



PINARES Y ENEBRALES. EL PAISAJE SOLUTRENSE EN IBERIA

Pine and juniper forest. Solutrean landscape in Iberia

Ernestina Badal¹, Yolanda Carrión¹, Isabel Figueiral² y María Oliva Rodríguez-Ariza³

Recibido el 15 de marzo de 2013. Aceptado el 12 de septiembre de 2013

Resumen. Se presentan estudios antracológicos de yacimientos de la península Ibérica con el objetivo de conocer la flora durante el Solutrense y, a partir de ella, las condiciones termoclimáticas y ombroclimáticas. Con los datos publicados e inéditos se demuestra que los refugios de las especies más cálidas están al sur del paralelo 40° N. La flora identificada en los carbones se puede agrupar en cuatro categorías: criófilas, termófilas, matorral y ribera. Se observa un gradiente latitudinal de la distribución de los marcadores más térmicos como *Pinus pinea*, *Rosmarinus officinalis*, mientras que los pinos criófilos están distribuido por todas las regiones. Se propone la identificación botánica de los carbones antes de hacer una datación radiométrica sobre ellos y publicar dicha identificación junto a la fecha radiocarbono para conocer la historia de las plantas y su distribución peninsular.

Palabras clave: carbón, Solutrense, AMS, vegetación, refugios.

Abstract. Data obtained by charcoal analysis from Iberian sites are presented in order to improve our knowledge of the Solutrean flora and consequently of the climatic and edaphic conditions. Published and unpublished data suggest that refuge areas for thermophilous plants are located south of parallel 40° N. Plants identified via the identification of charcoal may be divided into four categories representing: temperate / cold conditions, warm / dry conditions, matorral and riverine habitats. A latitudinal gradient is recognized concerning the distribution of species associated with warmer conditions, such as *Pinus pinea* and *Rosmarinus officinalis*, while cryophilous pines are present everywhere. Charcoal identification previous to 14C dating should become a standard practice, making it possible to trace the history of plants and their distribution throughout Iberia.

Keywords: charcoal, Solutrean, AMS, vegetation, refuges.

1. INTRODUCCIÓN

El Último Máximo Glacial (UMG o LGM) supone uno de los periodos con clima más frío del Planeta. No obstante, en las condiciones climáticas y, en especial, en la distribución de la temperatura, influye de manera notoria la latitud y la altitud, creando los grandes cinturones climáticos de la Tierra. Las latitudes altas concentraron los grandes casquetes glaciares lo que precipitó el descenso latitudinal y altitudinal

de los climas fríos y templados (Frenzel *et al.* 1992; Lowe y Walker 1997) y con ellos las faunas y floras frías se expandieron hacia el sur. Las tres penínsulas mediterráneas (Ibérica, Itálica, Balcanes) se han postulado como zonas refugio de las especies templadas y cálidas a partir de datos polínicos y faunísticos (Willis y van Andel 2004). Recientemente, los análisis antracológicos se han unido a esta problemática (Badal *et al.* 2012; Carrión *et al.* 2010; González *et al.* 2010; Ntinou 2002) corroborando estos resultados.

(1) Dpto. de Prehistoria y Arqueología. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Valencia. Av. Blasco Ibáñez, 28. E-46010 Valencia (España). ernestina.badal@uv.es · yolanda.carrion@uv.es

(2) IINRAP Méditerranée, CBAE, UM2 / CNRS / EPHE. Montpellier (France). isabel.figueiral-rowe@inrap.fr

(3) Instituto Universitario de Arqueología Ibérica. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas. E-23071 Jaén (España). moliva@ujaen.es

El presente artículo se basa en el análisis de los carbones procedentes de varios yacimientos arqueológicos ibéricos con registros solutrenses y un yacimiento natural (Cortegaça – playa) donde se han conservado tocones de madera en posición de vida, datados en la misma franja cronológica. Presentaremos una síntesis de los datos disponibles a fin de:

- a) conocer la flora leñosa durante el Solutrense y, a partir de ella, las condiciones termoclimáticas y ombroclimáticas, ya que el carbón puede identificarse a menudo en el rango de género y especie vegetal.
- b) evidenciar que las formaciones vegetales más frecuentes en la Iberia solutrense son pinares criófilos, enebrales – sabinares y matorrales diversos.
- c) demostrar que las especies vegetales cálidas se refugiaron en el sur de Iberia. El carbón procede de las especies leñosas recolectadas y usadas directamente por los propios solutrenses de modo que, al proceder del territorio inmediato a los yacimientos, ofrece una información de la flora local.
- d) concienciar a los arqueólogos que no debe fecharse por radiocarbono ningún carbón sin su previa identificación botánica. Con cada fragmento de carbón podemos obtener dos tipos de información: primero la botánica (por medio de la anatomía vegetal) y después la cronológica (por medio del radiocarbono).

Los datos antracológicos son, todavía, muy pocos para reconstruir, de forma exhaustiva, los paisajes vegetales durante el Solutrense en Iberia, así que intentaremos dar una visión general de las formaciones leñosas más expandidas durante el Último Máximo Glacial aunque con grandes lagunas cronológicas y espaciales que se pueden correlacionar con el poblamiento solutrense de la península Ibérica (Banks *et al.* 2009).

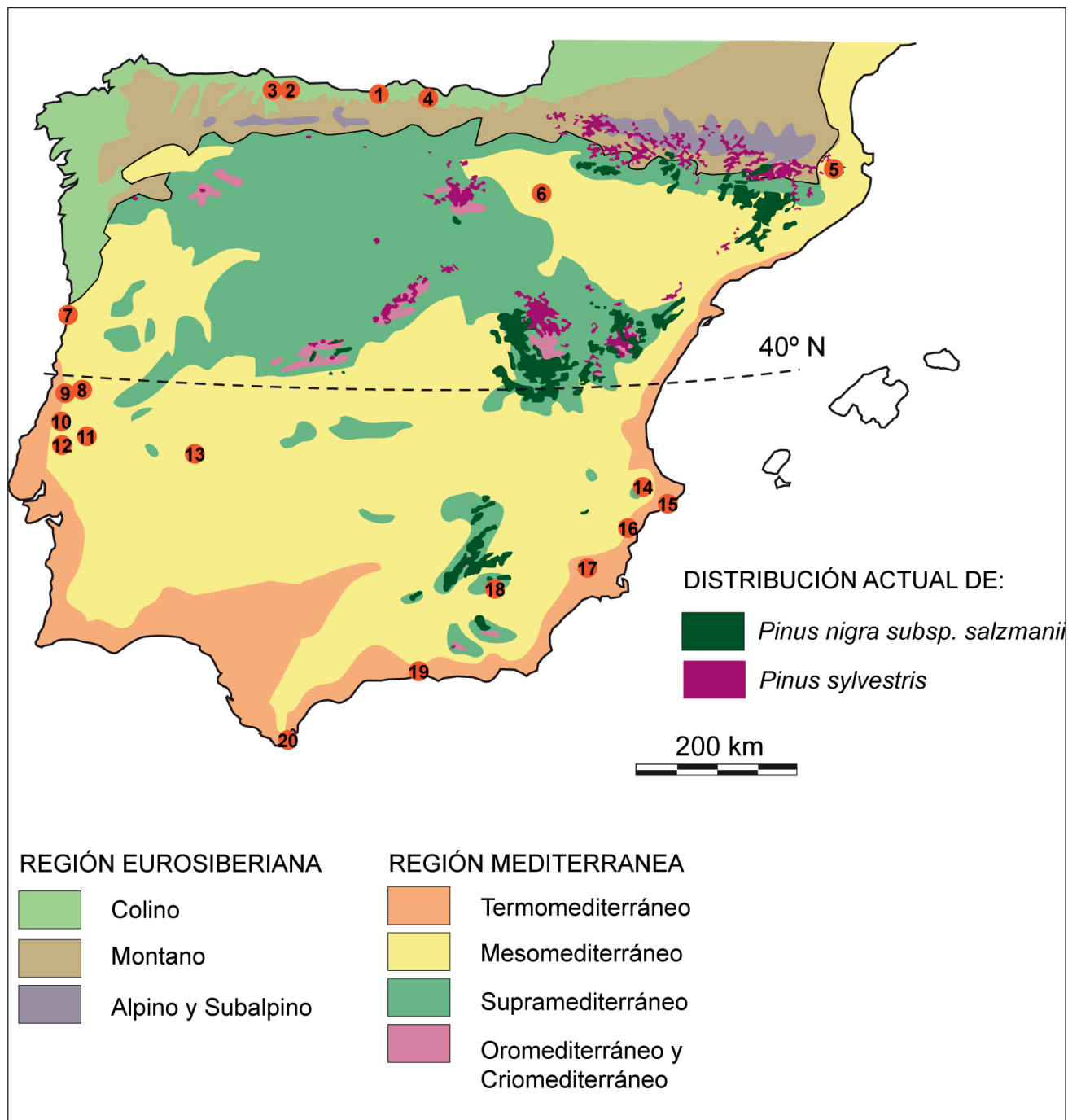
2. MÉTODOS Y MATERIALES

En la Fig. 1 se representan los yacimientos que se tomarán en consideración, en el contexto bioclimático actual. Todos son antrópicos salvo Cortegaça – playa. Algunos de ellos ya se han publicados y otros están completamente inéditos. Ninguno de ellos registra todo el periodo, muchos sólo tienen un nivel de algunas de las fases del Solutrense y la cantidad de material es dispar, desde muy escaso hasta francamente abundante (Tabs. 1 y 2). Por tanto, la información es desigual en lo cronológico, espacial y botánico pero muy valiosa por ser una información directa sobre las condiciones ecológicas y la etnobotánica disponible para este periodo. Además, los carbones proceden de la reco-

