

APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS PALEOAMBIENTES CUATERNARIOS DEL MACIZO DEL TREMEDAL (SIERRA DE ALBARRACÍN, TERUEL)*

*Penélope González Sampérez** , Blas Valero Garcés** ,
Ana Moreno Caballud** , José Luis Peña Monné*** ,
Luis Alberto Longares Aladrén*** , José M. García Ruiz** ,
María Victoria Lozano Tena**** , Ana Navas*****,
Carlos Sancho Marcén*****
y Antonio Delgado Huertas******

RESUMEN

Se realizan dos sondeos en turberas del Macizo del Tremedal (Cordillera Ibérica, Teruel) con el fin de aportar datos para la reconstrucción paleoambiental del Holoceno. En el sondeo "Ermita Tremedal" se estudia una secuencia de turba datada en 7.480 ± 45 BP, es decir, en el llamado Óptimo Climático período Atlántico, mostrando una composición vegetal con taxones propios de medios templados húmedos. El sondeo "Toriles" se realizó en una laguna estacional situada a 1.800 m de altura, mostrando su registro polínico una transición desde medios húmedos a condiciones muy similares a las actuales, todo ello probablemente dentro de un momento indeterminado del Holoceno Reciente.

Palabras clave: turberas, Palinología, Sedimentología, Holoceno, Cordillera Ibérica.

* Este trabajo se ha llevado a cabo a partir de una Ayuda a la Investigación concedida por el Instituto de Estudios Turoleses en 2003.

** Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC. Zaragoza. pgonzal@ipe.csic.es

*** Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.

**** Dpto. de Geografía y O.T. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Campus Universitario de Teruel.

***** Estación Experimental de Aula Dei-CSIC. Zaragoza.

***** Dpto. de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza.

***** Estación Experimental de El Zaidín. Granada.

ABSTRACT

Contribution for the knowledge of the quaternary palaeoenvironments in the Macizo del Tremedal (Iberian Ranges, Teruel).

Two sedimentary cores have been obtained in from peat bogs in the Macizo del Tremedal (Iberian Ranges, Teruel), to acquire new data for the Holocene palaeoenvironmental reconstruction in the region. "Ermita del Tremedal" site is dated at 7.480 ± 45 BP, during the Atlantic period, and its sequence shows a temperate and humid vegetation cover. "Toriles" core has been obtained in a seasonal lake at 1800 m a.s.l., and its pollen record shows the transition between more humid to current conditions during some undated moment of the Recent Holocene.

Key words: Peat bogs, Palinology, Sedimentology, Holocene, Iberian Ranges.

INTRODUCCIÓN

El Macizo del Tremedal se localiza en la Sierra de Albarracín, constituyendo uno de los relieves paleozoicos que conforman el eje de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica, en la provincia de Teruel. Este macizo montañoso ha atraído la atención de los geomorfólogos debido a: 1) su modelado apalachiano, que se adapta al depósito litológico-estructural, 2) la espectacular presencia de grandes acumulaciones de bloques en sus laderas y fondos de valle, y 3) la presencia de numerosas turberas, conocidas en la región como "tremedales". Esto explica la existencia de una notable bibliografía relacionada con estos tres aspectos. Algunos trabajos, ya antiguos, como los de Solé Sabarís y Riba (1952) y García-Sáinz (1962), y la tesis doctoral de Riba (1959), ponen de manifiesto la importancia de algunas de estas formas de relieve. Posteriormente, los trabajos de Gutiérrez y Peña (1977 y 1990), Peña *et al.* (1984), y Peña y Lozano (1998) completaron la información sobre la geomorfología del macizo y en especial sobre las formas de génesis fría. Igualmente, una primera investigación sobre las turberas se debe a Menéndez Amor y Esteras (1965), a la que debe añadirse la aportación más reciente de Stevenson (2000).

Durante la preparación de la excursión de la VI Reunión de la Internacional Permafrost Association-España, celebrada en Albarracín en 1999, se localizaron además otras formas de carácter periglacial, como un glaciar rocoso y la morrena de un pequeño glaciar (PEÑA *et al.*, 2000), cerrando un área de turberas en las cercanías de Orihuela del Tremedal (fig. 1).

Dada la importancia del hallazgo, se solicitó una Ayuda de investigación al Instituto de Estudios Turolenses en el año 2003 para abordar el estudio de estas turberas. Además de este enclave ("Ermita Tremedal"), se seleccionó una depresión cerrada situada más al este y ocupada por una pequeña laguna estacional ("Toriles"), que ya aparece citada en un trabajo anterior de Gutiérrez y Peña (1977).

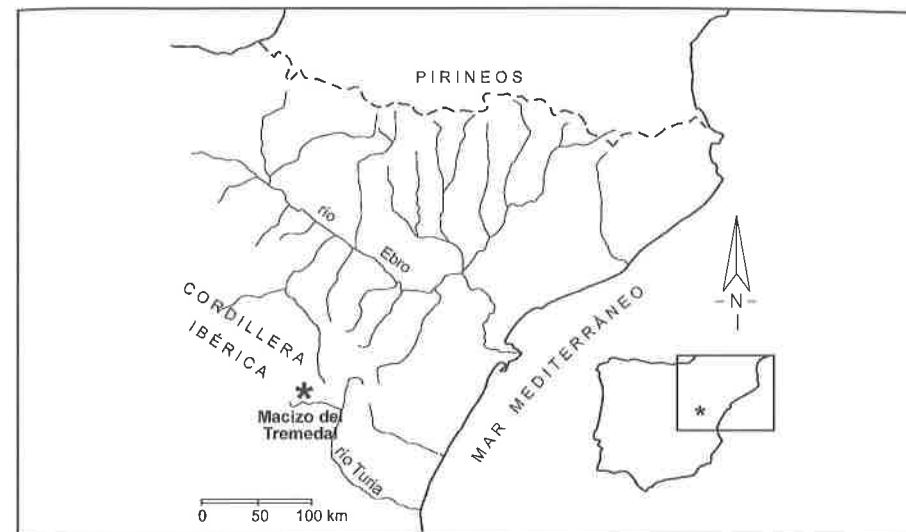


Fig. 1. Mapa de situación.

