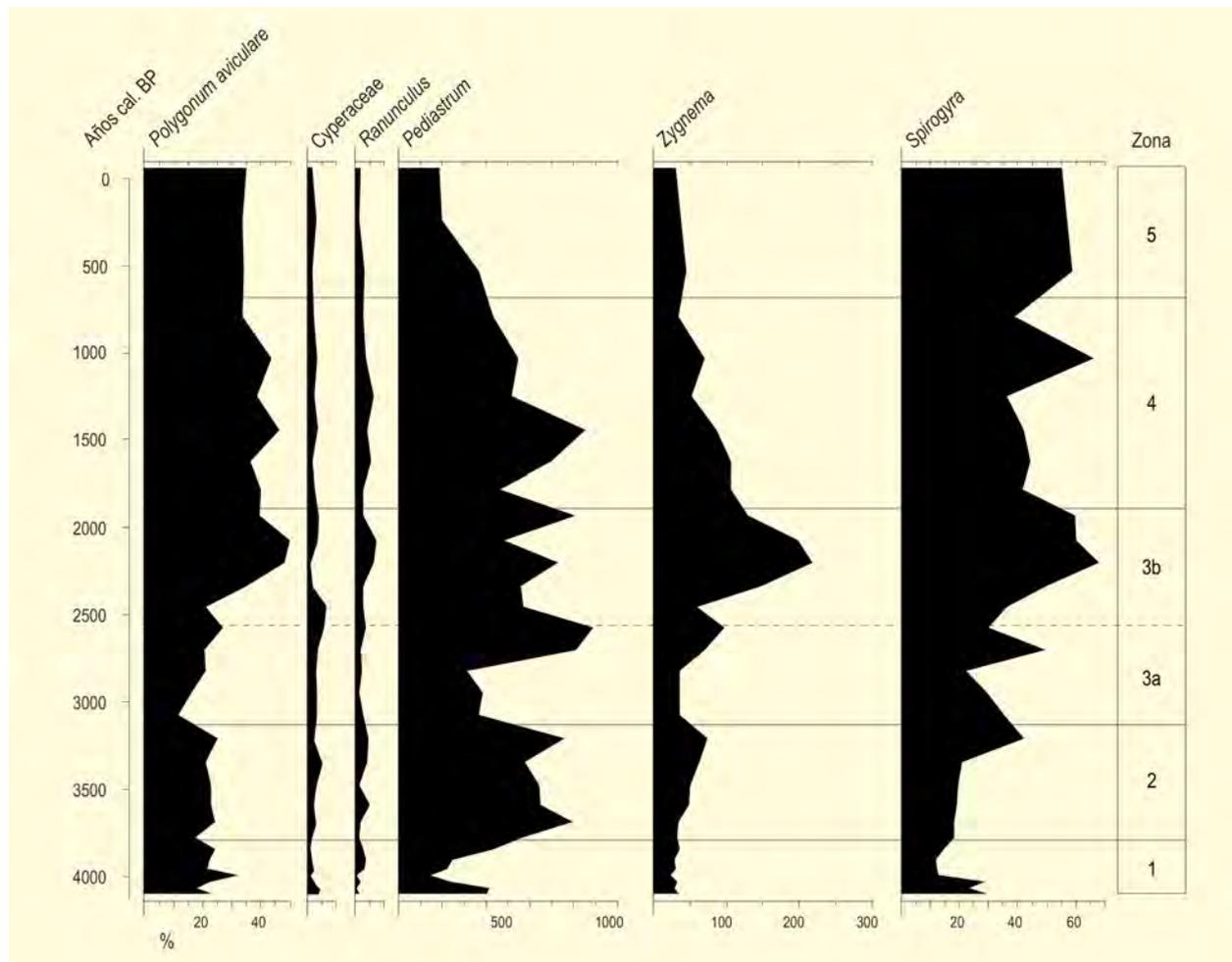


**Figura 2.** Diagrama polínico de la Laguna de la Mula que muestra porcentajes de taxones seleccionados. *Polygonum aviculare* fue excluido de la suma total de polen debido a su sobrerepresentación. La estratigrafía polínica a la derecha, se realizó utilizando el análisis de conglomerados proporcionado por CONISS (Grimm 1987. Modificado de Jiménez-Moreno et al. (2013)

**Tabla 1.** Datos de radiocarbono de la Laguna de la Mula. Todas las edades se calibraron por medio de CALIB 5.0.2 (Stuiver & Reimer 1993) (Jiménez-Moreno *et al.* (2013)

Ref. Lab. *	Prof. (cm)	Método	Años BP ( $\pm 1\sigma$ )	Años cal. BP (rangos, $2\sigma$ )
	0	Present	AD2010	-60
DirectAMS-1203-006	2,5	$^{14}\text{C}$	739 $\pm$ 19	695 - 781
DirectAMS-1203-007	9,5	$^{14}\text{C}$	1990 $\pm$ 24	1926 - 2105
DirectAMS-1203-008	14,5	$^{14}\text{C}$	2624 $\pm$ 28	2495 - 2744
DirectAMS-1203-009	18	$^{14}\text{C}$	3018 $\pm$ 20	3078 - 3136
DirectAMS-1203-010	22	$^{14}\text{C}$	3650 $\pm$ 20	3585 - 3693
DirectAMS-1203-011	27,5	$^{14}\text{C}$	4356 $\pm$ 22	4857-4971
UCIAMS81595	30,5	$^{14}\text{C}$	4042 $\pm$ 20	3985 - 4146

\*Número de muestra asignado en cada laboratorio; DirectAMS# = Accium BioSciences, Seattle, Washington, UCIAMS# = University of California at Irvine W.M. Keck Carbon Cycle Accelerator Mass Spectrometry Laboratory. En rojo la fecha que se consideró demasiado antigua y que no fue usada en el modelo de edad.



**Figura 3.** Porcentajes de taxones acuáticos (polen y algas) de la Laguna de la Mula. La zonificación, a la derecha, es la misma que en la Fig. 2 y decidida por el polen. Modificado de Jiménez-Moreno *et al.* (2013)

*aviculare*, rondando el 28% del total. Son también muy abundantes las algas como *Pediastrum*, *Zygnema* y *Spirogyra*.

