

Dinámica de la vegetación durante el Holoceno en la Sierra de Gredos (Sistema Central Español)

Dynamics of vegetation in the Sierra de Gredos (Spanish Central System) during the late Holocene

Maria Blanca Ruiz-Zapata¹, Rosa M. Carrasco², María José Gil-García¹, Javier de Pedraza³; Laura Razola³, David Domínguez-Villar¹ & José Luis Gallardo²

1. Departamento de Geología. Edificio de Ciencias. Universidad de Alcalá.

28871 Alcalá de Henares. blanca.ruiz@uah.es, mjose.gil@uah.es, d.dominguezvillar@bham.ac.uk

2. Departamento de Ingeniería Geológica y Minera, Universidad de Castilla-La Mancha,

Avda. Carlos III, s/n, 45071 Toledo. Rosa.Carrasco@uclm.es. JoseLuis.GMillan@uclm.es

3. Departamento de Geodinámica, Universidad Complutense, C/ José Antonio Novais, n° 2,
28040, Madrid. javierp@geo.ucm.es, lrazolam@geo.ucm.es

Palabras clave: Polen, Holoceno, Sierra de Gredos, Sistema Central Español.

Keywords: Pollen, Holocene, Sierra de Gredos, Spanish Central System.

RESUMEN

Se presentan los datos polínicos procedentes de tres secuencias (CH, PD y CbN), localizadas en la Sierra de Gredos (Sistema Central Español), que registran la evolución de la vegetación a partir de los 7000 BP. Los hechos más destacables se resumen en el dominio del pinar, y en el cambio en la composición del bosque local; así, los bosques de *Betula* y *Corylus*, desarrollados hasta el 3000 BP son sustituidos por los de *Quercus* caducifolio y perennifolio. En este momento y solo en la secuencia CH, se detectan presencias de *Cedrus* y en menor medida de *Fagus*. A partir de los aproximadamente 1000 BP, tiene lugar una caída importante de los taxones arbóreos, fundamentalmente de *Pinus* asociado a la expansión de Ericaceae y Poaceae, como respuesta a un aumento tanto de la temperatura como de las actividades antrópicas.

ABSTRACT

Pollen data from three sequences (CH, PD and CbN) in the Gredos Range (Spanish Central System) have been presented. These data record the evolution of vegetation from the 7000 BP (Holocene). The most important results are summarized in the domain of the pine forest and the change in the local forest composition. Then, the forests of *Betula* and *Corylus*, developed until 3000 BP, are replaced by deciduous and evergreen *Quercus*. At this time and only in the sequence CH, presence of *Cedrus* and *Fagus* has been detected. From approximately 1000 BP, takes place an important decrease in arboreal taxa, mainly of *Pinus* associated with the expansion of Ericaceae and Poaceae, in response to an increase in both temperature and anthropogenic activities.

1. INTRODUCCIÓN

Los numerosos estudios de carácter palinológico llevados a cabo en la Península Ibérica durante los últimos años, han permitido realizar un marco evolutivo de la vegetación y del clima durante el Holoceno, tanto en la España eurosiberiana como en la mediterránea. Sin embargo, aún son numerosas las incógnitas por resolver. En este sentido el Sistema Central Español, tiene un reto pendiente frente a la información procedente de otros sistemas montañosos peninsulares (GARCÍA-ANTÓN *et al.*,

2011; GÓMEZ-ORELLANA *et al.*, 2007; RUIZ ZAPATA *et al.*, 2002, 2003 a, b, c), como es el de establecer la recuperación de la vegetación tras la retirada de los hielos. Los estudios en estas áreas se inician en 1957 (ALÍA *et al.*, 1957), pero es a partir de 1980 (JIMÉNEZ BALLESTA *et al.*, 1985) cuando dicha investigación se realiza de un modo sistemático. Estos trabajos han sido especialmente abundantes a lo largo de toda esta cadena montañosa, tanto en la Serra da Estrela en Portugal (VAN DER BRINK & JANSSEN 1985, VAN DER KNAPP & VAN LEEUWEN, 1995), Sierra de Béjar-Peña de Francia (p.e. ATIENZA BALLANO *et al.*, 1998; LÓPEZ JIMÉNEZ &

LÓPEZ SÁEZ, 2005), Sierra de Gredos (DORADO *et al.*, 2001; ANDRADE *et al.*, 1996; FRANCO MÚGICA *et al.*, 1998), Sierra de Guadarrama (GIL GARCÍA *et al.*, 1989, 1996, 1998, 1995b, 1995c; GIL GARCÍA & RUIZ ZAPATA, 1991; FRANCO MÚGICA *et al.*, 1998, VÁZQUEZ & RUIZ ZAPATA, 1992; RUIZ ZAPATA *et al.*, 1988), como, finalmente, en la Sierra de Ayllón (GIL GARCÍA *et al.*, 1995a). Sin embargo gran parte de los estudios abordados, presentan las lógicas limitaciones derivadas de una escasa resolución temporal de las secuencias, así como de un bajo número de dataciones radiocarbónicas, lo que de alguna manera impide una mayor precisión interpretativa respecto a la dinámica vegetal. A ello se une que las cronologías disponibles no superan los 7000 BP, a excepción de un depósito en Rascafría (FRANCO MÚGICA & GARCÍA ANTÓN, 1994), cuya datación en la base de la secuencia es de 8410 ± 250 BP. Esto impide establecer las pautas evolutivas de la vegetación tras la retirada de los hielos; sin embargo en el área de estudio es relativamente bien conocida la evolución de la vegetación desde mediados del Holoceno. A partir de este momento el paisaje vegetal evoluciona, desde unas condiciones forestales, caracterizadas por el desarrollo de pinares y melojares junto a otros elementos mesófilos como el abedul, a una progresiva apertura del medio forestal, que acaba dando paso a espacios abiertos. En esta situación se ha podido además registrar un gradiente de atlantidad-continentalidad creciente en sentido W-E (RUIZ ZAPATA *et al.*, 1992, 1996). Con el fin de solventar estos problemas, se seleccionaron las secuencias presentadas en este trabajo, ya que proceden de depósitos de till (Garganta de los Caballeros-CbN y Garganta de la Presa del Duque-PD) cuya cronología en estas áreas es de $27,2 \pm 2,7$ ka para el Máximo Glaciar y 15-13 ka BP para el fin de la deglaciación (Finiglacial?). Sin embargo los niveles orgánicos desarrollados entre los tills han sido datados mediante ^{14}C en 6030 ± 40 BP (secuencia PD) y 7470 ± 150 BP (Tabla I). En

el caso de la secuencia CbN, las edades obtenidas sobre los niveles orgánicos a techo (1910 ± 30 BP) y muro (1965 ± 30 BP), evidencian una falta de coherencia con la edad de formación del depósito donde se ubican, lo que plantea una revisión de las dataciones. Sin embargo las dataciones obtenidas por ^{14}C , sobre la secuencia orgánica del depósito PD y CH (Garganta de Cuerpo de Hombre, ver Tabla I), son coherentes con el desarrollo de la vegetación. Anotemos que los resultados preliminares por OSL, han sido negativos. Bajo esta perspectiva, la información obtenida de las secuencias PD y CH, permite completar el cuadro de evolución de la vegetación para este sector del Sistema Central desde los últimos 7000 BP, de gran interés por su posición de tránsito entre la zona occidental y oriental del mismo. Además, en el caso de la secuencia CH, ha resultado de gran utilidad el hecho de constatar la presencia de *Cedrus* y de *Fagus* para un momento determinado de la secuencia.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El Sistema Central es la unidad montañosa, ubicada en el centro de la Península Ibérica, con una dirección SW-NE a lo largo de más de 500 km, desde la Serra da Estrela en Portugal hasta su conexión con el Sistema Ibérico por el este, subdividiendo el territorio meseteño en dos unidades geomorfológicas bien diferenciadas, las Submeseta Norte y la Sur. Se articula en una serie de alineaciones claramente individualizadas, cuya altitud disminuye de sur a norte, con una diferente evolución morfológica en relación a la pendiente, altitud y orientación, siendo el clima el principal factor discriminante entre los diversos macizos que constituyen el Sistema Central.

Las secuencias estudiadas se localizan (Fig. 1) en las gargantas del Cuerpo de Hombre (CH), el Duque (PD) y Caballeros (CbN), en las

Tabla I. Dataciones ^{14}C .
- ^{14}C data.