A partir del estudio de estas turberas, se pretende aportar datos para una reconstrucción paleoclimática más completa del macizo montañoso del Tremedal. En la actualidad, los principales temas que centran el debate en paleoclimatología y con interés para esta región de la Cordillera Ibérica son: 1) el límite latitudinal y la extensión de los fenómenos glaciares y periglaciares durante el Último Máximo Glaciar en el Nordeste peninsular (Pirineos y Cordillera Ibérica); 2) la localización y dinámica de los refugios de vegetación; 3) la evolución, expansión y composición de las masas forestales desde el comienzo del Holoceno; 4) la observación y datación precisa de cambios climáticos cortos y rápidos; así como 5) la influencia y valoración de la actividad humana en la modificación del paisaje a partir del Holoceno medio en zonas llanas y de montaña. La complejidad de los componentes actuales de un territorio de las características de la Cordillera Ibérica oriental precisa de estudios más profundos, que completen la información necesaria para resolver muchas de las dudas que todavía existen sobre la evolución de la vegetación y la acción humana durante el Holoceno.

EL CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOMORFOLÓGICO

Geológicamente, la Sierra de Albarracín se compone de materiales mesozoicos carbonatados, sólo interrumpidos en su parte central por el afloramiento de varios macizos paleozoicos, entre ellos el del Tremedal, orlados de formaciones de areniscas y conglomerados del Triásico inferior (rodano), que constituyen conjuntos de naturaleza silíceo. El Macizo del Tremedal se compone de pizarras del Valentiense inferior y cuarcitas armoricanas, así como de afloramientos dispersos de rocas porfídicas (Orea, Bronchales). Estructuralmente está configurado por un conjunto de pliegues

más o menos cilíndricos, originados en los movimientos hercínicos, que fueron reelevados en las etapas orogénicas alpinas. A lo largo de su evolución ha sufrido un intenso aplanamiento de cumbrones, que conservan en la actualidad los restos de una superficie de erosión poligénica, cuyos últimos retoques se produjeron durante el Terciario. La morfología apalachense actual del Tremedal es consecuencia de la erosión diferencial generada por la red fluvial que se ha instalado en los afloramientos de pizarras, formando valles paralelos entre crestas cuarcíticas aplanadas. Sobre este relieve contrastado, cuyas alturas superan los 1.800-1.900 m (Caimodorro, 1.920 m), tuvo lugar la actuación de los procesos periglaciares durante las etapas frías del Cuaternario.

Actualmente, el clima de estas serranías (PEÑA *et al.*, 2002) es de tipo mediterráneo con matiz continental, con largos inviernos y veranos suaves, registrando precipitaciones de algo más de 1.000 mm anuales en las zonas más elevadas y mejor orientadas de la Sierra, frente a los 500 mm de los valles circundantes. Esta situación, la litología y la disposición topográfica favorecen la existencia de dos pisos bioclimáticos. Por una parte, hasta los 1.500 m, el piso supramediterráneo está presidido por la carrasca (*Quercus rotundifolia*) y los sabinars de paramera (*Juniperus thurifera*), sustituidos por quejigares (*Quercus faginea*) en las zonas más favorables topográficamente. Por otro lado, encontramos pinares de pino laricio (*Pinus nigra*) y de pino rodeno (*Pinus pinaster*), en sustitución del roble marojo (*Quercus pyrenaica*), sobre sustrato silíceo. El piso oromediterráneo superior lo constituyen los pinares de pino albar (*Pinus sylvestris*) con sotobosque de sabina rastrera (*Juniperus sabina*) y enebros (*Juniperus communis*) sobre litofacies calcáreas, y el roble marojo en medios silíceos.

Durante las fases frías cuaternarias, los afloramientos cuarcíticos fueron afectados por procesos de gelifración, suministrando materiales de gran tamaño que dieron origen a laderas y ríos de bloques. Estas formas ya fueron parcialmente reconocidas por Riba (1959) y García-Sáinz (1962) y han sido analizadas y cartografiadas en detalle por Gutiérrez y Peña (1977). Son formas acumulativas que aprovechan el dispositivo estructural favorable del relieve apalachense, con fuertes desniveles entre las crestas de cuarcitas y los valles pizarrosos, así como la amplia red de fracturación que afecta a las cuarcitas, que ha favorecido la separación de bloques de grandes dimensiones. Las pizarras, mucho más afectadas por la fracturación y esquistosidad, dieron lugar a materiales de tamaño fino.

La forma más generalizada son las laderas de bloques (*block slopes*), que cubren extensamente la mayor parte de las vertientes de estas estructuras paleozoicas (fig. 2). Los bloques, con dimensiones más frecuentes entre 25 y 50 cm, están empastados en una matriz arenoso-arcillosa, aunque en algunas zonas los materiales finos han sido lavados superficialmente, desapareciendo la vegetación y quedando amplios espacios recubiertos de grandes bloques. Existe una clasificación granulométrica de los materiales en la vertical, quedando los de mayor tamaño en superficie y predominando los clastos menores y materiales finos en profundidad, lo que parece deberse al proceso de ordenación vertical por la helada (*frost creep* y *frost heaving*). En las partes medias y bajas de las laderas de bloques se reconocen lóbulos y bancos de geliflucción (*gelifluction lobes*), que generan un cierto aterrazamiento irregular en el que son frecuentes las turberas, algunas de las cuales ya fueron estudiadas por Menéndez Amor y Esteras (1965). También se han identificado morrenas de nevó o *protalus ramparts*, glaciares rocosos, e incluso un arco morrénico de origen glaciar, situado al pie de las cornisas cuarcíti-