El estudio de polen muestra un periodo árido entre 3800-3100 años cal BP, caracterizado por la abundancia de plantas xerófitas y bajo nivel del lago. Posteriormente se sucede un periodo húmedo entre ~3100 y 1850 años cal BP que sucedió en dos fases: (1) un incremento en *Quercus* perennifolios entre 3100 y 2500 años cal BP y posteriormente un incremento en *Quercus* caducifolios y un aumento del nivel del lago entre 2500 y 1850 años cal BP, indicando condiciones todavía más húmedas. Este máximo de humedad sucede durante el

conocido periodo húmedo romano y coincide con un máximo en la actividad de incendios en esta área, que podría estar relacionado con un aumento en masa forestal susceptible a ser quemada y/o un aumento en la actividad del hombre en la zona. Posteriormente se observa una fuerte reducción en *Quercus* y un aumento en xerófitas que puede ser interpretado como un periodo árido entre 1850 y 650 años cal BP. Probablemente estas oscilaciones de humedad se deban a cambios temporales a escala de milenios en el modo de la NAO (Jiménez-Moreno et al., 2013).

#### **Más información**

Jiménez-Moreno *et al.* (2013)



# LAGUNA DE LAS MADRES

Moguer y Palos de la Frontera, Huelva  
Holoceno (6290-599 años cal BP)

La Laguna de las Madres (37° 09' 18" N, 06° 51' 21" O) es un humedal de origen tectónico situado dentro del Paraje Natural de las Lagunas de Palos y las Madres (Huelva) (Figs. 1 y 2). A nivel geomorfológico, queda sellado por migración del cordón dunar del litoral de Huelva, obturándose el drenaje de la red fluvial (Fernández-Zamudio *et al.* 2007). La parte más baja, que suele estar inundada durante todo el año, fue declarada Paraje Natural en 1989 y cubre parte de una antigua turbera, la mayor parte de la cual ha desaparecido por las actividades de explotación. No obstante, sigue siendo una de las zonas turbosas más importantes del suroeste de Europa.

La vegetación actual de la zona está muy condicionada por la tipología edáfica, los rasgos hidromórficos y la acción antrópica, quedando apenas retazos de la vegetación de los últimos siglos, dominada por *Quercus suber* en el estrato arbóreo. En los arroyos turbosos son frecuentes formaciones de cárices y saucedas (*Salix atrocinerea*), abundando *Claudium mariscus*, *Phragmites australis*, *Typha dominguesis*, *Scirpus holoschoenus*, *Rubus ulmifolius* y *Eleocharis palustris*. El tojal-breza se instala sobre las zonas con mejor drenaje y comprende, entre otras, *Erica ciliaris*, *E. tetralix*, *Ulex minor*, *Cistus psilosepalus* y *Molinia caerulea*. Entre los halófitos tenemos *Sarcocornia fruticosa*, *Arthrocnemum macrosta-*



Figura 1. Laguna de las Madres del Paraje Natural de las Lagunas de Palos y las Madres (Foto: José Antonio López-Sáez)

Tabla 1. Dataciones de la Laguna de las Madres (Stevenson &amp; Harrison 1992)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Muestra
OxA-846	207	3860 ± 80	4277	Madera	LM3
OxA-847	248	4560 ± 80	5205	Carbón	LM3
BETA-4224	263	4480 ± 150	5128	Turba	LM3
OxA-854	79	600 ± 70	599	Turba	LM2
OxA-853	130	1530 ± 90	1434	Turba	LM2
OxA-852	180	2580 ± 90	2634	Turba	LM2
OxA-850	204	3680 ± 90	4022	Turba	LM2



Figura 2. Detalle de la vegetación limitrofe a la Laguna de las Madres (Foto: Pablo García Murillo)

*chym*, *Halimione portulacoides*, *Atriplex glauca*, *Tamarix boveana* e *Inula crithmoides*. Entre los hidrófitos cabe mencionar *Utricularia exoleta*, *Polygonum amphibium*, *Nymphaea alba* y *Potamogeton polygonifolius*. Fuera del contexto higrofitico, en áreas más elevadas con pinar (*Pinus pinea*) y alcornocal (*Quercus suber*), algunos elementos arbustivos llegan a ser frecuentes, como *Cistus salvifolius*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Pteridium aquilinum*, *Erica umbellata*, *Halimium halimifolium* y *Juniperus turbinata*, entre otros.

Después de un trabajo pionero de Menéndez-Amor & Florschütz (1964), Stevenson (1981, 1985) realizó tres sondeos, produciendo secuencias (Figs. 3, 4 y 5) que fueron interpretadas sobre la base de los contextos de explotación y cambios culturales durante los últimos cinco mil años. Estas secuencias están apoyadas por varias dataciones radiocarbónicas (Tabla 1) y permitieron compartimentar la historia de los bosques del suroeste peninsular en seis fases (Stevenson & Harrison 1992). Lo más destacado es la conclusión

**Tabla 2.** Dataciones de la Laguna de las Madres (Edad calibrada utilizando la media del 95,44 %, 2  $\sigma$ . Yll *et al.* 2003)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Muestra	Método
LGG-1021	35	960 $\pm$ 200	910	Turba-arenas	LM4	Convencional
LGG-1022	45	1090 $\pm$ 170	970	Turba-arenas	LM4	Convencional
LGG-1023	60	1150 $\pm$ 190	1060	Turba-arenas	LM4	Convencional
LGG-1024	35	1570 $\pm$ 180	1420	Turba-arenas	LM3	Convencional
LGG-1019	45	2570 $\pm$ 200	2740	Turba-arenas	LM3	Convencional
LGG-1020	60	3410 $\pm$ 180	3680	Turba-arenas	LM3	Convencional
UtC-4029	40	2550 $\pm$ 60	2730	Turba-arenas	LM1b	AMS
UtC-4027	105	3520 $\pm$ 60	3770	Lodos	LM1b	AMS
UtC-4030	160	4450 $\pm$ 70	5000	Lodos	LM1b	AMS
UtC-4023	210	5480 $\pm$ 60	6290	Turba-arenas	LM1	AMS

de que la dehesa de quercíneas sería una formación antropogénica originada hace unos cuatro mil años.

La primera fase, documentada en LM2-1 (Fig. 4) y LM3-1 (Fig. 5), muestra valores relativamente altos de *Erica lusitanica*, *Pinus*, *Halimium* y *Vitis* en un contexto de baja cobertura arbórea. Esto, unido al hecho de que el polen de *Quercus* y *Vitis* se asocia a elementos tomados como ruderales (*Plantago*, Brassicaceae, *Anthemis*, *Halimium*, *Rumex* y *Artemisia*) sugiere un período de viticultura extensiva durante cuatro o cinco siglos dentro de un período coetáneo con la Edad del Cobre. La segunda fase (LM2-2, Fig. 4), implica inicialmente un máximo de *Quercus*, *Pinus* y Poaceae, junto con valores relativamente altos de polen de ligulifloras, *Rumex* y *Plantago*. Esta fase estaría todavía dentro del episodio cultural de Los Millares. El incremento arbóreo es interpretado por los autores como una constatación de la explotación del paisaje a través de dehesas. La tercera fase, representada en LM2-3 (Fig. 4), mostraría la perturbación de la cubierta forestal por acción del fuego. Sería una fase dinámica correspondiente a la Edad del Bronce y a la ocupación fenicia, en la que se aprecian oscilaciones en las curvas polínicas e incremento de *Erica lusitanica*. El inicio de la presencia de pólenes de *Olea* podría estar indicando su cultivo en la zona. Esta fase puede corresponder a fenómenos puramente locales. La zona LM2-4 (Fig. 4) se corresponde con la cuarta fase. En ella se producen incrementos en *Artemisia*, *Plantago*, Brassicaceae y *Rumex*, así como en la concentración de microcar-