Perfil	Muestra	Latitud	Longitud	Profundidad (cm)	Zona Polínica	Laboratorio	^{14}C BP
Cuerpo de Hombre	CH1	40°19'17.01"N	5°46'45.10"O	445-450	CH-IVc	Poz-40322	5160 ± 40
Presa del Duque	DU-2	40°18'17.63"N	5°40'54.66"O	100, niveles orgánicos entre detriticos	PD-III	Gd-30261	6830 ± 120
Presa del Duque	DU-3	40°18'17.68"N	5°40'55.02"O	70, niveles orgánicos entre detriticos	PD-III	Gd-16593	7470 ± 150
Presa del Duque	PD3-1	40°18'17.39"N	5°40'54.26"O	75	PD-II	Poz-36780	2380 ± 35
Presa del Duque	DU-1	40°18'17.63"N	5°40'54.26"O	20-25	PD-Ib	Gd-30260	510 ± 95
Garganta de los Caballeros	CbN	40°14'6.55"N	5°30'42.07"O	130-150, niveles orgánicos entre detriticos	CbN-III	Poz-36791 Poz-36790	1910 ± 30 1965 ± 30



Figura 1.- Esquema de situación de las zonas de muestreo en las Sierras de Béjar y la Nava (Sierra de Gredos, Sistema Central Español). (1) Cuerpo de Hombre (CH), (2) Duque (DU), (3) Caballeros (CB).
 - Location sketch of the sampling areas in the Sierra de Béjar and Sierra de la Nava (Sierra de Gredos, Spanish Central System). (1) Cuerpo de Hombre (CH), (2) Duque (DU), (3) Caballeros (CB).

que se desarrollaron glaciares de valle durante el Pleistoceno superior. En todas ellas aparecen complejos morrénicos bien definidos, de espesor y continuidad variable; la primera de ellas (CH), se trata del complejo morrénico más destacado y representa la etapa de mayor estabilización estimado 18.8 ± 2.1 ka BP (CARRASCO *et al.*, 2011). La segunda secuencia (PD), son las morrenas más externas y de menores dimensiones que indican el máximo glaciar inicialmente datado en 27.2 ± 2.7 ka BP (CARRASCO *et al.*, op cit). La tercera secuencia (CbN), corresponde a sistema de morrenas de recesión y bloques erráticos dispersos que representan las etapas de deglaciación. Durante los periodos glaciares, esencialmente durante la deglaciación, y en las etapas inmediatas posteriores hubo un notable desarrollo de procesos de inundación y encharcamiento en depresiones asociadas con los antiguos glaciares. Resultado de ello son algunos omblicos y lagunas colmatadas o depresiones tipo nava.

Desde el punto de vista de la vegetación, el área se ubica dentro de la Región Mediterránea, y la mayor parte del territorio de nuestra área de estudio pertenece a la provincia Carpetano-Ibérica-Leonesa, y en menor medida a la provincia Luso-Extremadurensis (PEINADO LORCA & RIVAS MARTINEZ, 1987). La vegetación actual existente

en orden altitudinal decreciente, constaría en primero lugar con el piso oromediterráneo compuesto de piornales y enebrales, seguidamente en el piso supramediterráneo, se encuentran de forma relativamente abundantes los robledales de melojos junto con pinares de repoblación; la mayor presencia de castaños se da en el valle de Ambroz, seguido de algunos rodales próximos a Candelario. En la mayoría de las zonas en las que aún quedan robledales y fresnedas es muy frecuente su aclaramiento para dehesas y prados (ATIENZA BALLANO *et al.*, 1998).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

La garganta de Cuerpo de Hombre se localiza en Navamuño. Se trata de un fondo de depresión tipo nava originada por la obturación de la morrena lateral izquierda del antiguo glaciar. Estos materiales corresponden al tramo superior de colmatación y están formados por sedimentos correspondientes a procesos fluvionivales y de decantación en secuencias de encharcamiento estacionales. El muestreo se realizó con una sonda manual tipo Rusa, alcanzando una profundidad de 475 cm. En la Garganta del Duque, la secuencia analizada presenta una potencia total de 110 cm,

de la que los primeros 75 cm corresponden a un depósito de naturaleza orgánica, por debajo de los cuales se desarrollan dos niveles orgánicos, en el seno de una secuencia detrítica de unos 50-60 cm, localizada a la derecha del nivel orgánico. En cuanto a la secuencia CbN, localizada en la zona norte de la Garganta de los Caballeros, es un depósito de unos 100 cm, desarrollado en la morrena de fondo de los antiguos glaciares y de muro a techo, está constituida por till subglaciar de acreción, till subglaciar de fusión y till supraglaciar de fusión. La toma de muestras polínicas se realizó directamente sobre el perfil previamente limpiado, de acuerdo con las técnicas estandarizadas para los yacimientos arqueológicos (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2003), y sólo sobre los niveles orgánicos intercalados entre los sedimentos detríticos.

La extracción del polen, se realizó mediante el ataque químico con ácidos (CIH y FH) y álcalis (NaOH), de acuerdo al protocolo estándar propuesto por COÛTEAUX (1977), GIRARD & RENAULT-MISKOVSKY (1969) y MOORE *et al.* (1991) y el residuo obtenido fue sometido a técnicas de enriquecimiento mediante flotación en el licor denso de Thoulet (GOEURY & BEAULIEU, 1979). El tratamiento estadístico de los datos y su representación gráfica se ha llevado a cabo con el paquete informático TILIA® and TILIA-GRAPH® (© ERIC C. GRIMM, 1987). Los valores relativos de los taxones, tanto arbóreos, como arbustivos y herbáceos, se han obtenido a partir de la suma base, que excluye a los taxa hidrohigrófitos y los microfósiles no polínicos (NPMs), debido a su carácter local. El porcentaje relativo de estos palinomorfos se ha calculado respecto a la suma polínica total. La zonación polínica se ha realizado mediante una clasificación divisiva con el programa CONISS (GRIMM, 1987), incluido en el paquete TILIA.

4. RESULTADOS

Desde el punto de vista polínico la secuencia CH, es la que presenta mayor diversidad, puesta de manifiesto en los 54 taxones identificado (Fig. 2). Dominan los espacios forestales, constituidos por *Pinus*, acompañados por taxones de carácter mesófilo (*Betula*, *Corylus*, *Quercus* tipo caducifolio y puntualmente *Ilex*, *Juglans*, *Fagus*, *Castanea*) y termófilo (*Quercus* tipo perennifolio y *Olea*), así como taxones de ribera (*Alnus*, *Salix*, *Fraxinus* y *Ulmus*). También se detectan, con bajos porcentajes *Cedrus* y *Fagus* a modo de presencias. En el grupo arbustivo dominan Ericaceae y en menor medida *Juniperus*, junto a *Calluna*, Cistaceae, Rosaceae. El conjunto herbáceo está constituido fundamentalmente por Poaceae, *Plantago* y Asteraceae tubuliflorae, acompañados de Brassicaceae, Caryophyllaceae, Fabaceae, *Artemisia*, Asteraceae liguliflorae, Dipsacaceae, *Rumex*, Geraniaceae, Polygonaceae, *Urtica*, *Ephedra*, *Asphodelus*, Lamiaceae,

Sanguisorba, cuyo desarrollo es más disperso a lo largo de la secuencia. Cyperaceae junto a Ranunculaceae, *Alisma*, *Epilobium*, *Typha* monada y *Typha* tétrada, constituyen el grupo de plantas acuáticas. También se han identificado esporas tanto Monoletas como Triletas, y Microfósiles No Polínicos (MNP) de afinidad diversa, como es el caso de *Pseudoeschizaea circula*, asociado a procesos de erosión; *Glomus* cf. *fasciculatum* (tipo 207), relacionado con los procesos de deforestación; *Sordaria* (tipo 55 A), *Sporormiella* (tipo 113) y *Podospora* (tipo 368), de afinidad coprófila. Además hay constancia de la presencia de incendios (*Neurospora* o tipo 55C), así como de las condiciones tróficas del medio, tanto oligotróficas (*Rivularia* o tipo 170 y *Arcella* o tipo 352) como mesoeutróficas (tipo 332, y *Spirogyra* o tipo 315) así como los relacionados con condiciones secas (tipo 10) y húmedas (tipo 18, *Mougeotia* o tipo 313, *Gyrix* o tipo 353, y *Spermatoforo*); finalmente se han detectado MNPs sin afinidad determinada, como es el caso del tipo 36 y *Uredospora*.

La composición dominante del estrato arbóreo y arbustivo, junto a la diversidad del cortejo herbáceo, permite inferir la instalación de unas condiciones templadas y relativamente húmedas, a lo largo del desarrollo del perfil, justificando así la presencia de los taxones acuáticos y de los MNPs de dicha afinidad. No obstante, el comportamiento de la totalidad de los taxones identificados, permite definir una sucesión de fases, materializadas en las denominadas zonas polínicas, como expresión de los cambios paleoambientales acaecidos (Tabla II) a lo largo de la secuencia.

En el caso de la secuencia PD (Fig. 3), se han identificado un total de 44 taxones y 17 MNPs de afinidad diversa. Pese a una menor diversidad, la composición y comportamiento de los taxones identificados, guarda una estrecha relación con la de la secuencia CH. *Pinus* es también el componente principal de la vegetación arbórea, acompañado de *Betula*, *Corylus* y *Quercus* tipo caducifolio, junto a presencias de *Ilex*, *Castanea*, *Juglans* y *Olea*. También están presentes los taxones de Ribera (*Alnus*, y puntualmente *Fraxinus* y *Salix*). En el estrato arbustivo dominan Ericaceae y *Juniperus*, junto a *Calluna*, Cistaceae y Rosaceae, que se desarrollan en porcentajes no competitivos. En cuanto al cortejo herbáceo Poaceae, es el elemento dominante, acompañado de Asteraceae tubuliflorae, Chenopodiaceae, Apiaceae, Caryophyllaceae, Fabaceae y Geraniaceae entre otros (Tabla III).