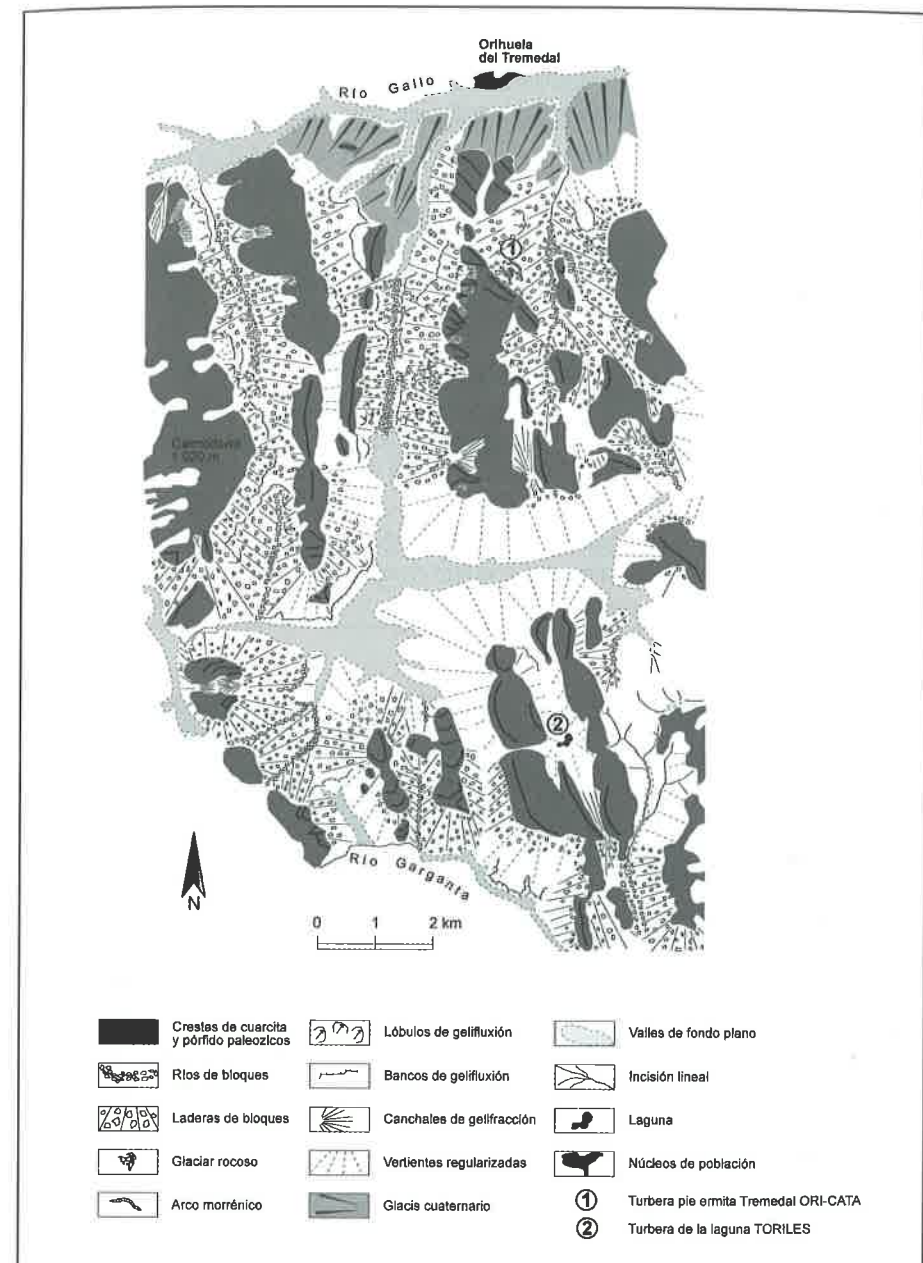


Fig. 2. Esquema geomorfológico del sector oriental del Macizo del Tremedal (reelaborado de GUTIÉRREZ y PEÑA, 1977).

cas de la ermita del Tremedal (PEÑA et al., 2000). Los materiales periglaciares de las laderas confluyen hacia los valles, que se configuran con fondo plano y se caracterizan por presentar ríos de bloques (*rock streams*), cuyas dimensiones máximas son de 2,6 km de largo por 0,25 km de ancho. Estas acumulaciones están colonizadas por líquenes, lo que indica una ausencia de movimiento en la actualidad.

EL ESTUDIO PALINOLÓGICO

Tras un exhaustivo trabajo de campo, se seleccionaron dos localidades de estudio: una turbera cercana a la localidad de Orihuela del Tremedal (Teruel) y que se denominó "Ermita Tremedal", y otra llamada "Toriles", en el término municipal de Bronchales.

LOCALIDAD "ERMITA TREMEDAL"

Está situada a unos 1.600 metros de altitud, al pie de un gran cantil de cuarcitas paleozoicas, sobre el que se asienta la ermita de la Virgen del Tremedal (Orihuela del Tremedal, Teruel). La turbera ocupa una pequeña depresión, cerrada por un arco morrénico con forma suavemente alomada y bastante degradada por la erosión, en la que destacan algunos bloques de gran tamaño (2-3 m de eje mayor) y un talud frontal muy abrupto. En su otro extremo, la turbera queda enmarcada por un glaciar rocoso generado en una etapa más reciente (fot. 1).



Fot. 1. Acumulaciones de bloques de cuarcita al pie de la ermita del Tremedal, en los márgenes de la turbera "Ermita Tremedal".

Esta turbera había sido drenada, por lo que aparece en la actualidad completamente seca y colonizada por una densa formación de *Pinus sylvestris*. Dado el estado del terreno, se optó por realizar una cata en lugar de un sondeo como estaba previsto.

La cata alcanzó aproximadamente un metro de profundidad, distinguiéndose tres niveles, aunque únicamente el de la base fue muestreado para análisis palinológico y datación radiocarbónica. La primera descripción en el campo de los tres niveles respondía a: 1) un nivel arenoso a techo, 2) un intervalo limoso a mitad de la secuencia y 3) un nivel oscuro con gran cantidad de materia orgánica hacia la base. Este último nivel ha sido finalmente el único datado (tabla 1) y con resultados palinológicos válidos.