bones (sugierentes de la incidencia del fuego sobre la cubierta forestal, que se muestra oscilante). Esta cuarta fase podría indicar un sistema de dehesas bien definido en la zona, en coincidencia con la instalación de fenicios y griegos en la región. A continuación (LM2-5, Fig. 4), tiene lugar un fuerte incremento en *Pinus*, que llega a ser dominante, posiblemente como resultado de plantación por parte de los habitantes del lugar. La última fase de evolución regional para la vegetación implicaría un retroceso del bosque y un restablecimiento de la dehesa. Aunque no es apreciada en la Laguna de las Madres estaría documentada en otros registros locales de menor importancia (Stevenson & Harrison 1992).

En general, el registro está dominado por un bosque termomediterráneo que se va degradando progresivamente y en el que hay alteraciones en la dominancia y en la estructura ecológica, según los autores, con un fuerte componente de acción antrópica (Stevenson & Harrison 1992). La secuencia polínica también sugiere cierta dinámica vegetal asociada a la dinámica dunar, con fases de estabilización de dunas caracterizadas por *Quercus* y *Juniperus* y fases más inestables en las que dominaría *Pinus pinea* (Stevenson 1985).

Posteriormente, en el curso de un estudio centrado en la geomorfología de la Laguna de las Madres, Zazo *et al.* (1996) realizan un pequeño estudio palinológico que muestra algunas discordancias con los registros de

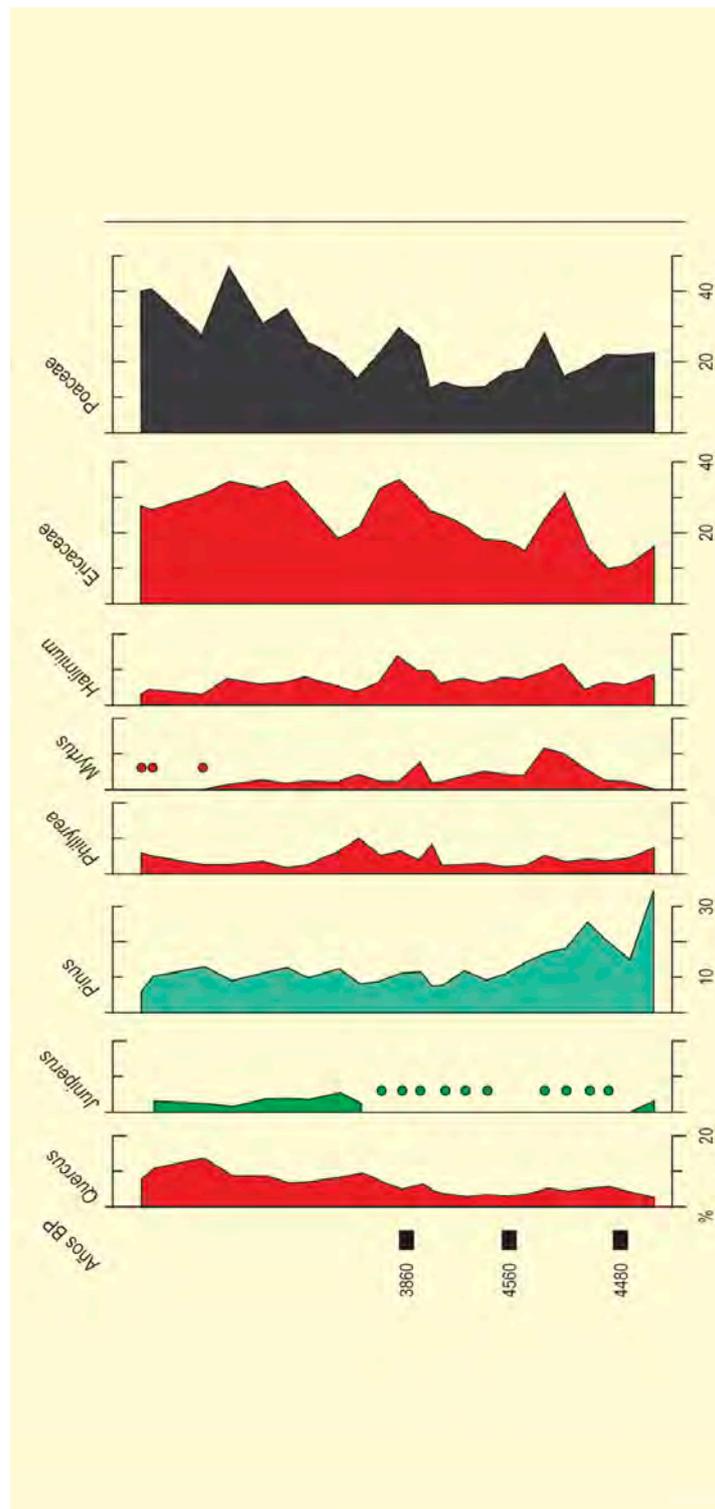


Figura 3. Diagrama polínico del sondeo 1 de la Laguna de las Madres. Redibujado de Stevenson (1981)

Stevenson, pero los autores centran la breve discusión en el cambio paleolimnológico sugerido por las variaciones de la vegetación local en torno a 4000 años BP.