lección de leña local, por tanto, es un documento directo de los paisajes de cada yacimiento durante el Solutrense. Evidentemente, hay un filtro humano en la recogida de leña y es muy probable que hubiera en el entorno más plantas leñosas de las que identificamos, de igual modo que había más especies de fauna que las identificadas en los restos óseos, pero los conjuntos (flora y fauna) son coherentes desde el punto de vista ecológico, por tanto, nos permiten aproximarnos al paisaje del Solutrense. Hemos tomado en consideración los yacimientos que tienen niveles solutrenses, en sentido muy amplio, desde lo que algunos autores llaman Proto-Solutrense hasta Solutreo-Gravetiense o incluso Badeguliense, lo que en cronología sin calibrar iría desde aproximadamente 21500 a 16500 BP (Tabs. 1 y 2). Los yacimientos se encuentran desde prácticamente el nivel del mar hasta los 1000 m de altitud, aunque la mayoría de ellos está por debajo de los 500 m. En las tablas 1 y 2 se presentan los yacimientos de norte a sur porque la latitud, junto a la altitud, son parámetros importantes para las condiciones térmicas y, en consecuencia, para la distribución de los vegetales, tanto ahora como en el pasado. En la actualidad, están en los pisos bioclimáticos más cálidos de la región Mediterránea, es decir, en el termomediterráneo y el mesomediterráneo, salvo la Cueva de Ambrosio, que está en el límite con el supramediterráneo. Los de la región Eurosiberiana están en el piso colino que es el más cálido de esta región (Fig. 1).

En los yacimientos arqueológicos, los métodos de muestro del carbón pueden variar y no siempre se indica en las publicaciones, pero normalmente se recuperan por medio del tamizado en seco o el flotado de los sedimentos arqueológicos, siguiendo los criterios estratigráficos de cada yacimiento. En la Cova de les Cendres y en Santa Maira se han utilizado los dos métodos y no hemos encontrado diferencias significativas entre ellos. La recogida a mano durante el proceso de excavación sólo se debe realizar en aquellos carbones geo-referenciados que se quieran datar por radiocarbono y, evidentemente, se datarán después de la identificación botánica.

Todos los carbones recogidos en una unidad estratigráfica conforman la muestra antracológica, donde el fragmento de carbón es la unidad de identificación y recuento, sin tener en cuenta su tamaño (Chabal 1997). La identificación botánica del tejido vegetal carbonizado se realiza en un microscopio óptico de luz reflejada con campo claro – campo oscuro. En ese proceso, la preparación de las muestras es puramente mecánica, es decir, el material se parte con las manos sin utilizar ningún tipo de tratamiento químico, lo cual permite con posterioridad utilizar técnicas de radiocarbono sobre el mismo resto orgánico (Vernet *et al.* 1979). En el caso de la madera se realizan láminas delgadas y se identifica en el microscopio de luz transmitida (Schweingruber 1990). En la mayoría de



▲ FIGURA 1. Situación de los yacimientos en el mapa biogeográfico actual de Iberia, mostrando además la distribución actual de pino albar (*Pinus sylvestris*) y pino salgareño (*Pinus nigra*). Los números corresponden con los sitios indicados en la tabla 2

los yacimientos el tamaño medio de los carbones está en torno a 3-4 mm, esto permite su identificación botánica con facilidad. En este trabajo, para facilitar la lectura e ilustrar la interpretación fisionómica de los paisajes (pinares, enebrales, matorrales) sólo hemos representado los datos cuantitativos de los niveles arqueológicos que tienen más de 100 fragmentos de carbón identificados (Figs. 3, 4, 5 y 6). Finalmente, la interpretación paleoecológica se basa, además, en las necesidades ecológicas de las plantas identificadas (Fig. 7).

3. CARBÓN Y RADIOCARBONO

El patrimonio arqueológico es escaso y los recursos económicos para su estudio mucho más, por tanto, debemos ser muy eficaces para obtener la máxima información de los restos materiales. En el análisis del carbón, el protocolo correcto implica primero la identificación botánica y después datar por el método convencional o por AMS el género o especie vegetal más adecuado con el problema que queramos resolver (Badal 2008; Carrión *et al.* 2010). Es lamentable

Sitio	Yacimiento	Niveles	Taxón	Fecha BP	Arqueología	Laboratorio	Método	Referencia	
1	Cueva de Altamira	III	Hueso	18540 ± 540	Solutrense superior	GifA-90045	AMS	Valladas <i>et al.</i> 1992	
2	Cueva de el Buxu	1, 2, 3 zona interior "alpha" Nivel 2 Hogar Zona B/1A			Solutrense superior			Uzquiano 1992 a, b	
3	Cueva de la Güelga	1			Solutrense superior			Uzquiano 1992 a	
4	Cueva de Cobrante	4, 3			Solutrense superior			Uzquiano 2009	
5	Cueva de l'Arbreda				Solutrense y Gravetiense			Ros 1985	
6	Cueva del Gato	2	Carbón sin identificar	18090 ± 90 18850 ± 100 18260 ± 130 18650 ± 140	Badeguliense			Blasco y Rodanés, 2009	
			Hueso sin identificar	17700 ± 70					
7	Cortegaça - Playa	Playa	Madera <i>Pinus sylvestris</i>	20700 ± 300	Natural	KSU-2203		Granja, Carvalho, 1995	
8	Buraca Grande	9A	Carbón sin identificar	17850 ± 200	Solutreo-Gravetiense	Gif-9502	Conven.	Aubry <i>et al.</i> 1997, 2011	
		9B	<i>Olea europaea</i>	7022 ± 41	Intrusiva	T18816A	AMS	Carrión <i>et al.</i> 2010	
9	Buraca Escura	C2A	Equido sp.	21820 ± 200	Proto-Solutrense	OxA-5524	AMS	Aubry <i>et al.</i> 2001; 2011	
10	Lagar Velho	9	Carbón sin identificar	20200 ± 180	Solutrense Medio	OxA-8419		Zilhão y Trinkaus, 2002	
11	Gruta do Caldeirão	H	<i>Capra pyrenaica</i>	19900 ± 260	Solutrense Medio	OxA-1939	AMS	Zilhão 1997	
		H	Hueso sin identificar	20530 ± 270		OxA-2511	AMS		
12	Lapa do Anecrial	1	Carbón sin identificar	20520 ± 100	Solutrense Medio	GrA-1219	AMS	Almeida <i>et al.</i> 2007	
		2	<i>Erica</i> sp.	21560 ± 220	Gravetiense term./Proto-Sol.	OxA-5526	AMS		
			Carbón sin identificar	21560 ± 680			ICEN-964	Conven.	
13	Cueva de Maltravieso	A	<i>Pinus</i> tipo mediterráneo <i>Pinus</i> tipo mediterráneo	19930 ± 100 17840 ± 90	Peleolítico superior pleno	Poz-30460 Poz-30469	AMS AMS	Canals <i>et al.</i> 2010	
14	Cueva de Santa Maira	CG II-12	<i>Pinus nigra-sylvestris</i>	19910 ± 100	Solutrense	Beta-317412	AMS	Inédita	
15	Cova de les Cendres	H-19	<i>Pinus nigra</i>	20430 ± 170	Intrusiva / Neolítico	Beta-116625	AMS	Badal 2006	
		IX	<i>Pinus nigra</i>	19650 ± 160		Beta-142285	AMS		
				<i>Pinus nigra</i>	20280 ± 80	Grav. final - Sol. inicial	Beta-287544	AMS	Villaverde <i>et al.</i> 2010
		XIV	<i>Pinus nigra</i>	21230 ± 180	Beta-142282		AMS		
				<i>Pinus nigra</i>	18920 ± 180	Solutrense evolucionado	Beta-118026	AMS	Villaverde <i>et al.</i> 2010
		XIII	<i>Pinus nigra</i>	18750 ± 130	Beta-118027		AMS		
				<i>Olea europaea</i>	6660 ± 50	Intrusivo / Solutrense evol.	Beta-118025	AMS	Carrión <i>et al.</i> 2010
				<i>Pinus nigra</i>	17230 ± 130		Beta-118024	AMS	
				<i>Pinus nigra</i>	17210 ± 60	Solutrense evolucionado	Beta-287543	AMS	Villaverde <i>et al.</i> 2010
				<i>Pinus nigra</i>	16790 ± 60		Beta-287542	AMS	
			<i>Pinus nigra</i>	16790 ± 60		Beta-287542	AMS	Villaverde <i>et al.</i> 2010	
16	Cueva de la Barriada	Hogar 6	<i>Juniperus</i> sp.	19970 ± 100	Inédito	Beta-296224	AMS	Inédito	
17	Abrigo de la Ratlla del Bubo	I			Solutreo-Gravatiense			Badal y Carrión 2001	
		II	<i>Juniperus</i> sp.	17.360 ± 180	Solutreo-Gravatiense	Ly-5.219	Conven.		
		II-III			Solutreo-Gravatiense				
		III-IV			Solutreo-Gravatiense				
		IV			Solutreo-Gravatiense				
18	Abrigo de la Boja	SW18E	<i>Juniperus</i> sp.	20980 ± 110	Solutrense inferior	VERA-5213	AMS	Zilhão <i>et al.</i> 2010	
19	Cueva de Ambrosio	II	Carbón sin identificar	16.500 ± 280	Solutrense superior evol.	Gif-7276	Conven.	Rodríguez-Ariza 2005	
20	Cueva de Nerja Sala del Vestíbulo	NV8/s (C4 VII)	<i>Pinus pinea</i>	11.910 ± 100	Intrusivo / Solutrense C (superior)	GifA-102.019	AMS	Jordá y Aura, 2008	
		NV 8	<i>Pinus pinea</i>	12.340 ± 60		Beta-189.081	AMS		
		NV 8/s (Hogar)	Carbón	17940 ± 200	Solutrense C	UBAR 98	Conv	Jordá y Aura, 2008	
		NV 8'	Carbón	18420 ± 530	Solutrense B2	UBAR 158	Conv	Jordá y Aura, 2008	
			<i>Quercus</i> sp. <i>caducifolia</i>	11970 ± 50	Intrusivo / Solutrense B3	Beta-313434	AMS	Inédita	
		NV 9 (C4 VIII)	<i>Pinus pinea</i>	21140 ± 190		Solutrense B1 (Inferior)	GifA-102.021		AMS
			NV10			Solutrense B1 (Inferior)			
21	Gorham's Cave	IIIb (GORch-5 y GORch4)	Carbón sin identificar	18440 ± 160	Solutrense	Beta-181893		Carrión <i>et al.</i> 2008	
			Carbón sin identificar	16420 ± 120		Beta-184042		Carrión <i>et al.</i> 2008	