TABLA 1

Datación radiocarbónica de la base de la cata del depósito turboso denominado "Ermita Tremedal"

MUESTRA	LUGAR	ID	$\delta^{13}C$	FRACCIÓN DE ^{14}C MODERNO	ERROR	EDAD ^{14}C AÑOS BP
Charcoal	"Ermita Tremedal"	AA58491	-27,8	0,3941	$\pm 0,0022$	7.480 \pm 45

Los datos aportados por el análisis de polen (tabla 2) muestran una vegetación acorde con la datación obtenida (7.480 \pm 45 años ^{14}C): una formación de tipo mixto con dominio de *Pinus* tipo *nigra*, presencia de *Juniperus* y abundantes elementos caducifolios (principalmente *Corylus* y en menos medida *Betula*, junto a *Quercus* tipo *faginea-pubescens* y *Fraxinus*). La vegetación estaría formada bien por un bosque mixto, bien por un pinar en las solanas y/o mayor altitud y una avellaneda o bosque caducifolio en las umbrías, fondos de valle, enclaves de humedad y/o cotas bajas.

TABLA 2

Cuadro polínico del espectro obtenido en la base del depósito turboso de "Ermita Tremedal"

"ERMITA TREMEDAL"	TAXONES OBSERVADOS
AP	<i>Pinus</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Betula</i> , <i>Quercus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Fraxinus</i>
NAP	Poaceae, Asteroideae, Fabaceae, Liliaceae, Rosaceae
HH	Apiaceae, Cyperaceae, Ranunculaceae, <i>Thalictrum</i>
ESPORAS	Pterydophyta monoete, Pterydophyta trilete

AP (árboles y arbustos), NAP (herbáceas), HH (higrofitos e hidrofítos), ESPORAS (helechos).

Este espectro polínico resulta coherente con los obtenidos en otros registros de áreas montañosas del NE peninsular para el periodo Atlántico, como son los del ibón de Tramacastilla (MONTSERRAT, 1992) o los de la turbera de El Portalet (GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, 2004; GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ et al., 2006), ambos en el Pirineo. El sotobosque y el estrato herbáceo del análisis palinológico de la localidad de "Ermita Tremedal" indican la existencia de importantes condiciones de humedad generalizada, como es habitual en los registros paleopolínicos correspondientes al Óptimo Climático: Apiaceae, Liliaceae, Ranunculaceae, *Thalictrum*, Pteridophyta monoete y trilete se desarrollarían de forma abundante junto a leguminosas, compuestas y rosáceas. La abundancia de *Cyperaceae* viene determinada por el tipo de medio analizado, ya que, junto a *Poaceae*, son las herbáceas dominantes en una formación de tipo turbera.

El registro recuperado es acorde con los datos ya existentes en la zona de estudios anteriores (MENÉNDEZ AMOR y ESTERAS, 1965; STEVENSON, 2000). No se ha realizado una representación gráfica de los datos obtenidos en este trabajo por tratarse de una única muestra. No obstante, tanto la abundancia, variedad taxonómica y concentración polínica abogan por una buena conservación del material espora-polínico.

LOCALIDAD "TORILES"

La turbera se localiza por encima de los 1.800 m de altitud, en el término municipal de Bronchales (Teruel). Ocupa una suave depresión situada en un collado modelado sobre pizarras, entre dos alineaciones de barras de cuarcitas paleozoicas. En su fondo se localiza una laguna estacional, que ha sido afectada en los últimos años por drenajes en su fondo (fot. 2).



Fot. 2. Imagen general de la turbera de "Toriles" (Bronchales, Teruel). La vegetación del entorno es un denso pinar de *Pinus sylvestris*. También se aprecia la lámina de agua existente y la pradera de gramíneas y ciperáceas que cubre la cuenca.

Durante la campaña de sondeo realizada en el mes de julio de 2003, la turbera contaba con una lámina de agua de 40 cm. Además de la extracción del sondeo mediante un equipo de pistón fijo (sonda tipo Livingstone), otro de pistón de cojinetes, y tubos de PVC, se recogieron muestras de agua para analizar la composición geoquímica e isotópica (tabla 3).

TABLA 3

Composición isotópica del agua de la turbera de "Toriles" (Bronchales, Teruel), expresada en tantos por mil

FECHA	δD ‰ (V-SMOW)	$\delta^{18}O$ ‰ (V-SMOW)	$\delta^{13}C$ ‰ (V-SMOW)
17 julio 2003	-47.5	-5.54	-8.59

Los resultados isotópicos representados en la figura 3 indican un ligero enriquecimiento de las aguas de la turbera en los isótopos más pesados, debido probablemente a fenómenos de evaporación de las aguas durante el verano. El valor de ^{13}C del carbonato disuelto en el agua (-8,59 por mil) es también ligeramente más pesado que los valores obtenidos en el Lago de Taravilla (Alto Tajo, Guadalajara), que están en torno al -10 por mil (VALERO-GARCÉS et al., 2008), lo que igualmente sugiere mayores condiciones de evaporación en "Toriles". Estos datos son coherentes con la hidrología de la

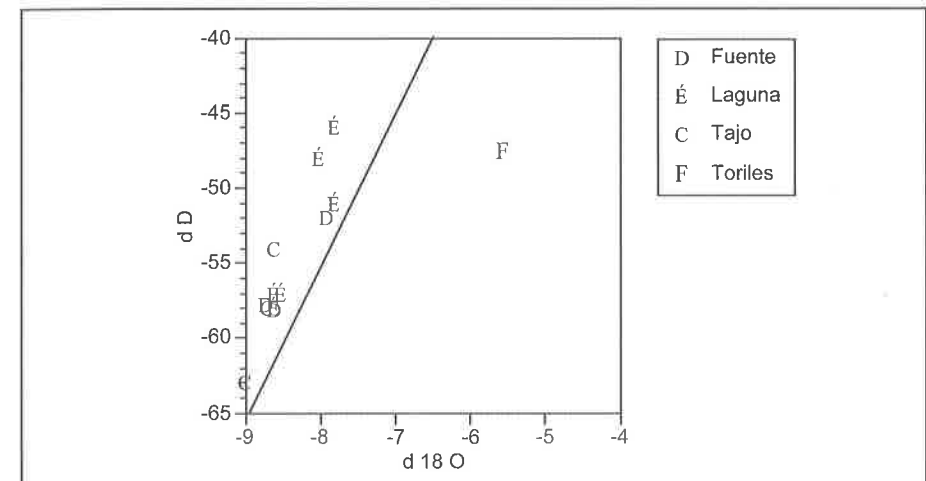


Fig. 3. Comparación de la composición isotópica del agua de la turbera de "Toriles" (Bronchales, Teruel) y del Lago de Taravilla (Alto Tajo, Guadalajara).