Una investigación más exhaustiva desde el punto de vista palinológico es la publicada años después por Yll *et al.* (2003). En este trabajo se sugiere una datación de

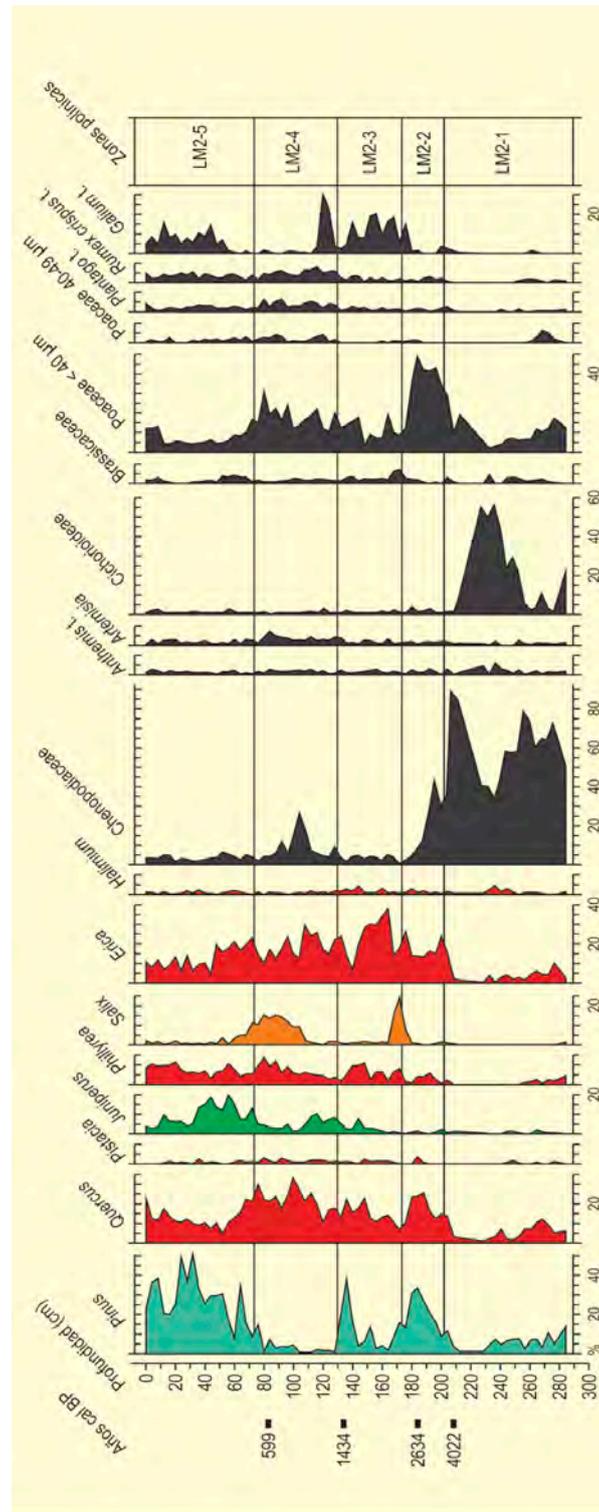


Figura 4. Diagrama polínico del sondeo 2 de la Laguna de las Madres. Redibujado de Stevenson (1985)

6290 años BP para el aislamiento de la Laguna de las Madres, con paludificación a partir de 4000 años BP (Tabla 2). La interrupción de la deposición de turba parece re-

lacionada con el desarrollo de los sistemas dunares adyacentes. Yll *et al.* (2003) entienden que la estratigrafía polínica de las Madres se puede simplificar en dos fases

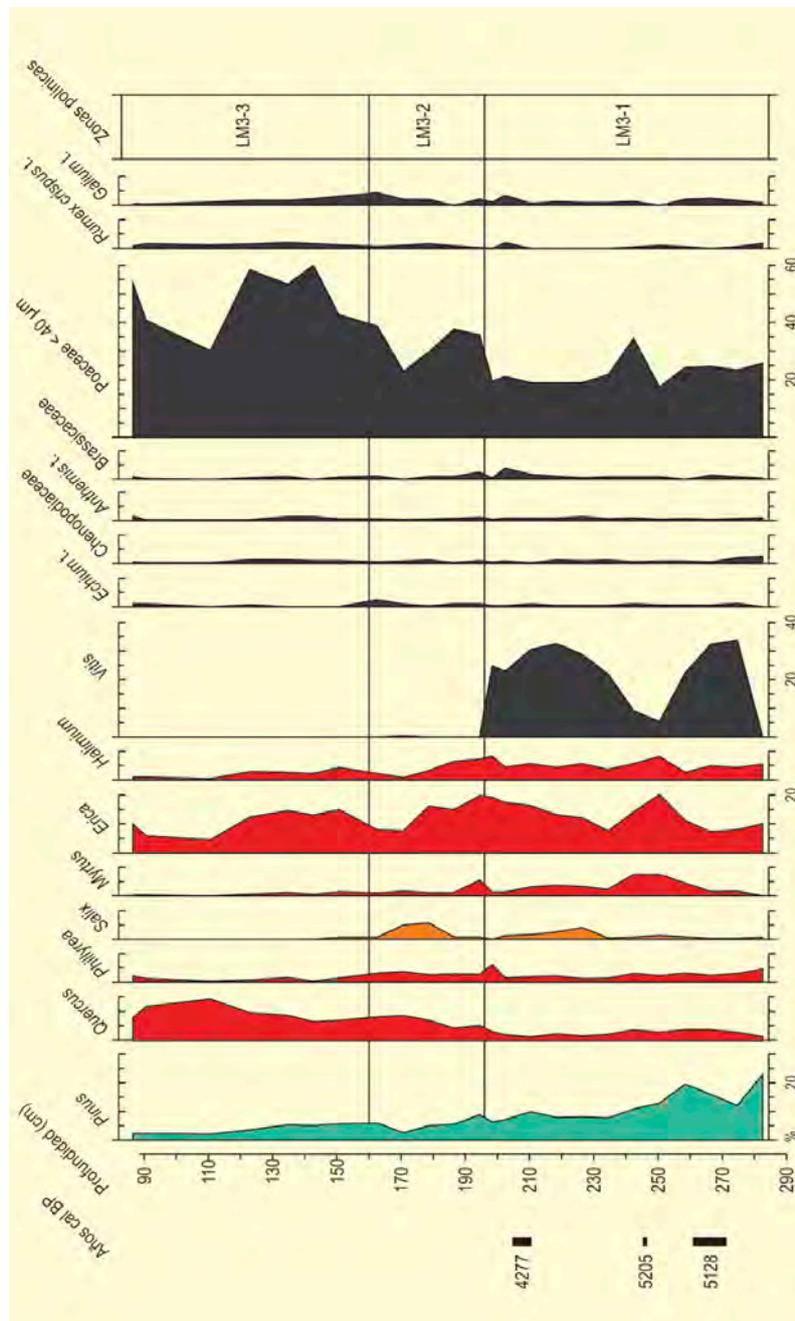


Figura 5. Diagrama polínico del sondeo 3 de la Laguna de las Madres. Redibujado de Stevenson (1985)

principales, una inferior entre 5480 y 4450 BP, con predominio de Chenopodiaceae y esporas; y una fase ulterior que llegaría hasta 1000 BP, en la cual aumentan *Quercus caducifolios*, Ericaceae, Cyperaceae y Poaceae (Fig. 6). En último término, este segundo episodio incluye un evento (últimos 1500 años del registro) con desarrollo de *Pinus*, *Quercus perennifolios* y Cistaceae. Yll *et al.* (2003) son críticos con los precedentes trabajos de