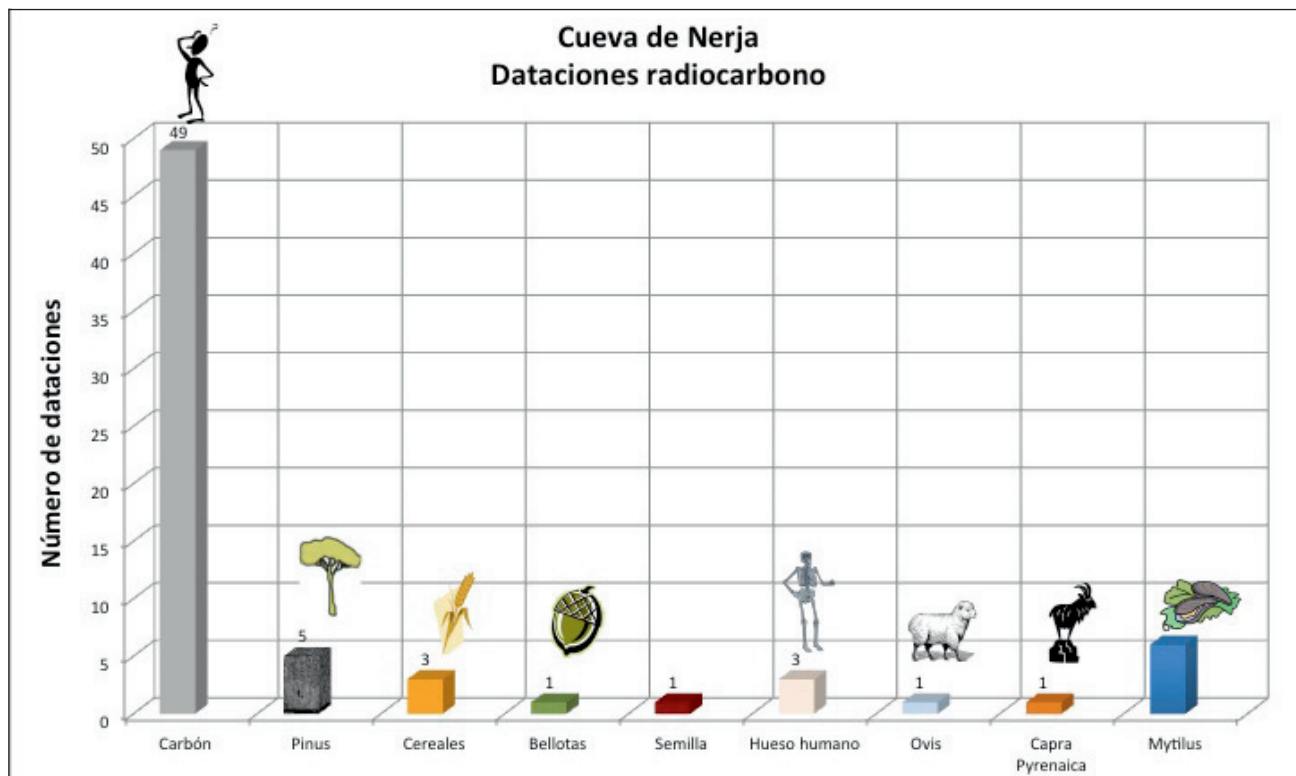
▲ TABLA 1. Yacimientos con niveles solutrenses considerados en el texto.

que se gaste muchísimo dinero en dataciones radiocarbón y en ese proceso se destruya una información preciosa, la historia de las plantas y su distribución. Para demostrar este derroche tomaremos como ejemplo el reciente artículo de Jordá y Aura (2008) donde se hace un exhaustivo análisis de las fechas realizadas en la Cueva de Nerja desde la primera datación de radiocarbón publicada en 1970 hasta 2008. En la Fig. 2 se observa que antes de datar se identificaron algunos materiales: *Mytilus*, *Capra pyrenaica*, *Ovis*, hueso humano, semilla, bellotas, cereales, *Pinus* y el resto de dataciones (49) se hicieron sobre carbón sin identificar. Si se hubieran identificado los género y las especies, que se enviaron a datar, en esas 49 muestras, tendríamos la historia de las especies vegetales con una cronológica precisa, lo que ayudaría a conocer la flora ibérica a lo largo del tiempo, pero además, probablemente, se hubieran evitado fechas incoherentes con los contenidos arqueológicos. No olvidemos que la única fecha directa es el material que se data y por inferencia se correlaciona con el contexto arqueológico, que

pueden ser coetáneo o no según la existencia de procesos postdeposicionales.

En la Cueva de Nerja sí que se ha identificado y datado carbón y brácteas de piña de pino piñonero (*Pinus pinea*) (Tab. 1) lo que nos ayuda a ser rotundos a la hora de saber que el sur de Iberia fue la zona más cálida de Europa durante el Solutrense (OIS 2) y que el pino piñonero es autóctono de las costas andaluzas desde el Pleistoceno superior (Badal 1990, 1998; Metcalfe, 1958).

En la Cova de les Cendres, todos los carbonos datados han sido previamente identificados. Con ello hemos podido demostrar que *Pinus nigra* siempre da cronologías del Pleistoceno, incluso cuando se encuentra en niveles holocenos (Tab. 1) (Badal 2006). Por ejemplo, como se observa en la tabla 1, las dos primeras fechas de *Pinus nigra* son del Solutrense pero se encontraron en los primeros niveles neolíticos (nivel H-19 y IX) y se dataron justamente para demostrar una contaminación por la actividad humana durante el Neolítico al realizar fosas y silos que profundizaban en los nive-



▲ FIGURA 2. Dataciones radiocarbono realizadas en los materiales de la Cueva de Nerja. Datos a partir de Jordá y Aura, 2008, tabla 1: 244-245.

con un número de carbones suficientemente representativo. La flora identificada en el conjunto de yacimientos se puede agrupar en cuatro categorías en función de sus necesidades ecológicas, dando diferentes formaciones vegetales (Tab. 2).

- Flora criófila o de requerimientos fríos, que incluye géneros o especies que viven, actualmente, en el piso supramediterráneo o superiores, donde la TMA (Temperatura Media Anual) es inferior a 13°C. Así: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Juniperus* sp., Fabaceae, *Prunus* sp. *Buxus sempervirens*, *Berberis* sp. Géneros claramente eurosiberianos como *Betula* sp. *Hippophae rhamnoides*, *Abies* sólo se encuentran en los sitios del norte peninsular. Dentro de ese conjunto los que alcanzan mayor frecuencia son *Juniperus*, y *Pinus*, esto se interpreta como los principales componentes de las formaciones vegetales más importantes del Solutrense: los pinares fríos y los enebrales y/o sabinas fríos y secos.

Pinares criófilos

Los pinos son buenos indicadores de las condiciones termoclimáticas pero con el carbón no siempre se pueden distinguir la especie con seguridad; aunque afortunadamente se pueden discriminar muy bien los pinos criófilos (*Pinus nigra*, *P. sylvestris*, *P. uncinata*) de los pinos termófilos (*P. halepensis*, *P. pinea* y *P. pinaster*). En base a ello, se distinguen