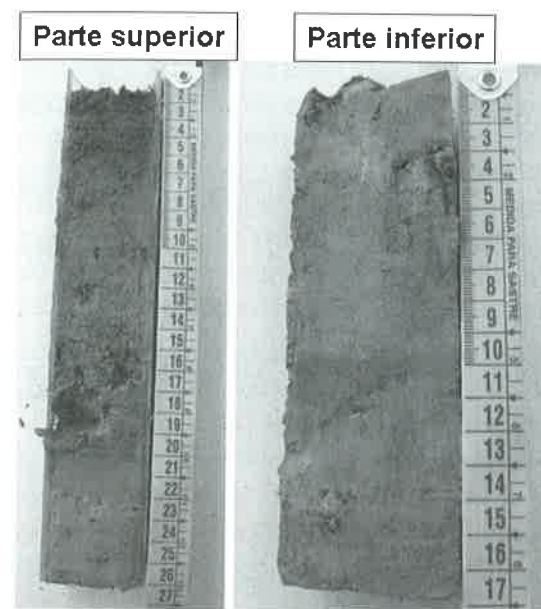
turbera, que recibe aguas esencialmente de la lluvia y de la escorrentía directa y que no posee una salida superficial, de manera que la pérdida de aguas está controlada esencialmente por la evaporación. El análisis de la composición isotópica de los carbonatos formados en un sistema lacustre puede proporcionar datos sobre cambios en la paleohidrología. Sin embargo, en el caso de la turbera de "Toriles", la ausencia de carbonatos en los sedimentos del sondeo ha imposibilitado el uso de esta técnica.

El sondeo de la turbera de "Toriles" fue recuperado en dos maniobras, obteniendo finalmente un total de 43 cm. La primera maniobra se llevó a cabo con tubo de policarbonato y pistón tipo Livingstone, directamente sobre el sedimento. Se recuperaron 26 cm de material. En una segunda maniobra, debido a la consistencia del material, fue necesario usar el martillo percutor sobre el tubo metálico y usar también el mencionado pistón de cojinetes (fot. 3). En esta segunda parte del sondeo se obtuvieron 17 cm de sedimento, que se extrajeron directamente en el campo y se almacenaron en papel de aluminio, siendo ambas secciones guardadas refrigeradas a 4°C.



Fot. 3. Segunda maniobra de sondeo en la turbera de "Toriles" (Bronchales, Teruel).

Los análisis previstos se realizaron en las instalaciones del IPE-CSIC, en el Dpto. de Edafología de la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza), la Estación Experimental de El Zaidín (Granada) y el Laboratorio de Palinología del Dpto. de Prehistoria de la Universidad Rovira i Virgili (Tarragona). Los dos fragmentos del sondeo, conservados en el IPE-CSIC, fueron divididos longitudinalmente en dos secciones (fot. 4), para proceder a su descripción y muestreo. Una de las dos



Fot. 4. Imagen de las dos partes del sondeo "Toriles". En la imagen de la izquierda, se observa el límite erosivo entre los limos grises y anaranjados. La imagen de la derecha muestra los limos anaranjados.

mitades se conserva intacta como archivo para futuros estudios, y la otra ha sido la destinada a material de trabajo.

En la descripción del sondeo de la turbera de "Toriles" (fig. 4) se han podido diferenciar cuatro unidades litoestratigráficas, que a su vez han determinado el proceso de muestreo para el análisis de polen:

1) Turbera actual (0-2 cm)

Aparecen muchos restos vegetales *in situ*. El sedimento es de color negro, como es habitual en las formaciones turbosas subactuales. No fue muestreado para el estudio palinológico por tratarse de material reciente y representar únicamente la lluvia polínica actual de las formaciones vegetales del entorno.

2) Turbera subactual (2-8 cm)

Hay menos restos vegetales, más dispersos. El color es gris oscuro y presenta un límite irregular y erosivo con el tramo siguiente. En esta unidad, entre los 6 y 7 cm de profundidad, se seleccionó una muestra de polen cuyos resultados corresponden a una vegetación muy semejante a la actual.