En la secuencia CbN, (Fig. 4), se han identificado un total 24 taxones y 9 MNPs. Esta menor diversidad, en comparación con las secuencias anteriores, podría explicarse bien por su posición o por la génesis del depósito. Destaca la permanencia del pinar a lo largo de todo el perfil, sin llegar a superar el 30%, así como las presencias, en este caso puntuales de *Betula*, *Quercus* perennifolio y *Quercus* caducifolio. El

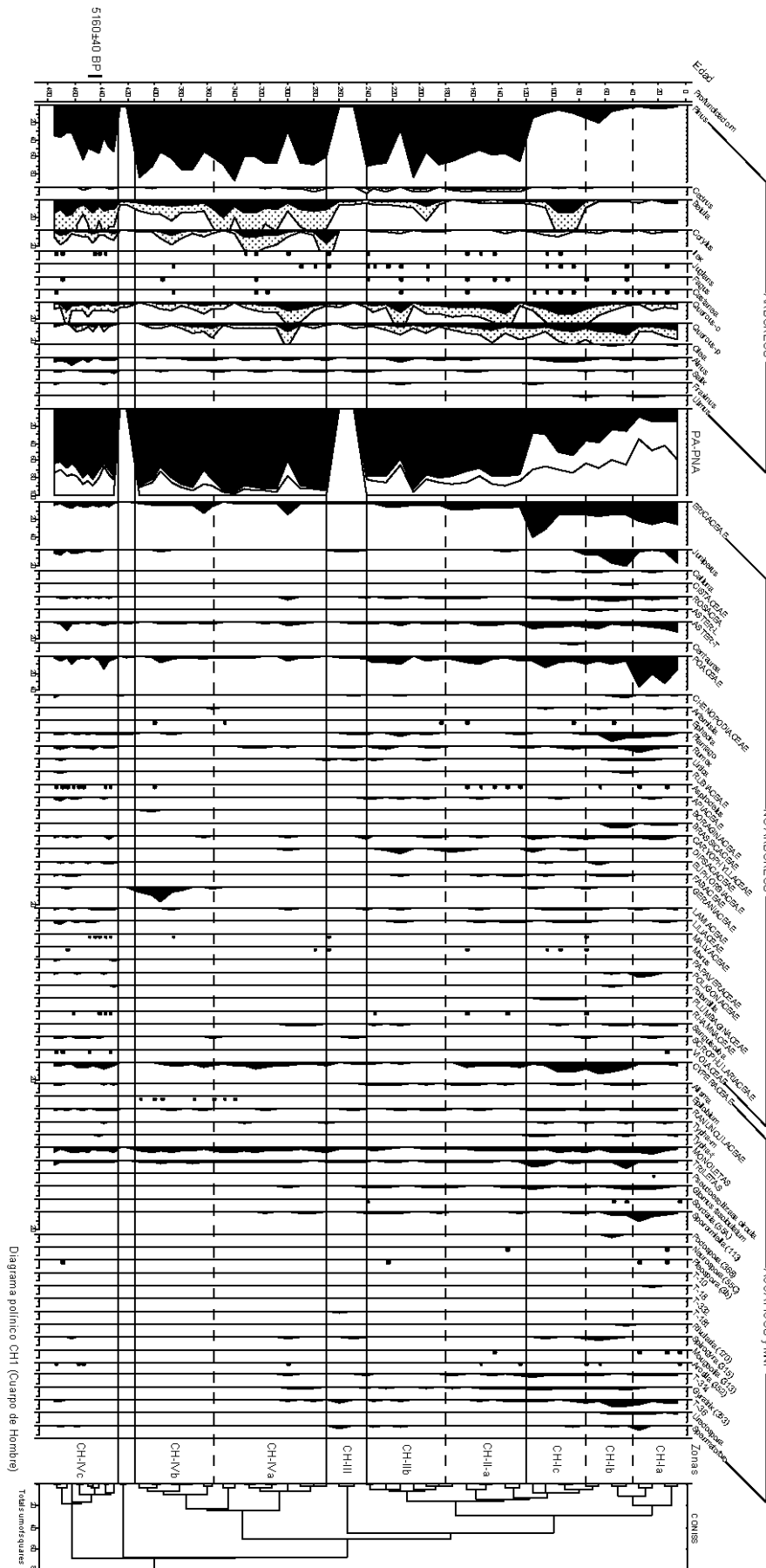


Figura 2. Diagrama polínico de la secuencia CH (Cuerpo de Hombre)
 - Pollen Diagram of the CH squence (Cuerpo de Hombre)

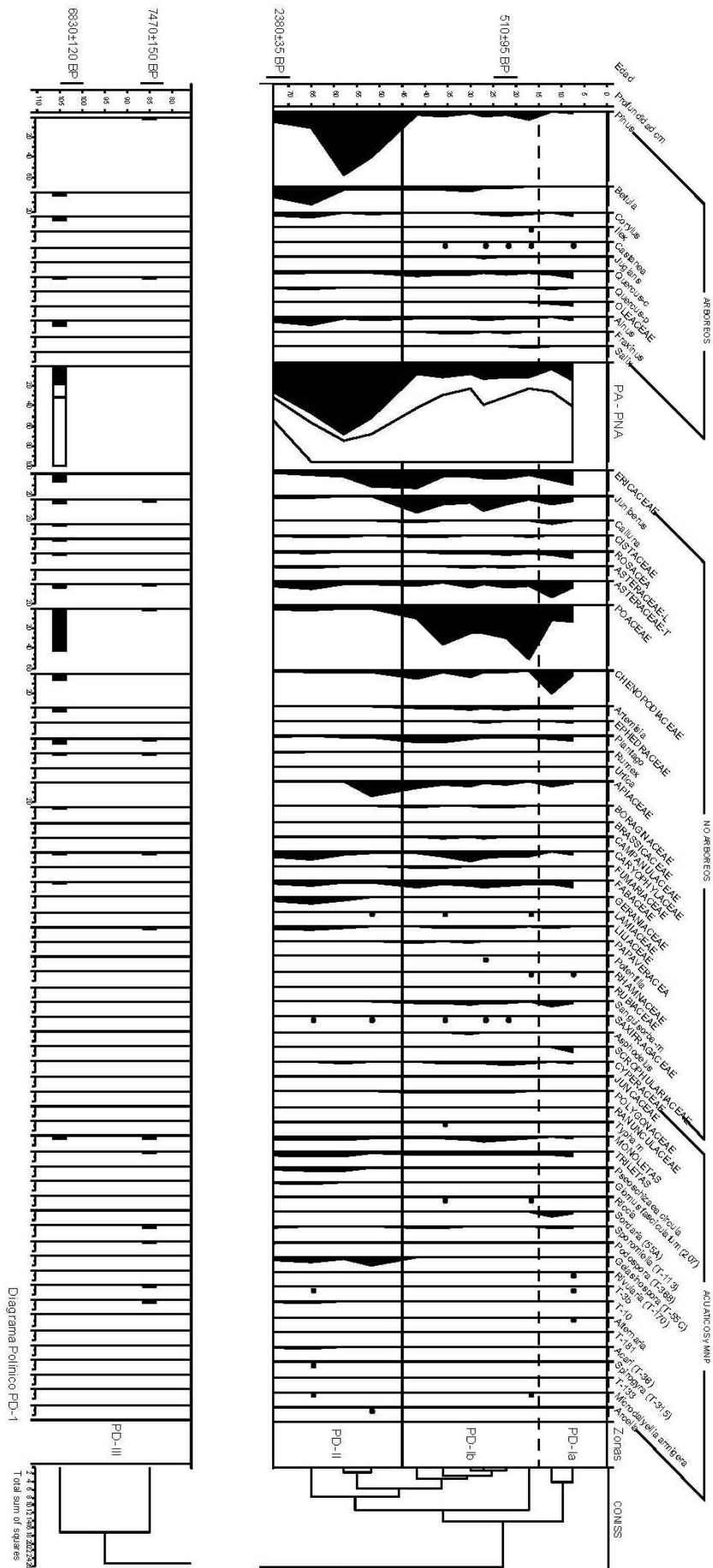


Figura 3.- Diagrama polínico de la secuencia PD (Presa del Duque) - Pollen diagram of the sequence PD (Presa del Duque)

Tabla II. Asociaciones polínicas de la secuencia CH
 - Local pollen assemblage zones (CH)