Stevenson, especialmente en lo que respecta a las diferencias en las frecuencias relativas de *Vitis*, *Myrtus* y *Salix* (Fig. 4), en el primer caso, críticas para la interpretación del escenario de influencias humanas. Con independencia de estas críticas, que también afectarían a los porcentajes de *Juniperus* y pese a que se trata de conjuntos florísticos muy similares, está claro que los diagramas de Stevenson (1981, Fig. 3; 1985, Figs. 4 y 5) e Yll *et al.* (2003,

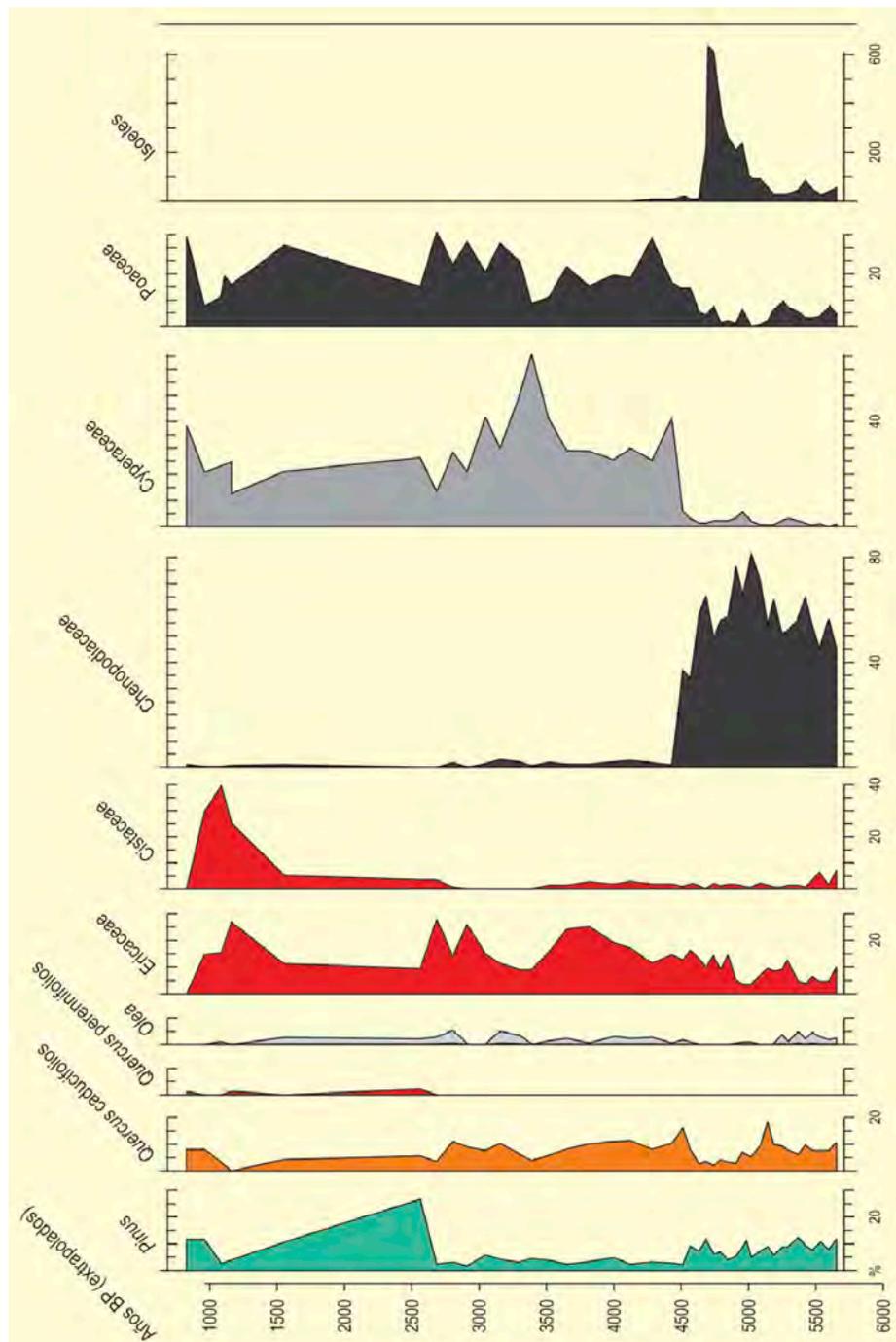


Figura 6. Diagrama sintético del sondeo de la Laguna de las Madres. Redibujado de Yll *et al.* (2003)

Fig. 6) muestran diferencias más que sustanciales y en ningún caso se puede descartar la existencia de variaciones locales en los espectros polínicos.

#### Más información

Stevenson (1981, 1985), Stevenson & Harrison (1992), Yll *et al.* (2003)



# LAGUNA DE LAS SALINAS

Tierra de Campos, Lagunas de Villafáfila, Zamora  
Holoceno (6000 años cal BC – actualidad)

La laguna de las Salinas ( $41^{\circ} 48' 44''$  N,  $5^{\circ} 36' 54''$  O; 680 m s.n.m.) se sitúa en el extremo suroccidental de la denominada Tierra de Campos al noroeste de la provincia de Zamora, una comarca geográfica de paisajes de llanura de topografía plana, en los cuales abundan humedales salinos que se localizan en general en las zonas de depresión. Esta laguna es estacional y cubre una superficie aproximada de 70 ha, con una longitud y anchura máximas de 3,36 y 0,877 km respectivamente, para un perímetro irregular total de 14,5 km. El conjunto de humedales de Villafáfila puede clasificarse como de tipo hipersalino estacional; estando considerado en la actualidad un sitio Ramsar (Lagunas de Villafáfila), Lugar de Interés Comunitario (LIC), Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y una Reserva Natural, con una extensión aproximada de 32682 ha, aunando dos hábitats de gran valor ecológico: el complejo lagunar en sí y la estepa cerealística del entorno inmediato.

Las Lagunas de Villafáfila se sitúan en los términos municipales de Villafáfila, Revellinos, Villarín de Campos y Tapioles (Zamora). El conjunto lagunar está constituido por lagunas salinas, estacionales y esteparias, sometidas a un régimen temporal o semipermanente de inundación de 4 a 9 meses por año; en general alcanzan escasa profundidad. La superficie inundable, variable según la climatología anual, puede llegar a las 500 ha. Desde un punto de vista climático, la zona presenta un clima mediterráneo semiárido continental, con veranos muy secos y calurosos e inviernos muy fríos, una precipitación media anual de 450 mm, con dos máximos pluviométricos en otoño y primavera, y una temperatura media anual de 12 °C.