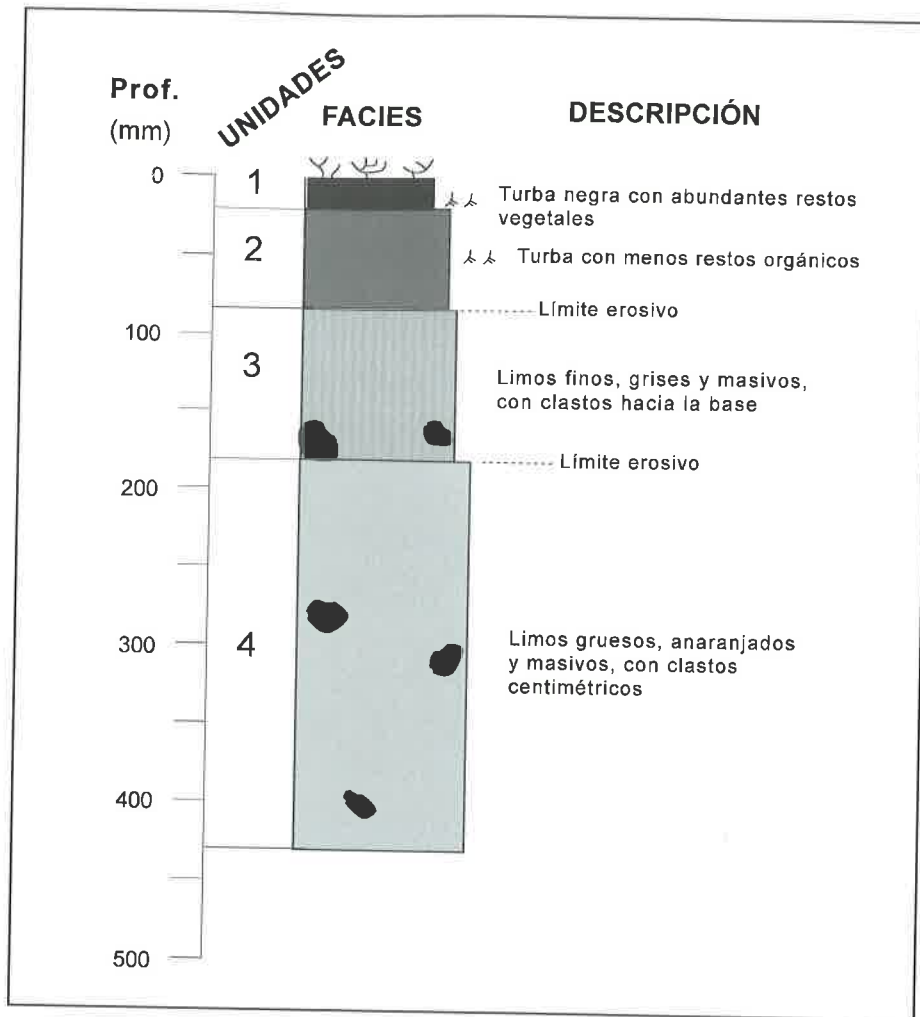


Fig. 4. Descripción litológica del sondeo de la turbera de "Toriles".

3) Limos grises (8-18 cm)

Son sedimentos de tamaño limo y color gris, que presentan mayor oxidación hacia la base. Aparecen clastos redondeados de tamaño centimétrico en la base de este tramo, y presenta un contacto erosivo con la siguiente unidad. Entre los 14 y 15 cm de profundidad se tomó una nueva muestra de polen, que también contiene gran cantidad de material espora-polinico, con una buena conservación del mismo.

4) Limos anaranjados (18-43 cm)

Son sedimentos de tamaño limo y color anaranjado debido a una intensa oxidación. A lo largo de toda la unidad aparecen clastos centimétricos redondeados. A techo de esta unidad basal, entre los 22 y 23 cm de profundidad, se tomó la tercera y última muestra para análisis palinológico. Al tratarse de un sedimento fuertemente oxidado, se esperaba una concentración polínica muy baja (como así ha sido), o incluso la ausencia total de polen por falta de conservación. La esporopolenina, material del que está compuesto el polen fósil, es una de las sustancias químicas más resistentes del mundo orgánico, soportando todo menos la oxidación y la acción microbiológica intensa. De todos modos, ha podido obtenerse cierta información paleoambiental de carácter cualitativo.

Además de la descripción visual, la definición de facies sedimentarias y unidades expuestas viene avalada por la observación al microscopio petrográfico de varios frotis de sedimento a diversas profundidades: 1, 14 y 25 cm, coincidiendo aproximadamente (excepto el Frotis 1, más superficial) con la localización de las muestras de polen. Según la descripción de los frotis:

1. En la parte superior del sondeo (Frotis 1-1 cm), el 60 % del sedimento está constituido por fragmentos de plantas y por materia orgánica lacustre de tipo amorfo. Las diatomeas, principalmente bentónicas, representan el 30% del total, mientras que el 10% restante está formado por cuarzo y otros minerales.

2. En el Frotis 2 (14 cm), el cuarzo es lo más abundante, constituyendo hasta un 85% del sedimento. Conviene resaltar que se trata de cuarzo de pequeño tamaño (siempre menor de 20 μ limo fino) y anguloso. Otros minerales no identificados pueden alcanzar un 10% mientras que la materia orgánica y/o diatomeas está en un porcentaje menor del 5%. El aspecto de la lámina indica que puede haber fracción de tamaño arcilla que no es posible cuantificar.

3. Por último, en el Frotis inferior o Frotis 3, a 25 cm de profundidad, el cuarzo es de nuevo el mineral más abundante, aunque en este frotis los cristales son algo más grandes (entre 20 y 60 μ , limo grueso). Hay que destacar que toda la lámina presenta el tono anaranjado de la oxidación. Todos los minerales están muy alterados y con pátinas de oxidación, por lo que no se identifican bien.

Como uno de los objetivos de este trabajo era la comparación de indicadores ambientales, palinológicos y limnológicos (facies sedimentarias, composición química e isotópica de componentes carbonatados y materia orgánica), el muestreo de polen estuvo determinado por esta descripción y tuvo como objetivo caracterizar cada una de las unidades resultantes, excepto la superior por tratarse de material subactual. Las tres muestras tomadas presentan espectros polínicos muy semejantes entre sí, por lo que, a pesar de no poseer datación radiocarbónica, no parece que el sondeo recuperado recoja un período de tiempo prolongado ni con grandes hiatos cronológicos.

En todas las muestras, al igual que ocurría con la obtenida en "Ermita Tremedal", el pino es el elemento arbóreo dominante, como en la actualidad y como ocurre en toda la cuenca del Ebro y NE peninsular durante buena parte del Holoceno Reciente (DAVIS, 1994; BURJACHS *et al.*, 1996; GONZÁLEZ-SAMPÉREZ, 2004; GONZÁLEZ-SAMPÉREZ *et al.*, 2008).

De todos modos, en el registro de "Toriles" el componente caducifolio, aunque con mayor variedad taxonómica, no alcanza las proporciones de la muestra de "Ermita Tremedal", fechada en el Óptimo climático (8.000-7.000 BP), por lo que podríamos situarlo en algún momento indeterminado del Holoceno Reciente. La exposición e interpretación de cada una de las muestras con mayor detalle permiten puntualizar algunos aspectos del paisaje del entorno, ya conocido por trabajos anteriores. Desgraciadamente, no ha podido conseguirse un registro más largo cronológicamente que los ya existentes (MENÉNDEZ AMOR y ESTERAS, 1965; STEVENSON, 2000). Los nuevos datos aportados figuran en la tabla 4.