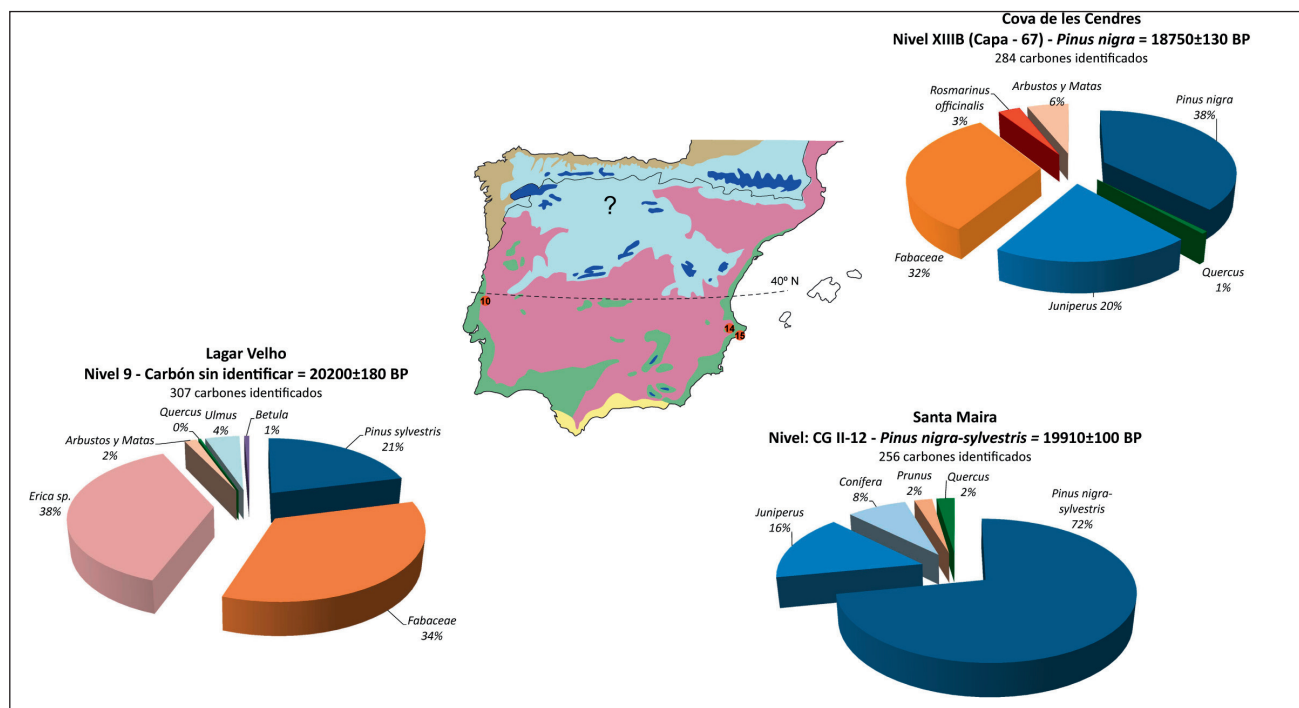
los pinares fríos, que actualmente viven en las montañas ibéricas, de los cálidos de las tierras bajas.

En el Pleniglacial, *Pinus sylvestris* y/o *P. nigra* son los más ubicuos y la frecuencia que alcanzan en los yacimientos depende de su situación geográfica. Al norte del paralelo 40°N, *Pinus sylvestris* está en pequeñas cantidades en los yacimientos de la región eurosiberiana (Altamira, Buxu) y en L'Arbreda. Al sur del paralelo 40°N, se encuentra en todos los yacimientos de Portugal ($\pm 20\%$) y tal vez, junto a *Pinus nigra* en el resto de yacimientos peninsulares (Figueiral y Terral 2002; Figueiral y Carcaillet, 2005; Queiroz et al. 2002). En Cova de les Cendres, Sta. Maira y Cueva de Nerja, los restos de pinos criófilos representan entre el 25-70% de los carbones identificados (Fig. 3) (Badal y Carrión 2001; Aura et al. 2010).

Las dataciones radiométricas realizadas sobre carbón de *Pinus nigra* - *P. sylvestris* lo sitúan a lo largo de todo el Solutrense entre el nivel del mar y los 1000 metros de altitud (Tab. 1).

Enebrales - Sabinas

Con la anatomía de la madera no se pueden distinguir las especies de *Juniperus*, esto dificulta la inferencia térmica, pero un punto en común de todas las especies de *Juniperus* es su resistencia a condiciones extremas de aridez y temperatura; además son heliófilas y frugales por lo que son buenos pioneros para colonizar suelos pobres y descubiertos del Pleniglacial.



▲ FIGURA 3. Pinares criófilos y mapa hipotético de las condiciones bioclimáticas en Iberia durante el Solutense.

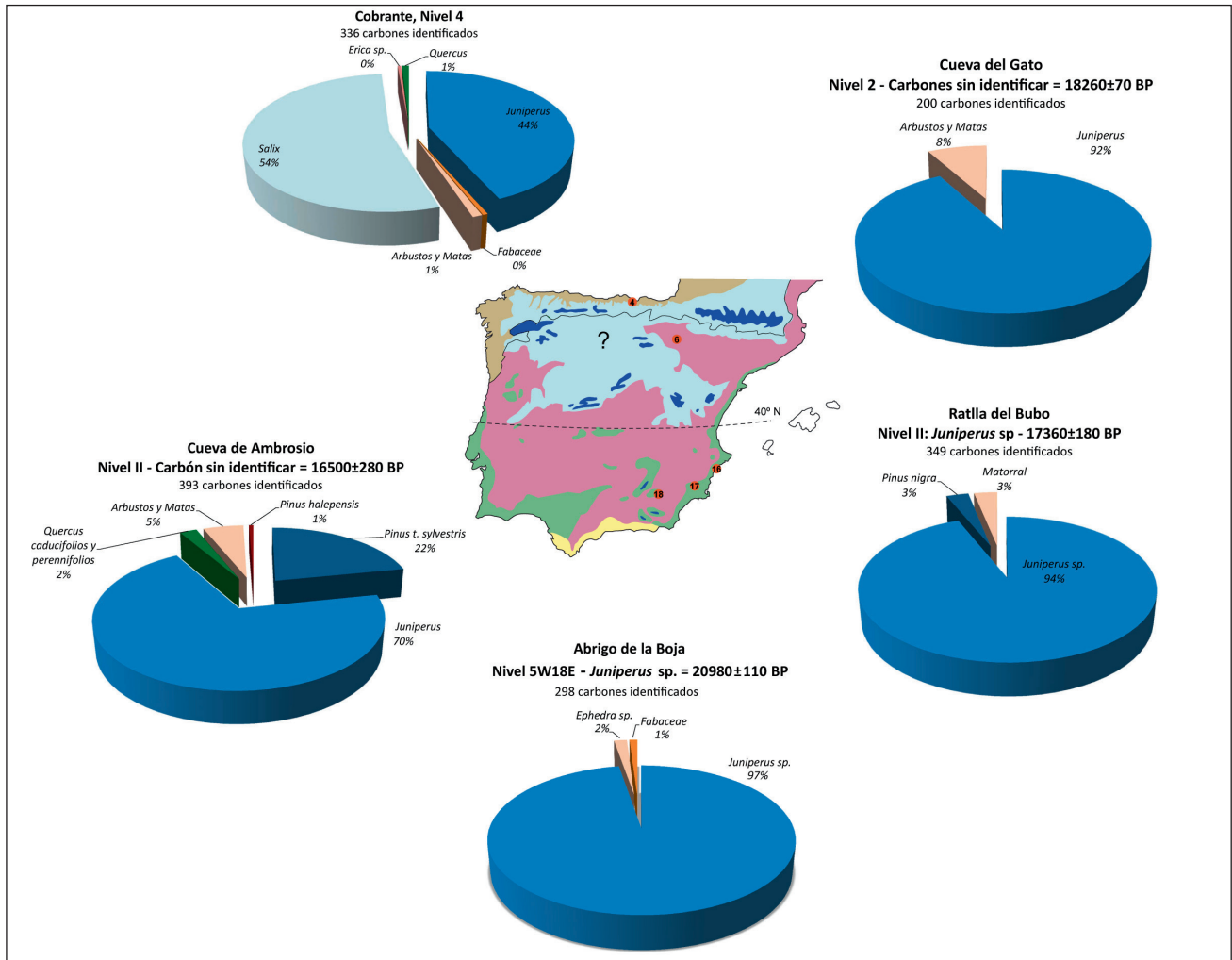
Los restos de *Juniperus* sp. dominan los espectros antracológicos de los yacimientos situados en las zonas más secas y áridas de la región mediterránea - Cueva del Gato, Cueva Ambrosio, Ratlla del Bubo y La Boja- (Fig. 4) y tienen altos porcentajes en Cova de les Cendres y Sta. Maira (Badal y Carrión, 2001; Rodríguez-Ariza 2005). Los *Juniperus* siempre van acompañados de matorral de ecología fría y seca (Fabáceas leñosas, *Artemisia*, *Ephedra*, etc.). Por tanto, las zonas más secas de la península Ibérica son las mismas ahora que durante el Último Máximo Glacial, es decir, zonas del valle del Ebro y el SE peninsular. Esto debe estar en relación con la circulación atmosférica global, que no ha variado sustancialmente.

En la región eurosiberiana los yacimientos tienen pocos carbonos analizados, lo que dificulta su interpretación cuantitativa. En Cobrante los carbonos de *Juniperus* sp. y *Salix* son los más abundantes (Fig. 4). En los otros yacimientos *Juniperus* están junto a géneros y especies frías como *Abies*, *Hippophae rhamnoides*. En Portugal no se han identificado *Juniperus* en ningún yacimiento solutrense.

En el conjunto de yacimientos, no sabemos de qué especies de *Juniperus* se trata porque con el carbón no se puede llegar a ese rango de identificación, pero deben ser de alta montaña: *J. thurifera*; *J. communis* o incluso *J. nana* que en la actualidad crece en la zona de montaña alpina y en las cumbres de las montañas mediterráneas. Todos ellos soportan inviernos fríos hasta -25°C y veranos calurosos (*J. thurifera* hasta 40°C), por tanto están perfectamente adaptados a condiciones extremas de temperatura y aridez. No se descarta la presencia de *J. oxicedrus* y *J. phoenicea* en las

zonas más cálidas. La diferencias pluviométricas entre las regiones se pueden inferir con las plantas acompañantes, por ejemplo, en Cobrante la abundancia de sauce indica una vegetación de ribera importante que puede ser debida a un régimen de lluvias regular y abundante (Fig. 4).