La vegetación asociada a la laguna se distribuye en bandas de vegetación con la concentración de sales solubles y los ciclos de inundación-deseccación. En aguas tranquilas y mesotróficas, de carácter salino o salobre,



Figura 1. Vista de Laguna de las Salinas, Lagunas de Villafáfila, Zamora (Foto Antonio López-Sáez)

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas de Laguna de las Salinas (López-Sáez *et al.* 2017a)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BC/AD
Ua-35516	30	385 ± 30	AD 1443-1631
CNA-691.1	70	600 ± 35	AD 1296-1409
CNA-690.1	105	2200 ± 60	394-107 BC
CNA-690.2	122.5	3010 ± 30	1385-1128 BC
Beta-275689	135	3570 ± 30	2022-1780 BC
Beta-355632	139	3740 ± 30	2274-2035 BC
Ua-37580	162.5	4200 ± 40	2899-2638 BC
Beta-337223	168	4350 ± 30	3080-2901 BC
CNA-691.2	202	5130 ± 40	4036-3800 BC
Beta-337224	252	5570 ± 30	4456-4352 BC
Beta-355633	302.5	6130 ± 40	5211-4963 BC
Beta-337225	342	6525 ± 25	5537-5469 BC
Beta-355635	382	7020 ± 40	5995-5809 BC
Beta-355634	395	7170 ± 60	6210-5919 BC

se ha citado la presencia de algunos hidrófitos, de hecho halófilos vivaces, como *Ruppia drepanensis* y *R. cirrhosa*, a los que acompañan con frecuencia carófitos (*Chara vulgaris*, *C. canescens*, etc.); mientras que en aguas dulces, neutras, meso-oligótrofas y muy poco salobres, prosperan comunidades acuáticas vivaces de *Callitriche platycarpa*, *C. truncata*, *Eleocharis palustris* y *Ranunculus trichophyllus*. La primera banda de vegetación, al borde mismo de las lagunas, la constituyen comunidades higrohalófilas dependientes del agua subterránea, es decir pastizales salinos húmedos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*) en los que las especies más representativas son las conocidas como juncia o castañuela (*Scirpus maritimus*, *S. lacustris*, *S. littoralis*) y gramínea *Aeluropus littoralis* (gramón), aunque la persistencia de estos juncales se ve amenazada por determinadas cargas excesivas de pastoreo ovino; en ambientes menos salinos (salobres) y enriquecidos en sustancias orgánicas en suspensión pueden abundar localmente otras especies hígrófilas como el carrizo (*Phragmites australis*) y las espadañas (*Typha angustifolia*, *T. domingensis*). Una segunda banda de vegetación se desarrolla hacia el exterior de la anterior, entre la lámina de agua y los cultivos de cereal, sometida a las oscilaciones temporales del nivel freático y de la salinidad edáfica, constituida por matorrales halófilos de *Sarcocornetea fruticosi* típicos de la estepa salina mediterránea; en ellos abundan *Salicornia europaea*, *Salsola soda*, *S. vermiculata*, *Suaeda vera* y *Puccinellia fascicu-*

*lata*. Estos matorrales xerohalófilos, de óptimo estival, suelen ocupar suelos salitrosos, generalmente fangosos o estacionalmente anegados, en amplias áreas del complejo lagunar, constituyendo un magnífico indicador de suelos con elevada salinidad (hipersalinos) en los que tienen carácter pionero.

Las zonas polínicas más antiguas (LS-1, LS-2), entre 6040 y 5000 años cal BC., denotan un paisaje forestal dominado por encinas, y en menor medida robles y pinares con carácter regional. En conjunto, representarían un encinar relativamente abierto rico en enebros, con un cortejo arbustivo de brezos, jaras y matorrales de leguminosas y labiadas. A nivel climático, LS-1 (6040-5900 años cal BC) se muestra como una fase húmeda y frías, con una estacionalidad poco marcada, tal y como atestiguan los elevados porcentajes de hidrohigrófitos (Cyperaceae, *Callitriche*, *Ranunculus*, *Typha angustifolia*), demostrando la colonización pionera por vegetación anfibia de aguas abiertas, y de los bordes lagunares por una primera banda de vegetación de pastizales húmedos salinos dominados por Cyperaceae y en menor medida por espadañas. En el mismo sentido apunta la expansión de algunos elementos arbóreos típicos del bosque ripario, caso del aliso (*Alnus*) y los tarays (*Tamarix*). Los elementos xerohalófilos (Chenopodiaceae) muestran porcentajes bajos. La escasa estacionalidad y el clima frío reinante se demuestran también por la ausencia de elementos termófilos típi-