TABLA 4

Cuadro polínico del sondeo de la turbera de "Toriles" (Bronchales, Teruel)

GRUPOS	TORILES 1 (22-23 cm)	TORILES 2 (14-15 cm)	TORILES 3 (6-7 cm)
AP	<i>Pinus, Juniperus, Taxus, Salix, Betula, Ulmus, Fraxinus, Ephedra</i> tipo <i>fragilis</i> , Ericaceae	<i>Pinus, Juniperus, Ilex aquifolium, Salix, Quercus, Ulmus, Fraxinus, Buxus</i> , Ericaceae, <i>Ephedra</i> tipo <i>fragilis</i>	<i>Pinus, Juniperus, Quercus, Viburnum, Ulmus, Ephedra</i> tipo <i>dystachia</i> y <i>fragilis</i> , Ericaceae.
NAP	Poaceae, Carduae, <i>Lotus</i> , Primulaceae, <i>Artemisia</i> , Rosaceae	Poaceae, Lamiaceae, <i>Artemisia, Rumex</i> , Cichorioideae, <i>Trifolium</i> , Liliaceae	Poaceae, Lamiaceae, <i>Artemisia</i> , Fabaceae, Caryophyllaceae, Brassicaceae, Liliaceae
HH	Cyperaceae, Ranunculaceae	Ranunculaceae, Cyperaceae	Ranunculaceae, Cyperaceae
ESPORAS		Pteridophyta monolete	Pteridophyta monolete

AP (árboles y arbustos), NAP (herbáceas), HH (higrofitos e hidrofítos), ESPORAS (helechos).

• **Toriles 3 (6-7 cm).** Es la muestra más rica en polen, y también con abundantes palinóforos no polínicos (principalmente quistes de alga tipo *Pseudoschizaea*), como suele ser característico de espectros polínicos subactuales mediterráneos con impactos de erosión. El pino alcanza el 80-90% de un espectro, completado en el estrato arbóreo-arbustivo por la presencia de *Juniperus*, *Quercus* caducifolios, *Viburnum* y *Ulmus*, además de brezos, labiadas y *Ephedra*, tanto tipo *fragilis* como *dystachia*. La presencia de este último taxón, además de varias herbáceas heliófilas (*Artemisia*, Caryophyllaceae, Brassicaceae, Lamiaceae, Fabaceae...), aboga por un clima y una composición vegetal muy semejantes a los actuales, con un pinar bien desarrollado que sin embargo se abre en determinados puntos, permitiendo formaciones subarbustivas típicas de áreas mediterráneas de

montaña. El resto de herbáceas que completan el espectro viene determinado por el tipo de medio de sedimentación, ya que suelen asociarse a formaciones de tipo turbera (Poaceae, Cyperaceae) con cierto grado de humedad (Liliaceae, Ranunculaceae, Pteridophyta monolete).

• **Toriles 2 (14-15 cm).** También es una muestra con una elevada concentración polínica, en la que *Pinus* es el taxón dominante del AP ("arboreal pollen") junto a *Juniperus*, *Ulmus*, *Salix*, *Quercus* caducifolios, *Fraxinus* y *Buxus*. La variedad taxonómica de esta muestra es algo mayor, pero el pinar sigue siendo la formación forestal principal, con algunos elementos mesófilos asociados a las umbrías y/o barrancos húmedos del entorno. Los estratos herbáceo y arbustivo tienen una composición muy semejante a la de la muestra anteriormente descrita (*Ephedra fragilis*, Ericaceae, *Trifolium*, Liliaceae, Lamiaceae, etc.), por lo que la interpretación climática subactual y localización cronológica en un período indeterminado del Holoceno Reciente es la misma. Algunos de los taxa herbáceos son indicadores de acción antrópica en el entorno y cierta modificación del paisaje (*Artemisia*, *Rumex*, Cichorioideae). De nuevo dominan el grupo de NAP ("no arboreal pollen") los taxa asociados al funcionamiento de la cuenca como turbera: gramíneas (tipo *Glyceria*), ranúnculos, helechos y ciperáceas.

• **Toriles 1 (22-23 cm).** La muestra inferior presenta peores condiciones de conservación debido al contacto con la parte del sondeo fuertemente afectada por procesos de oxidación. Aunque la variedad taxonómica sigue siendo importante y *Pinus* el elemento arbóreo dominante, la concentración polínica es mucho menor. Junto al pino, de nuevo *Juniperus*, *Salix*, *Ulmus* y *Fraxinus* completan el estrato forestal, con *Betula* como única novedad. El sotobosque del pinar estaría completado por brezos (Ericaceae), rosáceas y *Ephedra* tipo *fragilis*, y el sustrato herbáceo por Carduae, t. *Lotus*, *Artemisia* y Primulaceae. Cyperaceae, Ranunculaceae y Poaceae se desarrollarían principalmente en la superficie de la turbera. La proporción de abedul no es importante, como no es destacable la presencia de *Artemisia*, por lo que podría tratarse igualmente de una muestra subactual del Holoceno Reciente. De todos modos, al no haber datación absoluta no se puede afirmar ninguna cronología basándonos exclusivamente en los datos polínicos. El espectro obtenido podría resultar acorde también con la evolución vegetal de la zona durante el Tardiglacial o incluso durante el Holoceno Temprano, antes del Óptimo Climático observado en el registro del otro punto analizado en este trabajo, "Ermita Tremedal".