Zona Polínica	Subzonas	Potencia cm.	Descripción
CH-I	CH-Ia	0-40	<p>Retroceso PA (~15%) <i>Quercus-p</i> > <i>Quercus-c</i>. <i>Corylus</i>. Aumento Ericaceae (30%) y caída de <i>Juniperus</i> (~5%) Dominio de Poaceae (>20%) Aumento taxones nitrófilos (~20%) y MNP coprófilos (10%).</p> <p>Descenso PA Caída del bosque regional y local.</p> <p>Expansión <i>Quercus-p</i> y presencias de <i>Olea</i>.</p>
	CH-Ib	40-75	<p>Retroceso PA (40-20%) Ausencia de <i>Betula</i> y caída de <i>Quercus-c</i> y Ericaceae (15%). Aumento de <i>Quercus-p</i> (10%) y <i>Juniperus</i> (20%). Presencia de <i>Olea</i>, <i>Juglans</i> y <i>Fagus</i> Caída taxones acuáticos y aumento de MNPs de carácter mesoeutrófico.</p> <p>Aumenta el estrato arbustivo, Ericaceae y <i>Juniperus</i>.</p> <p>Aumenta diversidad en grupo herbáceo y MNPs.</p>
	CH-Ic	75-120	<p>Presencia continua de <i>Castanea</i>.</p> <p>Retroceso de <i>Pinus</i> (~15%) Aumento de <i>Betula</i>, <i>Quercus-c</i>, <i>Alnus</i> y Ericaceae</p>
CH-II	CH-IIa	120-140	<p>Aumentan: <i>Quercus-c</i> (15%), <i>Quercus-p</i> (~5%), Ericaceae (10%) y <i>Juniperus</i> (2%). Caen: <i>Betula</i> (~5%), <i>Corylus</i> (~2%), <i>Plantago</i>, <i>Rumex</i> y <i>Urtica</i> (~2%) y los MNPs de afinidad coprófila</p> <p>Varía la composición del bosque local.</p> <p>Presencia de <i>Cedros</i>.</p>
	CH-IIb	180-140	<p>Desarrollo Ericaceae</p> <p>Aumento diversidad del grupo herbáceo.</p> <p><i>Betula</i> (>5%) y <i>Corylus</i> (>2%), <i>Quercus-c</i> (10%) y <i>Quercus-p</i> (2%). Presencias de <i>Juglans</i> y <i>Fagus</i>.</p>
CH-III		240-270	<p>Caída de Cyperaceae y mayor diversidad del grupo de MNPs.</p> <p>Sólo presencias, de los taxones mayoritarios identificados en el perfil.</p>
CH-IV	CH-IVa	270-355	<p>Aumento PA <i>Betula</i> (20%), <i>Corylus</i> (10%) y <i>Quercus-c</i> (5%) y recuperación de los taxones de Ribera. Presencias de <i>Ilex</i>, <i>Juglans</i> y <i>Fagus</i>. Caída de Ericaceae y <i>Juniperus</i> Descenso porcentual y de diversidad del estrato herbáceo. Aumento de acuáticas y MNPs coprófilos.</p> <p>Dominio de <i>Pinus</i> (60%). Desarrollo de los taxones arbóreos mesófilos y de Ribera.</p> <p>Estrato arbustivo poco significativo.</p>
	CH-IVb	355-415	<p>PA fluctuante. <i>Pinus</i> (>50%), <i>Betula</i> (<10%), <i>Corylus</i> (~5%) y <i>Quercus-c</i> y p aumentan ligeramente (<10%). Caída de los taxones de Ribera (~2%). Aumenta Ericaceae (<10%) y cae <i>Juniperus</i> (~2%).</p> <p>Cortejo herbáceo variado. Domina Poaceae y puntualmente Geraniaceae.</p> <p>Los taxones acuáticos y las esporas están bien desarrollados Poca representación de MNPs,</p>
	CH-IVc	425-475	<p>Empobrecimiento generalizado del estrato herbáceo, dominado por Geraniaceae. Aumento de esporas triletas y pocos MNPs.</p> <p>5160 ± 40 BP (445-450 cm.) PA ~50% <i>Pinus</i> (40-50%), <i>Betula</i> (~20%), <i>Quercus-c</i> (~10%) y <i>Alnus</i>. Valores significativos de Ericaceae y <i>Juniperus</i>. Diversidad del grupo herbáceo alta.</p>

Tabla III. Asociaciones polínicas de la secuencia PD
- Local pollen assemblage zones (PD)

Zona Polínica	Subzonas	Potencia cm.	Descripción
PD-I	PD-Ia	0-15	Caída de PA, debido a <i>Pinus</i> (<10%). Hay presencia de <i>Olea</i> , <i>Castanea</i> , <i>Quercus-p</i> , <i>Fraxinus</i> . Aumenta Ericaceae (20-10%) y <i>Juniperus</i> (~15%).
	PD-Ib	15-45	Incremento de la diversidad del grupo herbáceo. Dominio de Poaceae (40%). Expansión <i>Plantago</i> , (<10%). Aumento de acuáticos y de MNPs de afinidad coprófila.
			510 ± 95 a (20-25 cm)
PD-II	PD-IIa	45-65	Recuperación- retroceso de PA Presencia de <i>Pseudoeschizaea circula</i> , <i>Glomus cf. fasciculatum</i> y <i>Neurospora</i> s.f. (tipo 55 C).
	PD-IIb	65-75	PA aumenta de 30-50% <i>Pinus</i> (<20%), <i>Betula</i> (20%), <i>Corylus</i> (10%), ambos tipos de <i>Quercus</i> (5%) y <i>Alnus</i> (<10%).
			2380 ± 35 BP (65-70cm.)
PD-III		Niveles orgánicos entre detriticos	7470 ± 150 BP 6830 ± 120 BP
		No guarda relación métrica con la secuencia orgánica	En el nivel superior, es pobre en polen. Los taxones identificados se expresan a modo de presencias, destacando a <i>Plantago</i> y <i>Rumex</i> y de MNPs de afinidad coprófila

estrato arbustivo, poco representativo, lo constituye mayoritariamente Ericaceae y dentro del grupo herbáceo *Artemisia*, Chenopodiaceae, *Ephedra* y Asteraceae (tubuliflorae y liguliflorae) destacan sobre el resto de los taxones identificados. Estos datos unidos a la ausencia de taxones de Ribera y al escaso contenido de taxones acuáticos, parecen indicativos de una baja tasa de humedad durante su formación, lo que a su vez podría explicar la escasa representación de los taxones nitrófilos y de los MNPs de afinidad coprófila. En esta secuencia, la zonación del Histograma Polínico (Tabla IV),

se ha realizado al igual que en los casos anteriores de acuerdo al comportamiento del polen si bien se da la peculiaridad que cada zona corresponde a cada uno de los niveles orgánicos analizados. Por otro lado, la incoherencia existente entre la edad el depósito y la obtenida por datación radiométrica de los niveles orgánicos, ponen en duda la validez de estos datos; podríamos estar frente a un problema de rejuvenecimiento de las edades, o bien los niveles orgánicos podrían ser el resultado de un proceso de filtración, bajo unas condiciones de mayor humedad. Ante la duda y en espera de

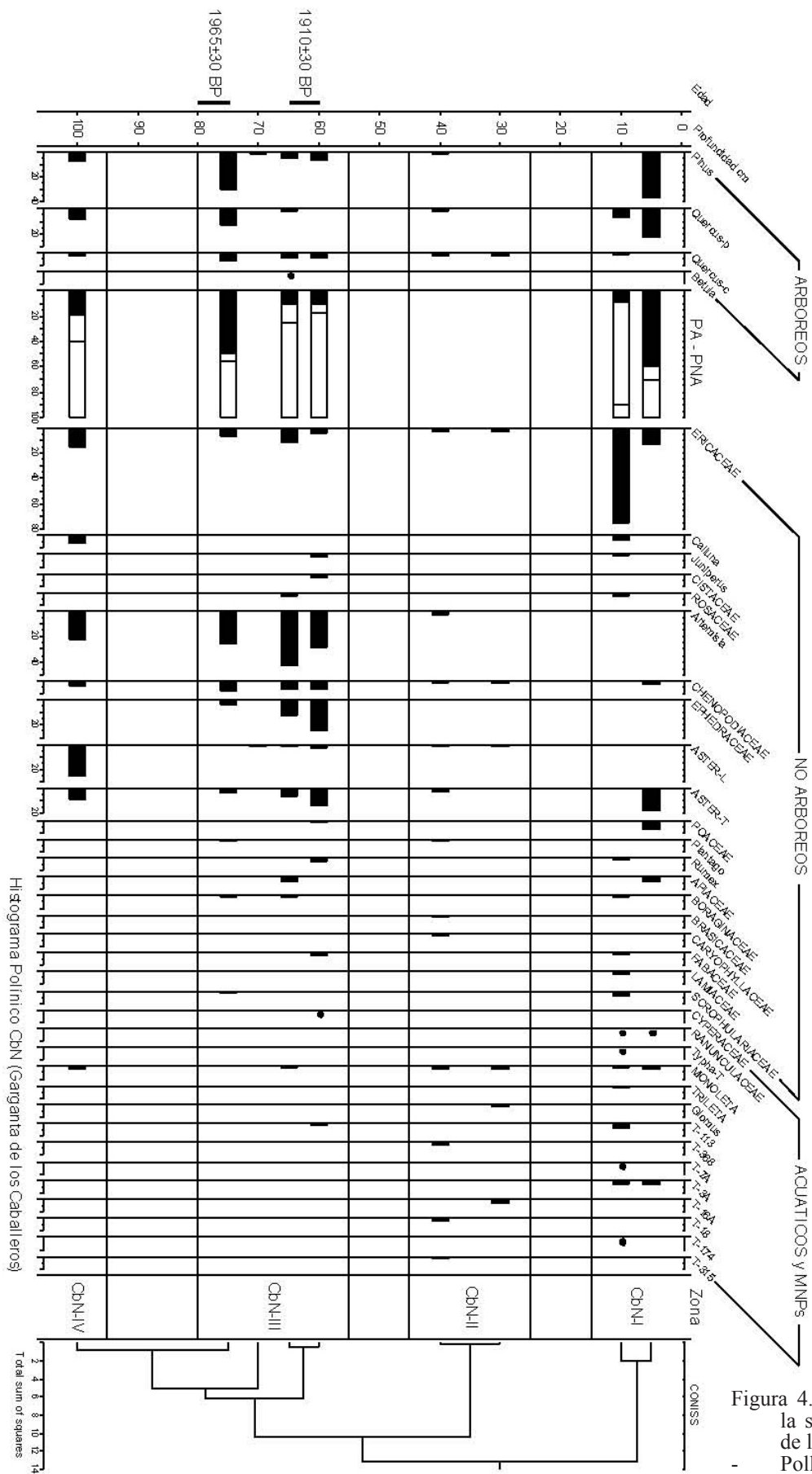


Figura 4. Histograma polínico de la secuencia CbN (Garganta de los Caballeros, Norte)
 - Pollen hystogram of the sequence CbN (Gargante de los Caballeros, North).