- **Matorral:** Tanto los pinares como los enebrales y/o sabinars presentan un cortejo de matas y arbustos de ecología fría, entre ellos: Fabáceas leñosas, *Prunus* sp. *Berberis*, *Buxus*, etc. Por otro lado, una serie de arbustos y matas, determinados en el rango de género o familia, que pueden vivir en formaciones frías o más termófilas, según sean unas especies u otras, por lo que tienen amplia tolerancia térmica y de humedad, es el caso de *Erica*, *Ephedra*, *Cistus*, *Artemisia* y Lamiaceae (Tab. 2). Las matas y los arbustos están en todos los yacimientos con mayor o menor cantidad, en algunos casos formarían paisajes abiertos con diversidad de fabáceas leñosas, brezos y labiadas (Cova de les Cendres, Cueva de Nerja, Lagar Velho) (Figs. 3 y 4). Con la anatomía de la madera, en general, no se puede identificar los géneros ni las especies de las Fabáceas leñosas. Esta familia alberga gran diversidad de especies, con fisionomía y ecología muy dispar desde las muy áridas y secas hasta las muy húmedas y frías. Dentro de esta familia están las genistas, aulagas, retamas, etc.
- **Flora de ribera** o de alto requerimiento hídrico, que forma los bosques galería en el fondo de los valles



▲ FIGURA 4. Enebrales - sabinares y mapa hipotético de las condiciones bioclimáticas en Iberia durante el Solutreense.

o zonas húmedas. *Corylus avellana* y *Alnus* sólo se han encontrado en yacimientos eurosiberianos y *Ulmus* sólo en Lagar Velho (Portugal). En el resto géneros (*Fraxinus*, *Salix* y/o *Populus*, Monocotiledónea, *Crataegus*) no se observa una predilección regional.

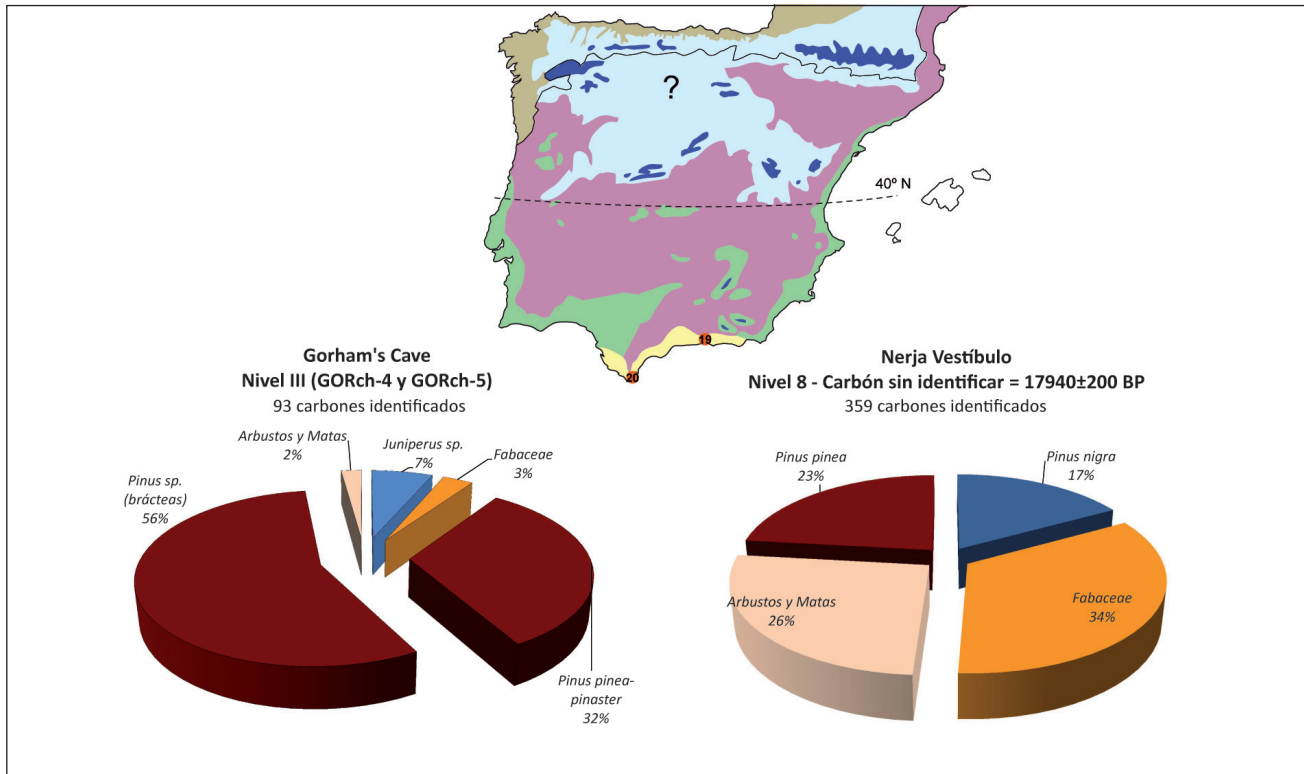
- Flora termófila o de requerimientos cálidos son los géneros y especies que en la actualidad viven desde el piso termomediterráneo hasta el supramediterráneo, siendo la TMA superior a 13°C. Entre otros, *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Quercus* sp. perennifolios, *Pistacia* sp. *Rosmarinus officinalis*, etc. Estos taxones sólo se encuentran en unos pocos yacimientos y siempre situados al sur del paralelo 40°N. En algunas zonas pudieron formar pinares, carrascales y matorrales esclerófilos de ecología cálida, en especial en las zonas bajas (0 – 300 m. altitud) del este y sur peninsular. Comentaremos sólo los taxones más significativos como bioindicadores termófilos en el siguiente apartado de los refugios en el sur de Iberia.

5. LOS REFUGIOS DEL SUR DE IBERIA

Mucho se ha discutido sobre los refugios de flora en el sur de Europa, pero ¿qué datos directos tenemos para demostrarlo? Lo más directo es datar las especies de ecología cálida pero también datar las de ecología fría para ver si conviven en tiempo y lugar (Carrión *et al.* 2010). Esto nos ayuda a precisar las condiciones ecológicas de cada yacimiento en un momento preciso de tiempo. Repetimos que siempre se ha de datar el género o la especie más significativa desde el punto de vista ecológico, cultural, tafonómico, etc. Nunca se debe datar un carbón sin identificar.

La flora más termófila (*Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Quercus* sp. perennifolio, *Rosmarinus officinalis*, *Pistacia* sp.) sólo se encuentra en los yacimientos más meridionales, por poner un límite geográfico, al sur del paralelo 40°N (Fig. 5).

El pino piñonero (*Pinus pinea*) está a lo largo de toda la secuencia de la Cueva de Nerja en carbón, brácteas de piñas, cáscaras de piñón y los propios piñones. Ha sido datado directamente por AMS a lo largo de todo el Paleolítico superior



▲ FIGURA 5. Formaciones termófilas y mapa hipotético de las condiciones bioclimáticas en Iberia durante el Solutrense.

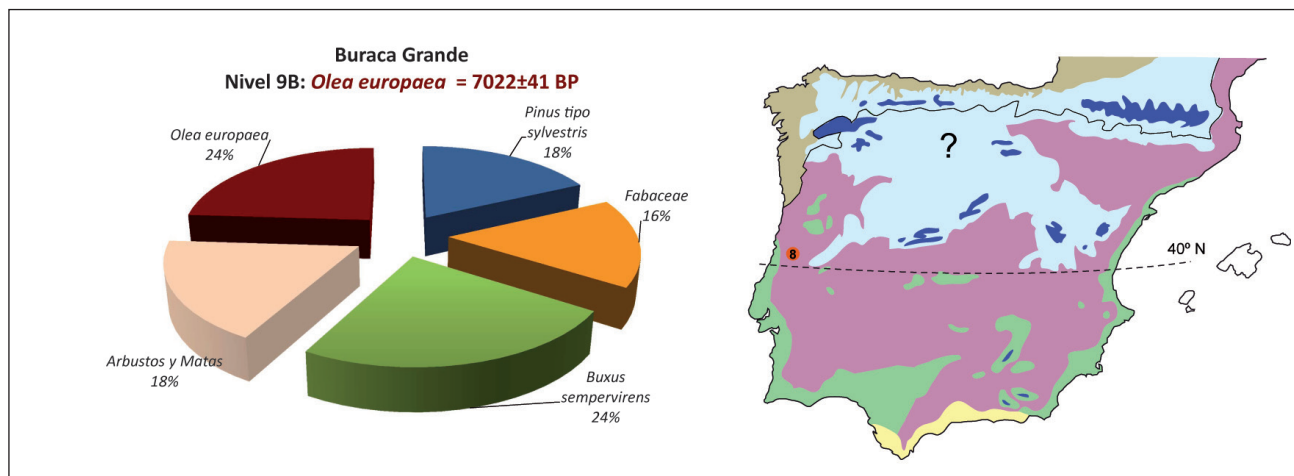
(Tab. 1) aunque algunos fragmentos muestren intrusiones estratigráficas. Su leña fue poco quemada, porque, probablemente, los grupos humanos solutrenses hicieron una gestión conservadora de los pinares de pino piñonero con la finalidad de recolectar masivamente las piñas, visto el valor nutritivo de los piñones (Badal 1990, 1998, 2001). Así que, podemos afirmar que recolectaban las piñas enteras sistemáticamente durante todo el Solutrense. En la cueva se procesaban para extraer los piñones que finalmente consumían los humanos. En Gorham's Cave, Metcalfe (1958) identificó brácteas de pino piñonero en niveles musterienses. En la publicación de Carrión *et al.* (2008) el nivel III tiene hasta un 50% de restos de piñas de *Pinus pinea/pinaster*. Aunque los autores no las identifican en el rango de especie, debe tratarse de brácteas de piñas de pino piñonero y reflejar un comportamiento humano similar al descrito en la Cueva de Nerja, es decir, la torrefacción de los conos enteros para extraer los piñones y posteriormente ser consumidos por su aporte en grasa.