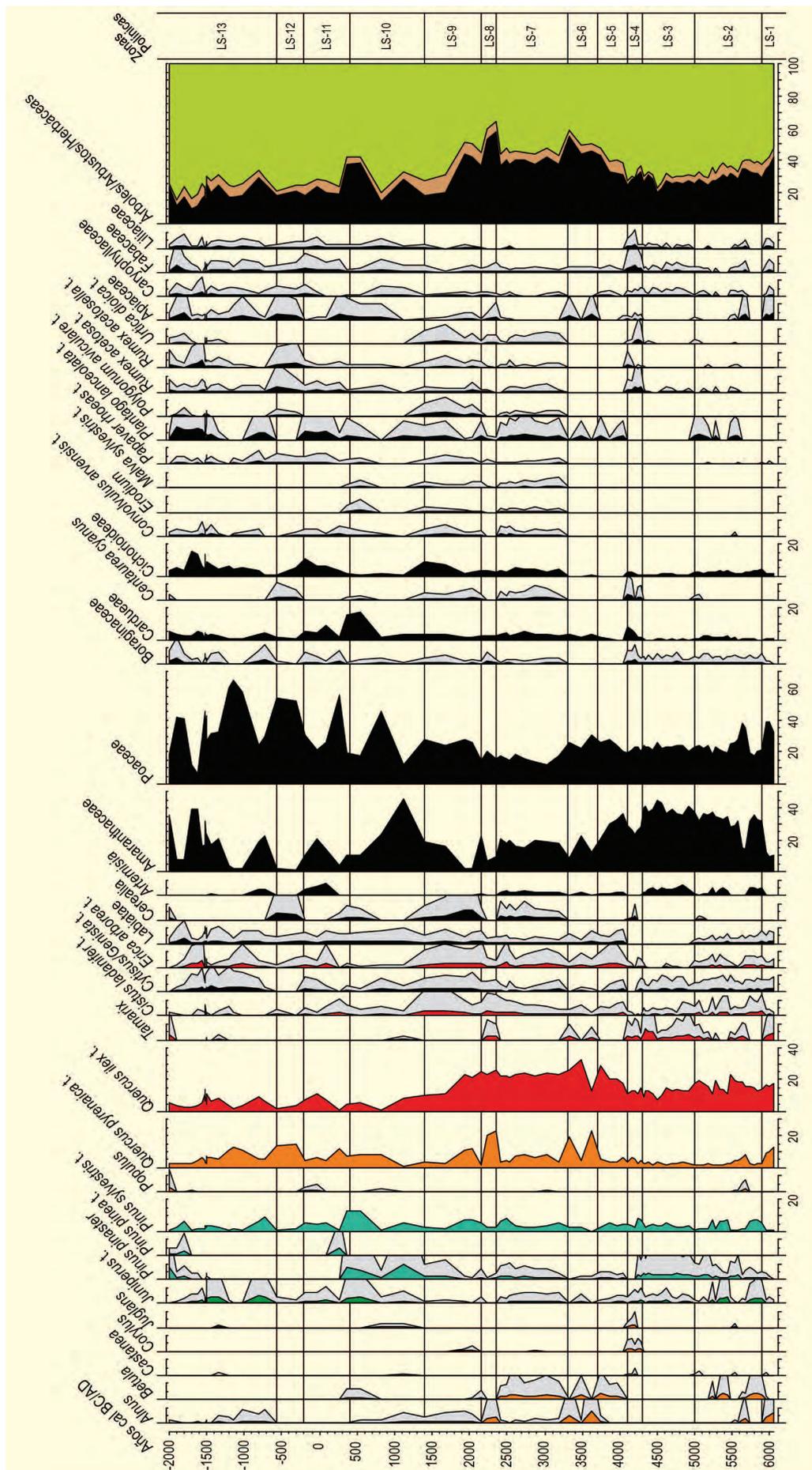


Figura 2. Diagrama polínico de la Laguna de las Salinas (árboles, arbustos, herbáceas). Redibujado de López-Sáez et al. (2017a)



Figura 3. *Scirpus maritimus* en la Laguna de las Salinas. (Foto Antonio López-Sáez)

cos de ambientes lacustres, caso de la cianobacteria *Anabaena* o las algas zignematáceas (*Spirogyra*, *Zygnema*, *Mougeotia*), cuya explosión poblacional se produce precisamente durante la primavera y el verano al elevarse la temperatura.

Entre 5900 y 5000 años cal BC (LS-2), en cambio, progresan los encinares frente a los robledales, desaparece el aliso y entran en regresión los tarays y las hidro-higrófitas, a la vez que se desarrollan más las formaciones de *Chenopodiaceae*. Estos hechos pueden ponerse en correlación con el advenimiento de un periodo árido, ligeramente más cálido, con disminución del nivel de la laguna y mayor concentración de sales en superficie. El aumento de la temperatura habría favorecido cierto auge en las aguas lagunares de microfósiles no polínicos de medios eu-mesotróficos, caso de *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema* y *Closterium idiosporum* que reflejarían periodos estivales más cálidos. No obstante, esta dinámica dentro de LS-2 se vería interrumpida por una fase húmeda intermedia entre 5675 y 5625 años cal BC, semejante a LS-1. La primera evidencia de polen de *Cerealia* se constata entre 5120 y 5055 años cal

BC, en un momento con cierta presión pastoral por la presencia de hongos coprófilos.

Entre 5000 y 4300 años cal BC (LS-3) las condiciones climáticas siguen siendo cálidas, con abundancia de elementos eu-mesotróficos (*Spirogyra*, *Zygnema*, HdV-119), a la vez que áridas (máximo de HdV-200). El paleopaisaje no difiere mucho del citado antes entre 5625-5000 años cal BC: dominan comunidades xerohalófilas y xerófilas con *Artemisia*, desaparecen elementos riparios (*Alnus*, *Betula*), se reduce la vegetación acuática (*Callitriche*, *Ranunculus*), y se produce un ligero incremento de *Pinus pinaster* a nivel regional favorecido por el aumento de la temperatura. A diferencia del periodo anterior, las evidencias de antropización son casi inexistentes, estando ausente el polen de cereal y desapareciendo la mayor parte de hongos coprófilos.

Entre 4300 y 3300 años cal BC, la secuencia polínica de la Laguna de las Salinas demuestra una reversión climática tripartita, con dos fases húmedas (4300-4100 y 3700-3300 años cal BC) interrumpidas por una árida (4100-3700 años cal BC) intermedia; todo ello en rela-



Figura 5. Yacimiento de Santiose, del Bronce antiguo, vinculado a la explotación de la sal en la Laguna de las Salinas. (Foto Antonio López-Sáez)

ción con el denominado evento climático 4,2 ka cal BP. Las dos fases húmedas (LS-4, LS-6), se caracterizan por el progreso de pastizales húmedos halófilos (*Cyperaceae*), *Phragmites*, *Typha angustifolia*, *Tamarix* y vegetación acuática (*Callitriche*, *Ranunculus*), reducción de encinares y comunidades xerohalófilas, así como por la explosión poblacional de algas, cianobacterias y otros microfósiles no polínicos ligados a medios acuáticos (*Closterium idiosporum*, HdV-119, HdV-128A, *Zygnema*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Anabaena* y *Tetraedron* cf. *minimum*) indicativos de una marcada estacionalidad y condiciones eu-mesotróficas. Durante la fase árida (LS-5) la dinámica es la contraria a la expuesta, pudiendo haber estado la laguna completamente desecada en este marco temporal.

Durante la zona LS-7 (3300-2350 años cal BC), encinares y robledales entran en retroceso, lo mismo que el bosque ripario. El aumento de xerófilas y xerohalófilas sería indicativo de condiciones más frías y áridas, con una mayor concentración de sales en superficie y mínima representación, por tanto, tanto de pastizales húmedos halófilos como de poblaciones algales y de cianobacterias. Se desarrollaron actividades agrícolas en el entorno inmediato a la laguna (presencia de ce-

reales), y se incrementó la presión pastoral sobre las dehesas, según se confirma por el aumento de herbáceas antropozoógenas y hongos coprófilos a lo largo del Calcolítico. Es en los momentos finales de LS-7, hacia 2450 años cal BC, cuando comenzó la actividad de explotación de la sal en la laguna asociada a la cerámica Campaniforme documentada en yacimientos vecinos.