Tabla IV. Asociaciones polínicas de la secuencia CbN
- Local pollen assemblage zones (CbN)

Zona Polínica	Potencia cm.	Descripción
CbN-I		Recuperación de PA Expansión de <i>Pinus</i> y <i>Quercus</i> perennifolio Retroceso de Ericaceae. Aumento de la diversidad en grupo herbáceo. Dominio de Asteraceae. Se detectan taxones acuáticos así como una mayor diversidad de MNPs.
CbN-II	20 cm	Escaso contenido en granos de polen. <i>¿ problema de conservación o por representar la culminación del deterioro observado a techo de la zona anterior?</i>
CbN-III	25 cm	Tránsito de un bosque abierto, dominado por <i>Pinus</i> , junto ambos tipos de <i>Quercus</i> , a un paisaje muy abierto dominado por <i>Artemisia</i> , Chenopodiaceae y <i>Ephedra</i> Cortejo herbáceo variado entre los que destacan los taxones nitrófilos y en menor medida MNPs coprófilos
CbN-IV		Paisaje abierto dominado por Asteraceae y <i>Artemisia</i> Bajos valores de <i>Pinus</i> y de ambos tipos de <i>Quercus</i> . Se trata de la zona con menor diversidad de todo el perfil.

nuevos resultados, no se contemplan estos datos en la discusión.

5. DISCUSIÓN

En base a las dataciones radiométricas de los perfiles estudiados, se constata una vez más la falta de registro en el área de estudio con anterioridad a los 7470 BP. No obstante, la información polínica obtenida de los niveles orgánicos desarrollados entre tilles, tanto en la secuencia PD como en CbN, no parecen ser coherentes con la edad estimada (Tabla I). Pese a que en ambos casos, se trata de una información muy puntual, ésta define la instalación de paisajes abiertos dominados por Poaceae (PD) o Asteraceae (CbN), junto a una diversidad muy baja. Además en la secuencia PD se han detectado presencias de *Betula*, Asteraceae y *Artemisia* así como del MNP tipo 3b, sugiriendo la instalación de unas condiciones frías y áridas, más propias del Dryas reciente (YD), tal y como se refleja en las secuencias del Norte (FLETCHER *et al.*, 2007, GIL GARCÍA *et al.*, 2002, GÓMEZ ORELLANA *et al.*, 2007, MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 2007, PEÑALBA *et al.*, 1997) y Sur peninsular (PONS & REILLE, 1988, CARRIÓN *et al.*, 1998, ORTIZ *et al.*, 2004, FERNÁNDEZ *et al.*, 2007, CARRIÓN *et al.*, 2008). No obstante, y habida cuenta de las incertidumbres acerca de la edad de dichos niveles, bien podría corresponder a la fase árida y fría del 8200 BP, documentado paleopolinológicamente en buena parte del territorio de la Península Ibérica, de un modo especial en el litoral mediterráneo (CARRIÓN, 2002, DAVIS & STEVENSON, 2007, LÓPEZ-SAEZ *et al.*, 2006, PANTALEÓN *et al.*, 2003, RIERA, 1993). En cuanto a los paisajes abiertos y xéricos, detectados en la secuencia CbN, no pueden ser explicados para las fechas obtenidas, salvo que éstas presenten problemas de rejuvenecimiento. Por otro lado, si

se admite que la datación de 7470 ± 150 BP (PD) es correcta, quizá lo que están reflejando es una retirada del hielo más tardía que en otros macizos montañosos, explicando así la falta de registro en estas sierras del inicio del Holoceno.

Sin embargo a partir de los 5160 ± 40 BP (445 cm de la secuencia CH) se cuenta con un registro completo y continuo, completado en la secuencia de PD a partir de los 2380 ± 35 BP (70-75 cm). A través de ella se constata la recuperación climática del Holoceno, puesta de manifiesto por el desarrollo de las masas forestales, dominadas por los pinares y con una fuerte representación los taxones de carácter mesófilo, como es el caso de *Betula* y de *Corylus*, que evidencian un aumento de la tasa de humedad. Esta recuperación, es coherente con la observada en otras secuencias del Sistema Central (ATIENZA BALLANO *et al.*, 1998; FRANCO MÚGICA *et al.*, 1998; JIMENEZ BALLESTA *et al.*, 1985; GIL GARCÍA *et al.*, 1996, 1998; RUIZ ZAPATA & ACASO DELTELL, 1981), desarrolladas igualmente con anterioridad a los 6 ka. Estos hechos no son exclusivos del Sistema Central, ya que pueden observarse tendencias similares en la Península Ibérica (GARCÍA-ROVES, 2007; GIL-GARCÍA *et al.*, 2002; GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ *et al.*, 2006; LÓPEZ MERINO *et al.*, 2006; MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 2001; RAMIL-REGO *et al.*, 1998; RUIZ ZAPATA *et al.*, 2002; RUIZ ZAPATA *et al.*, 2003a, b y c; VEGAS *et al.*, 2003) y que ponen de manifiesto el carácter global de este evento climático.

A partir de los 2380 ± 35 BP (Figs. 2, 3 y 5), tiene lugar la caída de los taxones mesófilos, como respuesta a un aumento generalizado de la temperatura y a un descenso de la tasa de humedad que favorece el desarrollo de los dos tipos de *Quercus*; *Pinus* presenta su última expansión. Destaca la presencia continua, aunque en bajas proporciones (5%), de *Cedrus* en la secuencia de Cuerpo de Hombre desde techo de la zona

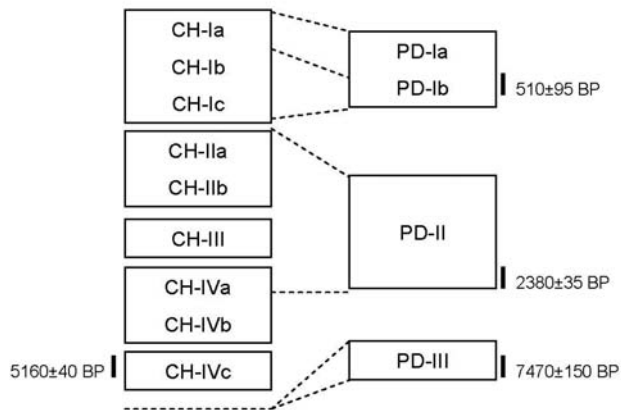


Figura 5.- Correlación de las secuencias Cuerpo de Hombre (CH) y Presa del Duque (PD).
- Correlation of the Cuerpo de Hombre CH and Presa del Duque (PD) sequences.

CH IVa hasta techo de CH IIa. La presencia de *Cedrus* en la Península Ibérica es una cuestión que sigue creando controversia, existiendo varias hipótesis relacionando su extinción a cambios climáticos, competencia con otros taxones y/o acción antrópica. Nuestros datos vienen a avalar la persistencia de dicho taxon durante el Holoceno en la Península Ibérica, al igual que ocurre con otros depósitos como Padul (PONS & REILLE, 1988), Navarrés (CARRIÓN & VAN GEEL, 1999), Cueva de Bajondillo (CORTES SANCHEZ *et al.*, 2008) y Cueva de Baza (CARRIÓN *et al.*, 2007). Por lo tanto es una prueba más que atestigua que su presencia no puede ser sólo atribuida a un transporte por vientos procedentes del Norte de África como postulan otros autores (SÁNCHEZ GOÑI *et al.*, 1999, MAGRI & PARRA, 2002). También destacan las presencias, en este caso más puntuales de *Fagus*. En ambos casos se trataría de pequeñas poblaciones, de carácter relictico, pero que definen su permanencia en el área de estudio.