Quercus sp. caducifolia (roble en sentido amplio) está presente de norte a sur aunque no en todos los yacimientos y siempre en muy pequeñas cantidades (Tab. 2). En un nivel solutrense (NV8') de la Cueva de Nerja se halló un sólo carbón de *Quercus sp. caducifolia*, para comprobar si había perdurado durante el máximo glacial o era una intrusión holocena, se dató. La fecha Beta-313434: 11970 ± 50 BP (Tab. 1) demostró que era una intrusión de los niveles superiores. Las distintas especies de *Q. caducifolia* se adaptan bien a la variabilidad térmica, pluviométrica y a los suelos

de las distintas regiones peninsulares. No obstante, la poca frecuencia de sus restos, en todos los yacimientos ibéricos, indica que no formarían robledales densos y, tal vez, se refugiaban en los cauces de los ríos donde habría más disponibilidad hídrica.

Los carbones de *Quercus sp. perennifolia* (carrascas, encinas, coscojas, alcornoques) están en pequeñas cantidades en yacimientos al sur del paralelo 40°N. En la Cova de les Cendres, un carbón de *Quercus sp. perennifolia* ha sido datado en Beta-303419: 23350 ± 100 BP y otro de *Rosmarinus officinalis* en Beta-295148: 21880 ± 100 BP y, aunque pertenecen a niveles del Gravetiense final que no se consideran aquí, sí son significativos porque la curva de *Quercus* es continua en el Solutrense (1-5% de los restos) y demuestra la permanencia de las especies cálidas durante el máximo glacial. No conocemos la especie, podría tratarse de coscojares y/o carrascales de fisionomía variada.

Olea europea var. sylvestris es un claro indicador termófilo. En el Holoceno, es muy frecuente y abundante en los yacimientos situados en el actual piso termomediterráneo. Por el contrario, es muy raro hallar carbones de *Olea* en yacimientos de Paleolítico superior situados en la misma franja bioclimática y cuando se encuentran y se datan (Tab. 1), de momento, siempre han dado fechas holocenas, lo que nos permite dudar de todos aquellos no datados (Carrión *et al.* 2010). Los altos porcentajes de *Olea europaea* en niveles solutrenses de Buraca Grande (Fig. 6) plantean serias dudas sobre su procedencia. En Buraca Grande un carbón



▲ FIGURA 6. Yacimiento con flora termófila y criófila como posible consecuencia de procesos tafonómicos.

de *Olea* ha sido fechado en T18816A: 7022 ± 41 BP, lo que demuestra que procede de los niveles superiores del Holoceno, donde sus restos son muy abundantes (Carrión *et al.* 2010; Figueiral y Terral, 2002). Para dar validez a los datos de Buraca Grande se deberían de datar más carbones de *Olea* porque de ser cierta su presencia durante el Solutrense sería la única región de Iberia con *Olea* (Tab. 1).

En la Cova de les Cendres se identificaron unos pocos fragmentos de carbón de *Olea* en el nivel solutrense XIII A. Se encontraron en el cuadro A17, cuya excavación genera el corte sagital con la secuencia paleolítica y neolítica. En los niveles neolíticos, los carbones de *Olea* alcanzan porcentajes importantes, por eso al identificar los carbones de *Olea* en el nivel solutrense pensamos que podrían venir de desprendimiento del corte por efecto de goteras o de los propios excavadores. No obstante, quisimos hacer una datación directa por si eran paleolíticos y se demostraba que las especies cálidas habían perdurado durante el Pleniglacial. La datación confirmó nuestra primera hipótesis, intrusión neolítica. Lo mismo debe ocurrir en Buraca Grande. (Carrión *et al.* 2010). En la Ratlla del Bubo se dató otro carbón de *Olea* situado en los niveles solutreo-gravetienses y la fecha fue histórica, pero no se ha publicado (Terral com. per.). Esto nos alerta sobre los procesos postdeposicionales y se ha visto en otros yacimientos con secuencias de Pleistoceno – Holoceno donde las especies más termófilas (*Olea*, *Pinus halepensis*) siempre han dado fechas holocenas (Lucena *et al.* presente vol.; Zilhão *et al.* 2010a, y b). Por el momento todos los carbones de *Olea* encontrados en niveles solutrenses o del Paleolítico superior han dado fechas del Neolítico antiguo (Cendres, Buraca Grande, La Boja) o claramente históricas (Ratlla del Bubo) y todos tenían una explicación tafonómica. En la actualidad no hay ningún resto de *Olea*, datado por radiocarbono, que dé fechas del Paleolítico superior, lo que hace suponer que: a) desapareció de Iberia durante el máximo glacial; b) se refugió en zonas muy pequeñas que no coinciden con el área de captación de leña de las comunidades solutrenses.

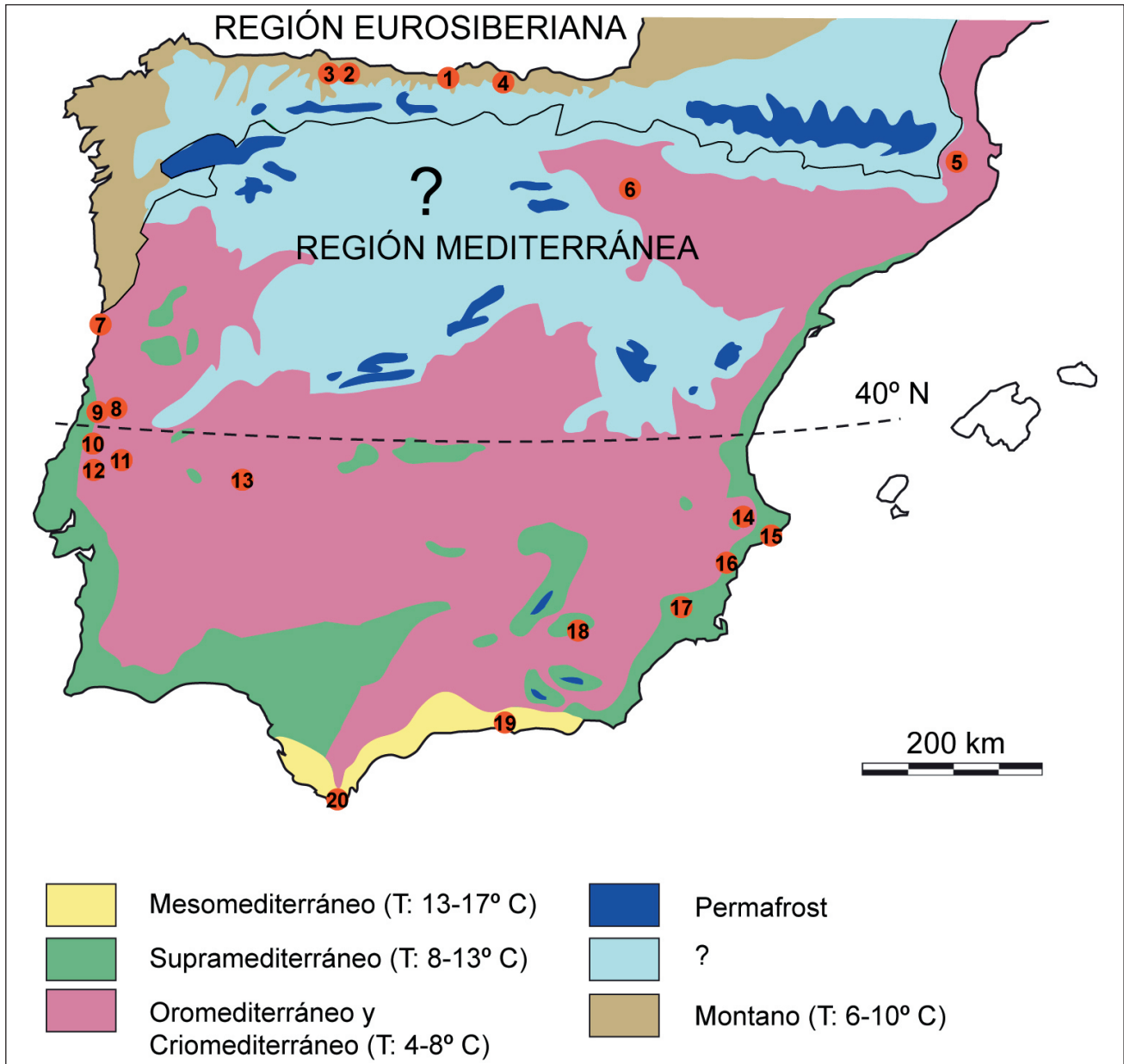
6. DISCUSIÓN

La exposición anterior demuestra que los datos antracológicos son todavía muy exigüos para hacer una reconstrucción exhaustiva de la dinámica medioambiental durante el Solutrense. No obstante, los carbones son la prueba directa de los ecosistemas explotados por los grupos humanos y, por tanto, de las formaciones vegetales existentes en cada región.

Los pisos bioclimáticos, definidos por Ozenda (1975) y Rivas-Martínez (1983), dan lugar a los pisos o series de vegetación. Cada cinturón o piso tiene unos parámetros térmicos que lo definen y en ellos se desarrolla un paisaje vegetal particular, que estará dominado por las especies que mejor se adapten a los parámetros climáticos de cada piso bioclimático (Fig. 1). Siguiendo esos conceptos, y en base a la ecología de los taxones identificados en los sitios arqueológicos, se puede plantear una hipótesis bioclimática de Iberia durante el Solutrense (Fig. 7) con todas las reservas necesarias, puesto que, insistimos, los carbones son el reflejo de la flora local y no se puede extrapolar más allá del radio de acción humana que no siempre es fácil de cuantificar.