El periodo comprendido entre 2350 y 1400 años cal BC (LS-8, LS-9) muestra un patrón paleoambiental complejo durante la transición Calcolítico-Edad del Bronce. Si bien al principio el clima se muestra de nuevo lluvioso, con estacionalidad marcada por veranos calurosos (abundancia de elementos riparios, vegetación anfibia y pastos húmedos salinos, auge de poblaciones algales, reducción de los xerohalófilos) y esporádico impacto humano; entre 2200 y 2000 años cal BC se recuperan de nuevo condiciones áridas, aumenta la presión antrópica y se inician otra vez las actividades agropecuarias. Más tarde, entre 2000 y 1950 años cal BC de nuevo se asiste a condiciones lluviosas, manteniéndose ahora la cerealicultura y las actividades pastoriles, en consonancia con yacimientos locales del Bronce Antiguo de esta cronología. Finalmente, el periodo 1950-

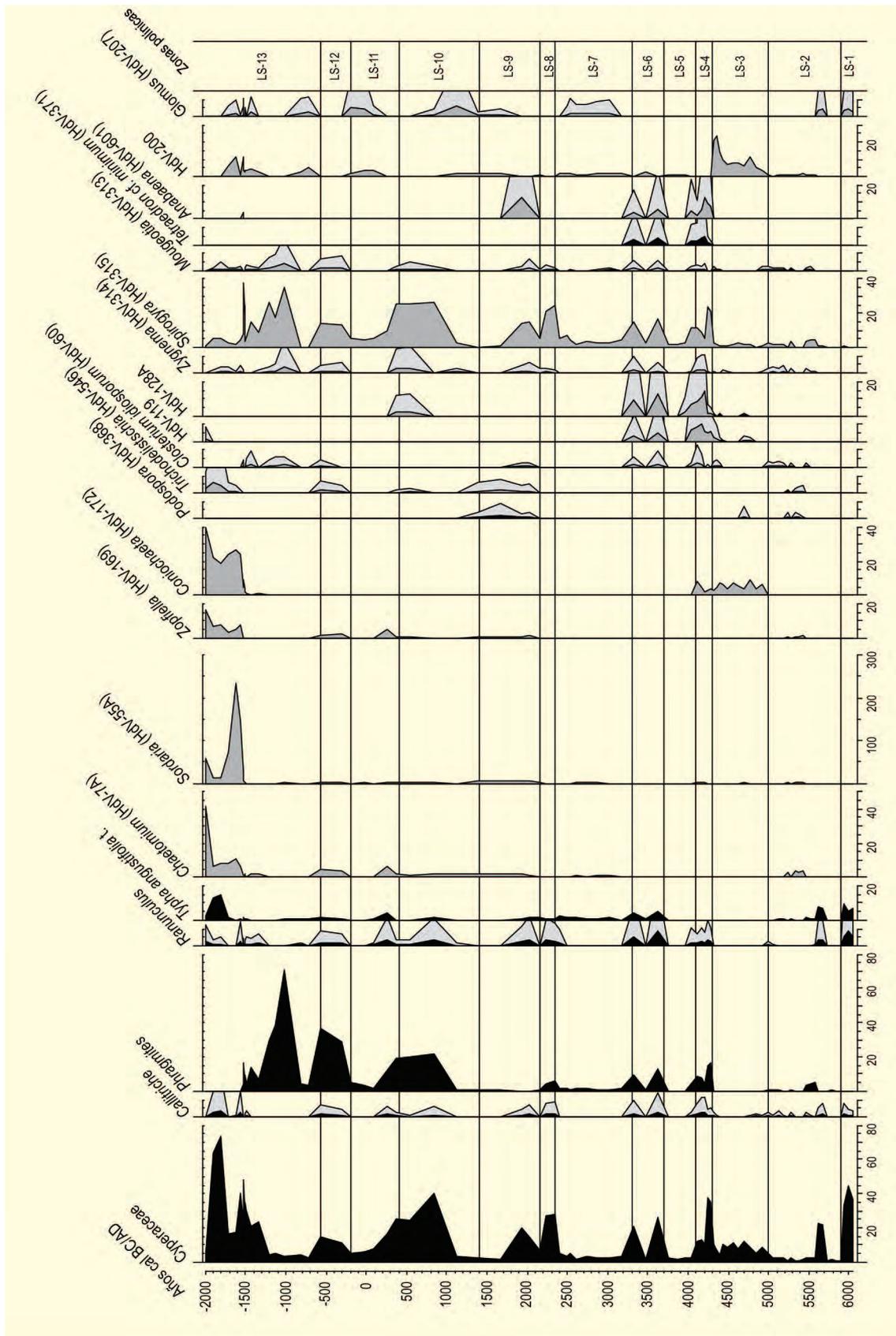


Figura 4. Diagrama palinológico de la Laguna de las Salinas (hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos). Redibujado de López-Sáez et al. (2017a)

1400 años cal BC aparece de nuevo como una fase árida dominada por comunidades xerohalófilas y reducción de los pastos húmedos salinos.

Las condiciones de aridez se mantienen entre 1400 y 1000 años cal BC (base de LS-10), durante el final de la Edad del Bronce, quizá incluso más marcadas aún, en un momento en que el impacto humano sobre la laguna es prácticamente nulo; mientras que al final de LS-10 (1000-400 años cal BC), en la Primera Edad del Hierro, el clima se hace más lluvioso (en relación con el evento 2.8 ka cal BP), la antropización del entorno sufre un auge reduciéndose aún más la cobertura de encinas, reapareciendo los cereales, alcanzando máximos valores las herbáceas nitrófilas antropogénicas, y manteniéndose constantes los elementos zoógenos y algunos hongos coprófilos. Curiosamente, a diferencia de lo comentado antes, esta constatada antropización nada tiene que ver con la explotación salinera, ya que los yacimientos del Primer Hierro muestran un fuerte desapego por las lagunas, de ahí que la deforestación del encinar esté vinculada simplemente a nutrir de combustible a los asentamientos perilagunares.

Entre 400 años cal BC y 200 años cal AD (LS-11), desde la Segunda Edad del Hierro a la romanización de

este territorio, se inicia una nueva fase árida caracterizada, de nuevo, por el progreso de formaciones xerófilas y comunidades xerohalófilas, con la consiguiente y progresiva reducción de los pastizales húmedos halófilos, la vegetación hidrófila y las poblaciones algales. *Pinus pinea* aparece por primera vez hacia 260 años cal BC, para desaparecer posteriormente junto a *Pinus pinaster*. La antropización a lo largo de LS-11 parece ser elevada, como se desprende de los altos valores de nitrófilas antropogénicas y antropozoógenas, sobre todo a partir de 90 años cal BC, probablemente relacionada con la explotación de las salinas en época romana.

Finalmente, entre 200 años cal AD y el presente (LS-12, LS-13), la resolución cronológica es menor y la interpretación paleoambiental más complicada. Aún así, se documenta la progresiva desaparición del encinar bajo una antropización creciente, y la constancia de actividades agrícolas en el entorno inmediato de la laguna. La vegetación lagunar seguiría los mismos ritmos hasta ahora descritos relacionados con la variabilidad climática y el exceso de sal en el medio.

#### Más información

Abarquero Moras *et al.* (2017); Delibes de Castro *et al.* (2015); López-Sáez *et al.* (2017a)