A lo largo de las zonas polínicas CH-I y PD-I, el paisaje vegetal se torna más abierto, debido a la caída de los bosques regionales de pino, que presenta en nuestra zona de estudio, la misma pauta que la observada en los estudios realizados tanto en áreas próximas como en la vertiente atlántica de la Península Ibérica (MUÑOZ-SOBRINO *et al.*, 1997; GARCÍA ANTÓN *et al.*, 2011; RUIZ ZAPATA *et al.*, 1995; VAN DER KNAAP, & VAN LEEUWEN, 1995). Tras una ligera expansión de *Bétula* y *Corylus*, son los *Quercus* caducifolio y perennifolio los que conforman el bosque local y quizá con ello la causa de la desaparición de esas poblaciones relicticas de *Cedrus*, debido a la competencia por el territorio. No obstante la desaparición de este taxon podría explicarse por causas antrópicas ya que es coincidente con la drástica caída del pinar y el incremento de los taxones nitrófilos, un mayor desarrollo de los *Quercus* perennifolios e incluso presencias de

Olea, a techo de la secuencia CH.

En cuanto a la antropización sobre el medio, en la zona de estudio quedaría constatada hacia los 1000 BP, a través de la caída brusca del pinar, el desarrollo de formaciones arbustivas degradativas tipo brezal, al mismo tiempo que la flora nitrófila se hace abundante (*Asteraceae* tubuliflorae, *Asphodelus*, *Plantago*, *Rumex*, etc.). Estos indicios claros de antropización observados en nuestros diagramas también se observan con claridad en la secuencia de Rascafría (FRANCO MÚGICA & GARCÍA ANTÓN, 1994; FRANCO MÚGICA *et al.*, 1998) y en prácticamente totalidad de los registros polínicos de el Sistema Central (VÁZQUEZ, 1992; JIMÉNEZ BALLESTA *et al.*, 1985), aunque la resolución cronológica y muestral de gran parte de los perfiles, así como la ubicación altitudinal de los mismos, ofrece un marco cronológico amplio, aunque bien detectado a partir de los 2500 BP. Sin embargo en el caso que nos compete, dicha antropización es notoria a partir de los 1000 BP, evidenciando el papel de la altitud en la delimitación del impacto antrópico en las zonas de la alta montaña.

Por otro lado, la altitud de estos puntos de muestro, favorece el desarrollo de zonas húmedas, detectadas a través de las plantas acuáticas y desarrollo de pastos de altura lo que conlleva un aumento de la presencia de ganado, puesta de manifiesto en la expansión de los taxones nitrófilos y en los MNPs de afinidad coprófilas así como cambios en los relacionados con las condiciones tróficas del medio.

La información aportada por estos análisis polínicos ha permitido modificar, o al menos cuestionar en ciertos casos, diversos conceptos preestablecidos sobre la vegetación ibérica, como la potencialidad de los pinares en el Sistema Central o el carácter relictico de los hayedos (CARRIÓN *et al.*, 1999, 2000a,b,c, 2001; CASTROVIEJO *et al.*, 1986; FRANCO MÚGICA *et al.*, 1998, 2000, 2001; GARCÍA ANTÓN *et al.*, 2002).

6. CONCLUSIONES

El estudio polínico de las secuencias analizadas ha evidenciado los siguientes hechos:

- La instalación de unas condiciones frías y áridas, previas al inicio del Holoceno o bien de cómo durante las etapas iniciales del Holoceno, unas condiciones aún frías y áridas, fueron las responsables del retraso en la recuperación de la vegetación.
- El desarrollo de las formaciones boscosas, durante el Holoceno, se realiza bajo dos modalidades de carácter climático. Hasta los aproximadamente 3 ka, una mayor tasa de humedad, favorece la expansión de los taxones mesófilos y de ribera. A partir de los 3 ka, el aumento progresivo de la mediterraneidad, sería la causa subyacente que produjo el retroceso del bosque y la expansión de taxones más mediterráneos. En este contexto cabe destacar:

- La existencia de *Cedrus*, demostrando la persistencia de dicho taxón, al menos de manera relictica en la Península Ibérica durante el Holoceno. Si bien no se puede afirmar que su desaparición sea el resultado solo de la competencia con *Quercus*, y/o a la acción antrópica ejercida sobre este taxón.

- Las presencias puntuales de *Fagus* avalan la existencia de al menos algunos ejemplares en las inmediaciones de la Garganta de Cuerpo de Hombre, lo que estaría de acuerdo con las citas históricas de la existencia de haya en la zona.

- Finalmente la ocupación tardía del territorio, debido a la altitud y reflejada en un incremento de la actividad y/o utilización creciente del suelo, al menos durante el periodo estival para el aprovechamiento de los pastos de altura, asociado al desarrollo de los taxones nitrófilos y de los MNPs de afinidad coprófila.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades del Parque Regional de la Sierra de Gredos de la JCYL y al Ayuntamiento de Candelario. Este trabajo constituye una contribución a los proyectos de investigación CGL2008-03396/BTE financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y PII109-0138-6113 financiado por la Consejería de Educación y Ciencia de la JCCM.

Los autores quieren agradecer la labor de los revisores cuyos comentarios y sugerencias han contribuido a mejorar este trabajo.

Recibido el día 18 de julio de 2011

Aceptado el día 25 de octubre de 2011

Publicado en formato electrónico el día 10 de noviembre de 2011

BIBLIOGRAFÍA

- ALÍA, M., MENÉNDEZ AMOR, J. & VIDAL, C. 1957. Livre-Guide de l'excursion C3 et C4 Guadarrama, Massif Peñalara et variation El Escorial-Manzanares el Real. In: *V Congreso Internacional INQUA. Libro de excursiones*, pp. 28-34, Madrid.
- ANDRADE, A., RUIZ ZAPATA, M.B., GIL GARCÍA, M.J. & FOMBELLA, M.A. 1996. Acción antrópica y su impacto sobre la vegetación, desde el tránsito Subatlántico-Subboreal, en la vertiente norte de la Sierra de Gredos (Ávila, España). Estudio palinológico. In: M.B. RUIZ ZAPATA & COLS. Eds. *Estudios Palinológicos*, páginas. 7-12. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.
- ATIENZA BALLANO, M., DORADO VALIÑO, M., GÓMEZ-LOBO RODRÍGUEZ, A. & RUIZ ZAPATA, B. 1998. Estudio polínico de un depósito situado en la vertiente norte de la Sierra de Béjar. *Botánica Macaronésica*, **23**: 201-209.
- BIRKS, H.J.B. & LINE J.M. 1992. The use of rarefaction analysis for estimating palynological richness from Quaternary pollen-analytical data. *The Holocene*, **2** (1): 1-10.
- BRONK RAMSEY, C., HIGHMAN, T.F.G., OWEN, D.C., PIKE,

A.W.G. & HEDGES, R.E.M. 2002. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: archaeometry datelist 31. *Archaeometry*, **44** (3-1): 65-67.

- CARRASCO, R.M., PEDRAZA, J. & DOMÍNGUEZ-VILLAR, D. 2011. The supraglacial debris supply in Cuerpo de Hombre paleoglaciar (Spanish Central System). *Reconstruction and interpretation of a rock avalanche event. Geophysical Research Abstracts* **13**, EGU2011-1808 (<http://www.geophysical-research-abstracts.net/volumens.html>).
- CARRASCO, R.M., PEDRAZA, J., SANZ-SANTOS, M.A., DOMINGUEZ-VILLAR, D. & WILLENBRING, J. K. 2010. El glaciar de Cuerpo de Hombre (Sierra de Béjar, Sistema Central Español) durante la deglaciación: génesis primaria del till supraglaciar de Los Hermanitos. *Geogaceta*, **49**: 15-22.
- CARRIÓN, J.S. 2002. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Reviews*, **21**: 2047-2066.
- CARRIÓN, J.S., FINLAYSON, C., FERNÁNDEZ, S., FINLAYSON, G., ALLUÉ, E., LÓPEZ-SÁEZ, J.A., LÓPEZ-GARCÍA, P., GIL-ROMERA, G., BAILEY, G. & GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. 2008. A coastal reservoir of biodiversity for Late Pleistocene human populations: palaeoecological investigations in Gorham's Cave (Gibraltar) in the context of Iberian Peninsula. *Quaternary Science Reviews* **27**: 2118-2135.
- CARRIÓN, J.S., FUENTES, N., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., SÁNCHEZ QUITANTE, L., FINLAYSON, J.C., FERNÁNDEZ, S. & ANDRADE, A. 2007. Holocene environmental change in a montane region of southern Europe with a long history of human settlement. *Quaternary Science Reviews*, **26**: 1455-1475.
- CARRIÓN, J.S., MUNUERA, M. & NAVARRO, C. 1998. Palaeoenvironmental reconstructions of cave sediments on the basis palynology: an example from Carhuela Cave (Granada). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**: 17-31.
- CARRIÓN, J.S., MUNUERA, M., NAVARRO, C., BURJACHS, F., DUPRÉ, M. & WALKER, M.J. 1999. The palaeoecological potential of pollen records in caves: the case of Mediterranean Spain. *Quaternary Science Reviews*, **18**: 1061-1073.
- CARRIÓN, J.S., MUNUERA, M., NAVARRO, C. & SÁEZ, F. 2000a. Paleoclimas e historia de la vegetación cuaternaria en España a través del análisis polínico. Viejas falacias y nuevos paradigmas. *Complutum*, **11**: 115-142.
- CARRIÓN, J.S., NAVARRO, C., NAVARRO, J. & MUNUERA, M. 2000b. The interpretation of cluster pine (*Pinus pinaster*) in floristic-phytosociological classifications from a palaeoecological perspective. *The Holocene*, **10**: 243-252.
- CARRIÓN, J.S., PARRA, I., NAVARRO, C. & MUNUERA, M. 2000c. The past distribution and ecology of the cork oak (*Quercus suber*) in the Iberian Peninsula: a pollen-analytical approach. *Diversity and Distributions*, **6**: 29-44.
- CARRIÓN, J.S. & VAN GEEL, B. 1999. Fine-resolution Upper Weichselian and Holocene palynological record from Navarrés (Valencia, Spain) and a discussion about factors of Mediterranean forest succession. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **106**: 209-236.
- CASTROVIEJO, S., LAINZ, M., LÓPEZ GONZALEZ, G., MONSERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA,