Los análisis de los carbones del Solutrense, en sentido amplio, (circa 21500 – 17000 B.P.), indican que en los paisajes circundantes a los sitios habitados crecían coníferas y, en concreto, los pinos criófilos y los enebros son los protagonistas durante todo el periodo. Si comparamos la presencia de *Pinus sylvestris* – *P. nigra* en yacimientos arqueológicos con su distribución actual (Fig. 1) se constata un descenso altitudinal del orden de 1000 metros y por inferencia, la temperatura debió de ser de unos 10°C inferior a la media anual actual. Es decir, las condiciones bioclimáticas de las zonas bajas debieron ser de tipo supramediterráneo (TMA de 8° a 13°C) o montano (TMA de 4° a 8°C) en la región eurosiberiana.

Pinares criófilos, enebrales y sabinars debían de ocupar amplias áreas peninsulares desde el nivel del mar hasta el límite arbóreo altitudinal que debió de ser muy inferior al que



▲ FIGURA 7. Hipótesis bioclimática de Iberia durante el Último Máximo Glacial.

hoy conocemos en las montañas, ya que muchas de ellas estarían cubiertas de nieve permanente a lo largo del año. Algunos autores sitúan el límite arbóreo en torno a los 1000 – 1300 m de altitud (Rubiales 2010; Ramil 1993). Aunque no siempre es fácil distinguir las especies de pinos, seguramente el pino albar (*P. sylvestris*) se encuentra con mayor frecuencia en los yacimientos arqueológicos de la mitad norte peninsular coincidiendo con la actual región biogeográfica eurosiberiana o zonas más húmedas de la mediterránea por su buena adaptación a la sequía estival. *Pinus nigra* se encuentra en los yacimientos de la región mediterránea desde el nivel del mar hasta los 1000 m de altitud (Cueva Ambrosio). En las zonas óptimas se formarían pinares densos, pero si nos atenemos a los espectros antracológicos, en

muchos yacimientos pinos y enebros forman un tándem que daría unos paisajes de fisionomía abierta. De todos modos, y como no siempre es fácil distinguir las especies de pinos, es probable que las distintas especies de pinos criófilos vivieran conjuntamente en algunas zonas.

El extremo meridional de Iberia sería la zona más cálida, tal vez, con condiciones bioclimáticas de tipo mesomediterráneo (TMA de 13 a 17°C). De momento los pinares más termófilos, los de pino piñonero, sólo se han documentado en la costa de Andalucía, donde efectivamente perduraron a lo largo del Pleniglacial y fue una fuente de recursos para las poblaciones del sur de Iberia: leña, resina y, sobre todo, piñones.

Algunas plantas son buenas indicadores de las condiciones de humedad y en base a ellas se puede inferir la plu-

viometría regional. Así, la presencia masiva de *Juniperus* en algunos yacimientos puede indicar unas condiciones semi-áridas o secas (300 – 600 mm anuales de lluvia) en zonas del valle del Ebro y SE peninsular; por el contrario, las zonas donde abundan *Pinus* y, en menor medida, *Quercus*, serían de tipo sub-húmedo (600 – 1000 mm de media anual) e incluso algunas zonas pudieron recibir mayor cantidad de lluvia anual como algunas zonas del oeste o del norte peninsular donde hay marcadores hidricos como *Quercus*, *Salix*, *Betula*.

En conclusión y vista la distribución de los bioindicadores más significativos podemos hacer las siguientes hipótesis biogeográfica de la Península Ibérica (Fig 7):

- Los pisos bioclimáticos descendieron del orden de 1000 m de altitud.
- Las condiciones climáticas actuales de la montaña mediterránea bajarían a nivel del mar y con ellas, sus habitantes.
- La zona más cálida de Europa sería el sur de Iberia, es decir, la costa andaluza, como en la actualidad.
- Las zonas más áridas serían el valle del Ebro y el SE peninsular, también como en la actualidad.

- El paralelo 40° Norte es un buen límite para situar al sur las zonas más cálidas de Europa y al norte las más frías.
- Predominio de los paisajes abiertos en todas las regiones con diversidad de plantas leñosas: fabáceas, lamiáceas, jaras, etc.
- Los piñones fueron recolectados y consumidos sistemáticamente por los grupos solutrenses de la Cueva de Nerja y, probablemente, por los de Gibraltar.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha financiado en parte por los proyectos: FFI2008-01200/FISO; HAR2008/03005 (Ministerio de Ciencia e Innovación, España); 05801/ARQ/07 (Seneca Foundation, Murcia); CGL2009-06988 (Ministerio de Ciencia e Innovación, España) y GV/2011/020 (Conselleria d'Educació, Generalitat Valenciana); CGL2011-12909-E; HAR2011-24878 (MCNN - Ministerio de Ciencia e Innovación) CGL2012-34717 (Ministerio de Economía y Competitividad). •

BIBLIOGRAFÍA

- ALMEIDA, F.; BRUGAL, J. P.; ZILHÃO, J. y PLISSON, H. 2007: "An upper Palaeolithic Pompeii: Technology subsistence and Paleoethnography at Lapa do Anecrial". En N. Bicho (ed.): *From the Mediterranean basin to the Portuguese Atlantic shore: papers in honor of Anthony Mark: actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular*. Universidad do Algarve.
- AUBRY, T.; BRUGAL, J.-P.; CHAUVIÈRE, F. X.; FIGUEIRAL, I.; MOURA, M. H. y PLISSON, H. 2001: "Modalités d'occupation au Paléolithique supérieur dans la grotte de Buraca Escura (Redinha, Pombal, Portugal)". *Revista Portuguesa de Arqueologia* 4 (2): 19–46.
- AUBRY, T.; DIMUCCIO, L. A.; ALMEIDA, M.; NEVES, M. J.; ANGELUCCI, D. E. y CUNHA, L. 2011: "Palaeoenvironmental forcing during the Middle–Upper Palaeolithic transition in central–western Portugal". *Quaternary Research* 75: 66–79.
- AUBRY, T.; MOURA, M. y FONTUGNE, M. 1997: "Les occupations de la grotte de Buraca Grande depuis le Paléolithique supérieur et les apports de la séquence holocène à l'étude de la transition mésolithique/néolithique au Portugal". *Bulletin de la Société préhistorique française* 94 (2):182–190.
- AURA, J. E.; JORDÁ, J.; PÉREZ RIPOLL, M.; BADAL, E.; MORALES, J. V. y AVEZUELA, B. 2010: "25 años de investigación sobre el Paleolítico superior de Andalucía: la cueva de Nerja, Málaga (1979/2009)". En X. Mangano (ed.): *El Paleolítico superior peninsular. Novedades del siglo XXI*. Monografies SERP 8. Universitat de Barcelona. Barcelona: 149–172.
- BADAL, E. 1990: *Aportaciones de la antracología al estudio del paisaje vegetal y su evolución en el Cuaternario reciente, en la costa mediterránea del País Valenciano y Andalucía (18000–3000B.P)*. Ph.D. Thesis. Universitat de València.
- 1998: "El interés económico del pino piñonero para los habitantes de la Cueva de Nerja". En J. L. Sanchidrián, J. L. y M. D. Simón, M. D. (eds): *Las culturas del Pleistoceno superior en Andalucía*: 287–300.
- 2001: "La recolección de piñas durante la prehistoria en la Cueva de Nerja (Málaga)". En V. Villaverde (ed.): *De Neandertales a cromañones. El inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas*. Universitat de València. Valencia: 101–104.
- 2006: "Carbonos y cenizas, ¿qué nos cuentan del pasado?". En J. S. Carrión, S. Fernández y N. Fuentes (coord.): *Paleoambientes y cambio climático*. Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia. Murcia: 103–116.
- 2008: "El combustible y el paisaje vegetal". En J. V. Picazo y J. M. Rodanés (eds.): *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz. La Muela, Zaragoza*. Gobierno de Aragón. Zaragoza: 132–155.
- BADAL, E. y CARRIÓN, Y. 2001: "Del Glaciar al Interglaciar: los paisajes vegetales a partir de los restos carbonizados hallados en las cuevas de Alicante". En V. Villaverde (ed.): *De Neandertales a cromañones. El inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas*. Universitat de València. Valencia: 21–41.
- BADAL, E.; VILLVERDE, V. y ZILHÃO, J. 2012: "Middle Palaeolithic wood charcoal from three sites in south and west Iberia: Biogeographical implications". En E. Badal et al. (coord.): *Wood and charcoal. Evidence for human and natural history*. Sagvntvm Extra-13. Valencia: 13–24.
- BANKS, W. E.; ZILHÃO, J.; D'ERRICO, F.; KAGEYAMA, M.; SIMA, A. y RONCHITELLI, A. 2009: "Investigating links between ecology and bifacial tool types in Western Europe during the Last Glacial Maximum". *Journal of Archaeological Science* 36: 2853–2867.
- BLASCO, M. F. y RODANÉS, J. M. 2009: "Las fases de ocupación de la cueva del Gato 2 (Épila, Zaragoza)". *Saldvie* 9: 331–334.
- CANALS, A.; RODRÍGUEZ-HIDALGO, A.; PEÑA, L.; MANCHA, E.; GARCÍA-DÍEZ, M.; BAÑULS, S.; EUBA, I.; LÓPEZ-GARCÍA, J. M.; BARRENO, N.; BERMEJO, L.; GARCÍA, F. J.; MEJÍAS, D.; MODESTO, M.; MORDILLO, A.; ARANDA, V. y CARBONELL, E. 2010: "Nuevas aportaciones al Paleolítico superior del suroeste peninsular: la cueva de Maltravieso, más allá del santuario extremeño de las manos". En X. Mangano (ed.): *El Paleolítico*