- J. & VILLAR Eds. 1986. *Flora ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica*. Real Jardín Botánico. CSIC.
- CORTÉS SÁNCHEZ, M., MORALES-MUÑOZ, A., SIMÓN-VALLEJO, M.D., BERGADÀ-ZAPATA, M.M., DELGADO-HUERTAS, A., LÓPEZ-GARCÍA, P., LÓPEZ-SÁEZ, J.A., LOZANO-FRANCISCO, M.C., RIQUELME-CANTAL, J.A., ROSELLÓ-IZQUIERDO, E., SÁNCHEZ-MARCO, A. & VERA-PELÁEZ, J.L. 2008. Palaeoenvironmental and cultural dynamics of the coast of Málaga (Andalusia, Spain) during the Upper Pleistocene and early Holocene. *Quaternary Science Reviews*, **27**: 2176–2193.
- COÛTEAUX, M. 1977. A propos de l'interprétation des analyses polliniques de sédiments minéraux, principalement archéologiques. *Le Milieu Végétal, les faunas et l'Homme*. Supplément Bulletin A.F.E.Q. **47**: 259-276.
- DAVIS, B.A.S. & STEVENSON, A.C. 2007. The 8.2 ka event and Early-Mid Holocene forest, fires and flooding in Central Ebro Desert, NE Spain. *Quaternary Science Reviews*, **26**: 1695-1712.
- DORADO, M., VALDEOLMILLOS, A. & RUIZ ZAPATA, M.B. 2001. Actividad humana y dinámica de la vegetación en la Sierra de Ávila (Sistema Central Español) desde el Bronce Medio. *Polen*, **11**: 39-49.
- FERNÁNDEZ, S., FUENTES, N., CARRIÓN, J.S., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., MONTOYA, E., GIL, G., VEGA-TOSCANO, G. & RIQUELME, J.A. 2007. The Holocene and Late Pleistocene pollen sequence of Carihuela Cave, southern Spain. *Geobios*, **40**: 75–90.
- FLETCHER, W.J., BOSKI, T. & MOURA, D. 2007. Palynological evidence for environmental and climatic change in the lower Guadiana valley, Portugal, during the last 13,000 years. *The Holocene*, **17** (4): 479–492.
- FOOTE, M. 1992. Rarefaction analysis of morphological and taxonomic diversity. *Paleobiology*, **18** (1): 1-16.
- FRANCO MÚGICA, F. & GARCÍA ANTÓN, M. 1994. Análisis polínico de una turbera en Rascafría (Madrid). In: I. LA SERNA RAMOS (Ed.), *Polen y Esporas: contribución a su conocimiento*, págs. 361-369. Universidad de La Laguna, Tenerife.
- FRANCO MÚGICA, F., GARCÍA ANTÓN, M., MALDONADO, J., MORLA, C. & SAINZ OLLERO, H. 2001. The Holocene history of Pinus forests in the Spanish Northern Meseta. *The Holocene*, **11** (3): 343-358.
- FRANCO MÚGICA, F., GARCÍA ANTÓN, M. & SAINZ OLLERO, H. 1998. Vegetation dynamics and human impact in the Sierra de Guadarrama, Central System, Spain. *The Holocene*, **8** (1): 69-82.
- FRANCO MÚGICA, F., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MALDONADO, J., MORLA, C. & POSTIGO, J.M. 2000. El papel de los pinares en la vegetación holocena de la Península Ibérica. *Ecología*, **14**:61-77.
- GARCÍA-ANTÓN, M., FRANCO-MÚGICA, F., MORLA-JUARISTI C. & MALDONADO-RUIZ, J. 2011. The biogeographical role of Pinus forest on the Northern Spanish Meseta: a new Holocene sequence. *Quaternary Science Reviews*, **30**: 757-768.
- GARCÍA ANTÓN, M., MALDONADO RUIZ, J., MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. 2002. Fitogeografía histórica de la península ibérica. In: F.D. PINEDA, J.M. DE MIGUEL, M.A. CASADO & J. MONTALVO Eds. *La Diversidad Biológica de España*, págs. 45-63. Prentice Hall, Madrid.
- GARCÍA-ROVÉS, E. 2007. *Dinámica de la Paleovegetación y cambios climáticos durante el Tardiglacial y Holoceno en secuencias sedimentarias de la provincia de León*. Ph.D thesis, Universidad de León.
- GIL GARCÍA, M.J. & RUIZ ZAPATA, M.B. 1991. Vegetación y clima holocenos en el puerto de la Morcuera (Madrid) en base a datos polínicos. *Geogaceta*, **9**: 105-107.
- GIL GARCÍA, M.J., RUIZ ZAPATA, M.B., ANDRADE, A. & VÁZQUEZ, R. 1989. Datos palinológicos de una turbera localizada en el Puerto de Canencia (Madrid). *Henares Revista Geológica*, **3**: 141-146.
- GIL GARCÍA, M.J., MARTÍN ARROYO, T., TOMÁS LAS HERAS, R. & RUIZ ZAPATA, B. 1995a. Reconstrucción del paleoambiente en el Macizo de Ayllón durante el Holoceno a través del análisis polínico. *3ª Reunión de Cuaternario Iberico*, págs. 49-54.
- GIL GARCÍA, M.J., MARTÍN ARROYO, T., TOMÁS LAS HERAS, T. & RUIZ ZAPATA, B. 1998. Dinámica de la vegetación durante el Holoceno en el puerto de Canencia (Madrid): relación con el espectro polínico. *Botánica Macaronésica*, **23**: 221-232.
- GIL GARCÍA, M.J., TOMÁS LAS HERAS, R. & RUIZ ZAPATA, B. 1996. Paleovegetation, climate and human action during the upper Holocene at Morcuera Pass (Madrid, Spain). *Review of Paleobiology*, **15** (2): 469-478.
- GIL GARCÍA, M.J., TOMÁS LAS HERAS, T. & RUIZ ZAPATA, B. 1995b. Historia del paisaje vegetal y acción antrópica en el Cerro Genciana (Sierra de Guadarrama, Madrid) durante el Holoceno reciente. *Polen*, **7**: 32-39.
- GIL GARCÍA, M.J., TOMÁS LAS HERAS, T. & RUIZ ZAPATA, B. 1995c. Influencia humana sobre el paisaje vegetal pasado en el Puerto Quesera. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, **5**: 153-160.
- GIL-GARCÍA, M.J., DORADO-VALIÑO, M., VALDEOLMILLOS RODRÍGUEZ, A. & RUIZ-ZAPATA, M.B. 2002. Late-glacial and Holocene palaeoclimatic record from Sierra de Cebollera (northern Iberian Range, Spain). *Quaternary International* **93** (94): 13–18.
- GIRARD, M. & RENAULT-MISKOVSKY, J. 1969. Nouvelles techniques de préparation en palynologie appliquées à trois sédiments du Quaternaire final de l'Abri Cornille (Istres, Bouches du Rhône). *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire*, **4**: 275-284.
- GOEURY, CL. & BEAULIEU, J.L. 1979. Á propos de la concentration du pollen à l'aide de la liquer de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores*. **21**: 239-251.
- GÓMEZ-ORELLANA, L., RAMIL-REGO, P. & MUÑOZ-SOBRINO, C. 2007. The Würm in NW Iberia, a pollen record from Area Longa (Galicia). *Quaternary Research* **67**: 438–452.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO-GARCÉS, B.L., MORENO, A., JALUT, G., GARCÍA-RUIZ, J.M., MARTÍ-BONO, C., DELGADO-HUERTAS, A., NAVAS, A., OTTO, T. & DE DOUBAT, J.J. 2006. Climate variability in the Spanish Pyrenees during the last 30,000 yr revealed by the El Portalet sequence. *Quaternary Research* **66** (1): 38–52.
- GRIMM, E.C. 1987. CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences*, **13** (1): 13-35.