- superior peninsular. *Novedades del siglo XXI*. Monografies SERP 8. Universitat de Barcelona. Barcelona: 137-148.
- CARRIÓN, J. S.; FINLAYSON, C.; FERNÁNDEZ, S.; FINLAYSON, G.; ALLUÉ, E.; LÓPEZ-SÁEZ, J. A.; LÓPEZ-GARCÍA, P.; GIL-ROMERA, G.; BAILEY, G. y GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. 2008: "A coastal reservoir of biodiversity for Upper Pleistocene human populations: Palaeoecological investigations in Gorham's Cave (Gibraltar) in the context of the Iberian Peninsula". *Quaternary Sciences Reviews* 27: 2118-2135.
- CARRIÓN, Y.; NTINOU, M. y BADAL, E. 2010: "Olea europaea L. in the North Mediterranean basin during the Pleniglacial and the Early-Middle Holocene". *Quaternary Science Reviews* 29: 952-968.
- CHABAL, L. 1997: *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive): l'anthracologie, méthode et paléoécologie*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme. Paris.
- FIGUEIRAL, I. y CARCAILLET, C. 2005: "A review of Late Pleistocene and Holocene biogeography of highland Mediterranean pines (*Pinus* type *sylvestris*) in Portugal, based on wood charcoal". *Quaternary Science Reviews* 24: 2466-2476.
- FIGUEIRAL, I. y TERRAL, J.-F. 2002: "Late Quaternary refugia of Mediterranean taxa in Portuguese Extremadura: Charcoal based palaeovegetation and climatic reconstruction". *Quaternary Science Reviews* 21: 549-558.
- FRENZEL, B.; PÉCSI, M. y VELINCHKO A. A. 1992: *Atlas of paleoclimates and paleoenvironments of the northern hemisphere. Late Pleistocene - Holocene*. Geographical Research Institute, Hungarian Academy of Sciences y Gustav Fischer Verlag, Budapest, Stuttgart.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P.; LEROY, S.; CARRIÓN, J. S.; GARCÍA-ANTÓN, M.; GIL-GARCÍA, M. J. y FIGUEIRAL, I. 2010: "Steppes, savannahs and botanic gardens during the Pleistocene". *Review of Palaeobotany and Palynology Special* 162: 427-457.
- GRANJA, H. M. y CARVALHO, G. S. 1995: "As datações pelo radiocarbono e o Plistocénico - Holocénico da zona costeira do NO de Portugal (Síntese de conhecimentos)". 3º Reunião do Quaternário Ibérico. Actas. Universidade de Coimbra: 383-393.
- JORDÁ, J. F. y AURA TORTOSA, J. E. 2006: "Radiocarbono, cronoestratigrafía y episodios ocupacionales en el Pleistoceno superior y Holoceno de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España)". *Zona Arqueológica, 7, Miscelánea en Homenaje a Victoria Cabrera* 1: 579-595.
- 2008: "70 fechas para una cueva. Revisión crítica de 70 dataciones C14 del Pleistoceno superior y Holoceno de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España)". *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I. Nueva Época, Prehistoria y Arqueología* 1: 239-256.
- LOWE, J. J. y WALKER, M. J. C. 1997: *Reconstructing Quaternary Environments*. Longman. London.
- LUCENA, A.; MARTÍNEZ, S.; ANGELUCCI, D.; BADAL, E.; VILLAVERDE, V.; ZAPATA, J. y ZILHÃO, J. EN PRENSA: "La ocupación solutrense del abrigo de la Boja (Mula, Murcia, España)". *Espacio, Tiempo y Forma*. Presente volumen.
- METCALFE, C. R. 1958: "Gorham' Cave: Report on the plant remains". *Bull. Inst. of Archaeology* 4: 219.
- NTINOU, M. 2002: *La paleovegetación en el norte de Grecia desde el Tardiglacial hasta el Atlántico. Formaciones vegetales, Recursos y Usos*. BAR International Series 1038.
- OZENDA, P. 1975: "Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen". *Doc. Cartographie Ecol.* 16: 1-32.
- QUEIROZ, P. F.; MATEUS, J. E. y LEEUWAARDEN, W. V. 2002: "The paleovegetation context". En J. Zilhão y E. Trinkaus (eds.): *Portrait of the Artist as a Child: The Gravettian Human Skeleton from the Abrigo do Lagar Velho*. IPA, Trabalhos de Arqueologia 22. Lisboa: 92-111.
- RAMIL, P. 1993: "Evolución climática e historia de la vegetación durante el Pleistoceno superior y el Holoceno en las regiones montañosas del noreste ibérico". En A. Pérez Alberti, L. Guitián Rivera y P. Ramil (eds.): *La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los caminos Jacobeo*. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela: 25-60.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1983: Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa* 5: 33-43.
- RODRÍGUEZ-ARIZA, O. 2005: "Análisis antracológico del yacimiento solutrense de la Cueva de Ambrosio (Vélez Blanco, Almería)". En J.L. Sanchidrián, A.M. Márquez y J.M. Fullola (eds.): *La cuenca Mediterránea durante el Paleolítico superior, 38.000-10.000 año : IV Simposio de Prehistoria Cueva de Nerja*: 226-233.
- ROS MORA, M. T. 1985: *Contribució antracoanalítica a l'estudi de l'entorn vegetal de l'Home, del Paleolític superior a l'Edat del Ferro a Catalunya*. Tesis de Llicenciatura. Universitat Autònoma de Barcelona.
- RUBIALES, J. M.; GARCÍA-AMORENA, I.; HERNÁNDEZ, L.; GÉNOVA, M.; MARTÍNEZ, F.; GÓMEZ-MANZANEQUE, F. y MORLA, C. 2010: "Late Quaternary dynamics of pinewoods in the Iberian Mountains". *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 476-491.
- SCHWEINGRUBER, F. 1990: *Anatomy of European woods*. WSL/FNP, Paul Haupt Bern and Stuttgart Publishers.
- UZQUIANO, P. 1992A: *Recherches anthracologiques dans le secteur pyreneo-cantabrique (Pays Basque, Cantabria et Asturias): environnements et relations homme-milieu au Pleistocene superieur et début de l'Holocene*. 1992. Tesis Doctoral. Université Montpellier II.
- 1992B: "L'homme et le bois au Paléolithique en région Cantabrique, Espagne. Exemples d'Altamira et d'El Buxu". En J. L. Vernet (ed.): *Les charbons de bois les anciens écosystèmes et le de l'homme*. *Bull. Société Botanique de France* 139, Actualités botaniques (2/3/4): 361-372.
- 2009: "Análisis antracológico de la cueva de Cobrante. Paisaje vegetal, movilidad y gestión de los recursos leñosos en un medio cambiante". *Sautuola* XV: 63-73.
- VALLADAS, H.; CACHIER, H.; ARNOLD, M. CLOTES, J.; BERNALDO DE QUIRÓS GUIDOTTI, F.; CABRERA, V. y UZQUIANO, P. 1992: "Direct radiocarbon dates for the prehistoric paintings at the Altamira, El Castillo and Niaux caves". *Nature* 357: 68-70.
- VERNET, J. L.; BAZILE-ROBERT, E. y EVIN, J. 1979: "Conditions des analyses anthracologiques et des datation absolues sur des charbons de bois". *Bulletin de la Société Préhistorique de France* 76: 76-79.
- VILLAVERDE, V. 2001: Cova de les Cendres (Teulada - Moraira, Alicante). En V. Villaverde (ed.): *De Neandertales a cromañones. El inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas*. Universitat de València: 411-414.
- VILLAVERDE, V.; ROMÁN, D.; MARTÍNEZ-VALLE, R.; BADAL, E.; BERGADÁ, M. M.; GUILLEM, P. M.; PÉREZ-RIPOLL, M. y TORMO, C. 2010: "El Paleolítico superior en el País Valenciano: novedades y perspectivas". En X. Mangano (ed.): *El Paleolítico superior peninsular. Novedades del siglo XXI*. Monografies SERP 8. Universitat de Barcelona. Barcelona: 85-113.
- WILLIS, K. J. y VAN ANDEL, T. H. 2004: "Trees or no trees? The environments of central and eastern Europe during the Last Glaciation". *Quaternary Science Reviews* 23: 2369-2387.
- ZILHÃO, J., 1997: *O Paleolítico superior da Estremadura portuguesa*, 2 vols, Ed. Colibri. Lisboa.
- ZILHÃO, J.; ANGELUCCI, D. E.; BADAL, E.; LUCENA, A.; MARTÍN, I.; MARTÍNEZ, S.; VILLAVERDE, V. y ZAPATA, J. 2010A: "Dos abrigos del Paleolítico superior en Rambla Perea (Mula, Murcia)". En X. Mangano (ed.): *El Paleolítico superior peninsular. Novedades del siglo XXI*. Monografies SERP 8. Universitat de Barcelona. Barcelona: 137-148.
- ZILHÃO, J.; ANGELUCCI, D. E.; BADAL-GARCÍA, E.; D'ERRICO, F.; DANIEL, F.; DAYET, L.; DOUKA, K.; HIGHAM, T. F. G.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, M. J.; MONTES-BERNÁRDEZ, R.; MURCIA-MASCARÓS, S.; PÉREZ-SIRVENT, C.; ROLDÁN-GARCÍA, C.; VANHAEREN, M.; VILLAVERDE, V.; WOOD, R. y ZAPATA, J. 2010 B: "Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 107:1023-1028.
- ZILHÃO, J. y TRINKAUS, E., 2002: *Portrait of the Artist as a Child: The Gravettian Human Skeleton from the Abrigo do Lagar Velho*. IPA, Trabalhos de Arqueologia 22. Lisboa.