- JIMÉNEZ BALLESTA, R., LÓPEZ MARTÍNEZ, J., LÓPEZ GARCÍA, P. & IBÁÑEZ, J.J. 1985. Contribución al conocimiento de las formaciones superficiales turbosas en las Sierras de Guadarrama y Ayllón. Análisis polínicos. *I Reunião do Quaternario Ibérico*, Actas, págs. 213-224, Lisboa.
- LÓPEZ JIMÉNEZ, O. & LÓPEZ SÁEZ, J.A. 2005. Paleoambiente y formación de los paisajes antiguos de la comarca de la Sierra de Francia (Salamanca, España): de la estructura social a la creación del paisaje. *Conímbriga*, **44**: 25-37.
- LÓPEZ MERINO, L., LÓPEZ SÁEZ, J.A. & LÓPEZ GARCÍA, P. 2006. Estudio palinológico de la turbera litoral holocena de Las Dueñas (Cudillero, Asturias, España). *Revista Española de Micropaleontología*, **38**: 299-308.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A., LÓPEZ GARCÍA, P. & BURJACHS, F. 2003. Arqueopalinología: síntesis crítica. *Polen*, **12**: 5-35.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A., LÓPEZ-MERINO, L. & PÉREZ DÍAS, S. 2006. Crisis climáticas en la prehistoria de la Península Ibérica: el evento 8200 cal. BP como modelo. In: S. ROVIRA, M. GARCÍA-HERAS, M. GENER Y I. MONTERO Eds. *VII Congreso Ibérico de Arqueometría*. págs 66-75. CSIC, Madrid.
- MAGRI, D., PARRA, I. 2002. Late Quaternary western Mediterranean pollen records and African winds. *Earth and Planetary Science Letters*, **200**: 401-408.
- MOORE, P.D., WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. 1991. *Pollen analysis* (Second edition). Oxford. Blackwell.
- MUÑOZ-SOBRINO, C., RAMIL-REGO, P. & GÓMEZ-ORELLANA, L. 2007. Late Würm and early Holocene in the mountains of northwest Iberia: biostratigraphy, chronology and tree colonization. *Vegetation History and Archaeobotany* **16**: 223-240.
- MUÑOZ-SOBRINO, C., RAMIL-REGO, P. & RODRÍGUEZ GUITIÁN, M.A. 1997. Upland vegetation in the North-West Iberian Peninsula after the last glaciation: forest history and deforestation dynamics. *Vegetation History and Archaeobotany*, **6**: 215-233.
- MUÑOZ-SOBRINO, C., RAMIL-REGO, P. & RODRÍGUEZ GUITIÁN, M.A. 2001. Vegetation in the mountains of northwest Iberia during the last glacial-interglacial transition. *Vegetation History and Archaeobotany*, **10**: 7-21.
- ORTIZ, J.E., DELGADO, A., JULIÀ, R., LUCINI, M., LLAMAS, F.J., REYES, E. & VALLE, M. 2004. The palaeoenvironmental and palaeohydrological evolution of Padul Peat Bog (Granada, Spain) over one million years. *Organic Geochemistry*, **35**: 1243-1260.
- PANTALEÓN, J., YLL, E.I., PÉREZ OBIOLS, R. & ROURE, J.M. 2003. Palynology evidence for vegetational history in semi-arid areas of the western Mediterranean (Almaria, Spain). *The Holocene*, **13** (1): 109-119.
- PEINADO LORCA, M. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1987. *La vegetación de España*, 544 págs.
- PEÑALBA, M.C., ARNOLD, M., GUIOT, J., DUPLESSY, J.C. & DE BEAULIEU, J.L. 1997. Termination of the last Glaciation in the Iberian peninsula inferred from the pollen sequence of Quintanar de la Sierra. *Quaternary Research*, **48**: 205-214.
- PONS, A. Y REILLE, M., 1988. The Holocene and Late Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **66**: 243-263.
- RAMIL-REGO, P., MUÑOZ SOBRINO, C., RODRÍGUEZ-GUITIÁN, M. & GÓMEZ-ORELLANA, L. 1998. Differences in the vegetation of the North Iberian Peninsula during the last 16,000 years. *Plant Ecology*, **138**: 41-62.
- RIERA, S. 1993. Changements de la composition forestière dans Plaine de Barcelone pendant l'Holocène (Littoral Méditerranéen de la Peninsule Iberique). *Palynosciences*, **2**: 133-146.
- RUIZ ZAPATA, M.B. & ACASO DELTELL, E. 1981. Contribución al estudio del cuadro vegetal y climático durante el Cuaternario reciente en el Macizo Central de Gredos (Ávila). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)*, **79**: 299-307.
- RUIZ ZAPATA, M.B., ACASO DELTELL, E., REBOLLO, L., VÁZQUEZ GÓMEZ, R., GIL GARCÍA, M.J., GARCÍA ANTÓN, M. & ANDRADE, A. 1988. Aspectos geomorfológicos y paleoclimáticos del sector oriental de la Sierra de Guadarrama. *Henares Revista Geológica*, **2**: 19-28.
- RUIZ ZAPATA, M.B., ANDRADE OLALLA, A., GIL GARCÍA, M.J., DORADO VALIÑO, M. & ATIENZA, M. 1996. Evolución de la vegetación en los últimos 6000 años en los sectores Central y Oriental del Sistema Central Español. *Revista Española de Paleontología*, número extraordinario: págs. 288-298.
- RUIZ ZAPATA, B., CORREIA, A.I. & GIL GARCÍA, M.J. 1995. Evolución del paisaje en la Sierra de Peneda (NO de Portugal) durante los últimos 3.500 BP. *Geogaceta*, **18**: 105-108.
- RUIZ ZAPATA, M.B., GIL GARCÍA, M.J., DORADO, M., ANDRADE, A., ATIENZA, M., GÓMEZ, L. & MARTÍN, T. 1992. Evolución durante el Cuaternario reciente de los taxa arbóreos más representativos en el Sistema Central y Sistema Ibérico. *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*. Actas tomo I, págs. 554-559, Salamanca.
- RUIZ ZAPATA, M.B., GIL GARCÍA, M.J., DORADO VALIÑO, M., VALDEOLMILLOS, A., VEGAS, J. & PÉREZ-GONZÁLEZ, A. 2002. Clima y vegetación durante el Tardiglacial y el Holoceno en la Sierra de Neila (Sistema Ibérico Noroccidental): *Cuaternario y Geomorfología*, **16** (1-4): 9-20.
- RUIZ ZAPATA, M.B., ORTEGA, A., DORADO VALIÑO, M., VALDEOLMILLOS, A., GIL GARCÍA, M.J., CARRETERO, J., MARTÍNEZ MENDIZABAL, I. & ARSUAGA, J.L. 2003a. Vegetational history during Bronze and Iron ages in Portalon Cave (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). In: M.B. RUIZ ZAPATA, M. DORADO, A. VALDEOLMILLOS, M.J. GIL GARCÍA, T. BARDAJÍ, I. BUSTAMANTE, I. MARTÍNEZ Eds. *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region*. págs. 99-106. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá. Madrid.
- RUIZ ZAPATA, M.B., GIL GARCÍA, M.J., VEGAS, J., DORADO VALIÑO, M., VALDEOLMILLOS, A. & PÉREZ-GONZÁLEZ, A. 2003b. Registro palinológico de los eventos Heinrich (H1 y H2) en la secuencia de La Laguna Grande (Sierra de Neila. Sistema Ibérico. España). In: *XI Reunión Nacional de Cuaternario G. FLOR* (Ed). págs. 293- 300. Ediciones Servitec. Oviedo.
- RUIZ ZAPATA, M.B., M.J. GIL GARCÍA, M. DORADO

- VALIÑO, A., VALDEOLMILLOS, J., VEGAS & A., PÉREZ-GONZÁLEZ. 2003c. Caracterización palinológica de los últimos grandes eventos fríos del Máximo Glaciar en secuencias de la Península Ibérica. *Actas II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*: 165-76. M.M. COLLANTES, J.M. SAYAGO Y L.V. NEDER, (ED.). Argentina.
- SÁNCHEZ GOÑI, M.F., EYNAUD, F., TURON, J.L. & SHACKLETON, N.J. 1999. High resolution palynological record off the Iberian margin: direct land-sea correlation for the Last Interglacial complex. *Earth and Planetary Science Letters*, **171**: 123-137.
- VAN DER BRINK, L.M. & JANSSEN, C.R. 1985. The effect of human activities during cultural phases on the development of montane vegetation in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **44**: 193-215.
- VAN DER KNAAP, W.O. & VAN LEEUWEN, J.F.N. 1995. Holocene vegetation and degradation as responses to climatic change and human activity in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **89**: 153-211.
- VÁZQUEZ, R. & RUIZ ZAPATA, M.B. 1992. Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación durante los últimos 2.000 años en la zona oriental de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español), a través del análisis polínico. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)*, **88** (1-4): 235-250.
- VEGAS, J., PÉREZ-GONZÁLEZ, A., RUIZ ZAPATA, B., GIL GARCÍA, M.J., DORADO VALIÑO, M., VALDEOLMILLOS, A. & LÓPEZ, M.J. 2003. The GS-1/Younges Dryas event in the Laguna Grande Lacustrine record. Late Glacial-Holocene transition in the NW Iberian Range, Spain. In: B.L., VALERO (ED) *Limnogeology in Spain: tribute to Kerry R. Kelt*: págs. 283-304. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