CONCLUSIONES

El Macizo del Tremedal reúne algunas características muy particulares para intentar consolidar la información paleoclimática de la Cordillera Ibérica durante el Cuaternario. Los registros morfosedimentarios más importantes son indicadores de etapas frías y relativamente secas durante los máximos glaciares pleistocenos. Las morfologías periglaciares son propias de un permafrost intenso, capaz de producir laderas y ríos de bloques, así como algunos *protalus ramparts*, glaciares rocosos y pequeñas morrenas en zonas adecuadamente orientadas y alimentadas para formar neveros y heleros permanentes. Por el momento no disponemos de dataciones que permitan situar temporal-

mente estos eventos paleoclimáticos y los intentos a través de análisis polínicos siguen sin proporcionar información de época pleistocena, aunque son de gran importancia para seguir completando la información paleoambiental holocena.

Los datos obtenidos en la localidad "Ermita Tremedal" han resultado los más antiguos, ya que se han datado en torno a 7.480±45 años ¹⁴C, es decir en el Óptimo climático del Atlántico. El análisis polínico informa para esa época de la presencia de una cubierta vegetal arbórea y su correspondiente sotobosque y estrato herbáceo, propios de condiciones húmedas, con predominio de las formaciones de coníferas en las solanas y mixtas con caducifolias en ambientes más umbrosos y fondos de valle, con variaciones en la distribución y composición en función de la exposición y la altitud.

Aunque no se ha datado el sondeo de la localidad "Toriles", por las características del depósito, se situaría en un Holoceno más reciente que "Ermita Tremedal". La secuencia polínica muestra una evolución, siempre con el predominio de las formaciones de pinar, que va desde ambientes húmedos a condiciones muy similares a las actuales, con la incorporación a partir de los niveles intermedios de taxones indicadores de actividad humana.

De los resultados expuestos, se deduce que aunque el trabajo aquí presentado requiere de un mejor registro para abordar algunos de los objetivos propuestos, es igualmente de interés como primera aproximación al estudio paleoambiental del Macizo del Tremedal. En un futuro, se podría plantear la obtención de un testigo sedimentario más largo y continuo en la turbera de "Toriles", quizás con un camión sondeador, que integrado en un proyecto de mayor entidad podría ser datado y estudiado multidisciplinariamente (análisis geoquímicos y biológicos) con alta resolución.

BIBLIOGRAFÍA

- BURJACHS, F.; RODÓ, X. y COMÍN, F.A. (1996), «Gallocanta: ejemplo de secuencia palinológica en una laguna efímera», en RUIZ ZAPATA, B. (ed.), *Estudios Palinológicos*, XI Simposio de Palinología, Universidad de Alcalá, pp. 25-29.
- DAVIS, B. (1994), *Paleolimnology and Holocene environmental change from endorheic lakes in the Ebro Basin, north-east Spain*, Ph. D. Thesis, University of Newcastle upon Tyne.
- GARCÍA-SÁINZ, L. (1962), «Frostbodenformen im Idubeda-gebirge (Spain)», *Z. Für Geomorphologie*, N.GF. 5, pp. 33-50.
- GONZÁLEZ-SAMPÉREZ, P. (2004), *Evolución paleoambiental del sector central de la cuenca del Ebro durante el Pleistoceno superior y Holoceno*, Zaragoza, Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC.
- GONZÁLEZ-SAMPÉREZ, P.; VALERO-GARCÉS, B.L.; MORENO, A.; JALUT, G.; GARCÍA-RUIZ, J.M.; MARTÍ-BONO, C.; DELGADO-HUERTAS, A.; NAVAS, A.; OTTO, T. y DEDOUBAT, J.J. (2006), «Climate variability in the Spanish Pyrenees during the last 30,000 yr revealed by the El Portalet sequence», *Quaternary Research*, 66, pp. 38-52.
- GONZÁLEZ-SAMPÉREZ, P.; VALERO-GARCÉS, B.L.; MORENO, A.; MORELLÓN, M.; NAVAS, A.; MACHÍN, J. y DELGADO-HUERTAS, A. (2008), «Vegetation changes and hydrological fluctuations in the Central Ebro Basin (NE Spain) since the Lateglacial period: saline lake records», *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 259, pp. 157-181.

- GUTIÉRREZ, M. y PEÑA, J.L. (1977), «Las acumulaciones periglaciares del Macizo del Tremedal (Sierra de Albarracín)», *Bol. Geol. y Minero*, 88(2), pp. 109-115.
- (1990), *Las formas del relieve de la provincia de Teruel*, Cartillas Turolenses, n.º extra 7, Teruel, Instituto de Estudios Turolenses.
- MENÉNDEZ AMOR, J. y ESTERAS, M. (1965), «Análisis polínico de la Turbera de los Ojos del Tremedal (Orihuela del Tremedal, Teruel)», *Teruel*, 34, pp. 3-17.
- MONTSERRAT, J. (1992), *Evolución glacial y postglacial del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: estudio palinológico*, Zaragoza, Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC.
- PEÑA, J.L.; CUADRAT, J.M. y SÁNCHEZ, M. (2002), *El clima de la provincia de Teruel*, Cartillas Turolenses, n.º 20, Teruel, Instituto de Estudios Turolenses.
- PEÑA, J.L.; GUTIÉRREZ, M.; IBÁÑEZ, M.J.; LOZANO, M.V.; RODRÍGUEZ, J.; SÁNCHEZ, M.; SIMÓN, J.L.; SORIANO, M.A. y YETANO, M. (1984), *Geomorfología de la provincia de Teruel*, Teruel, Instituto de Estudios Turolenses.
- PEÑA, J.L. y LOZANO, M.V. (1998), «Las formas periglaciares de la Cordillera Ibérica centrooriental», en PEÑA, J.L. (ed.), *Geomorfología de campo en la Sierra de Albarracín*, pp. 159-177, Univ. Verano Teruel.
- PEÑA, J.L.; LOZANO, M.V.; SÁNCHEZ, M.; JIMÉNEZ, A.; LONGARES, L.A.; CHUECA, J. y JULIÁN, A. (2000), «Las acumulaciones de clima frío de la Sierra de Albarracín en el contexto de la Cordillera Ibérica Oriental», en PEÑA, J.L.; SÁNCHEZ, M. y LOZANO, M.V. (eds.), *Procesos y formas periglaciares en la montaña mediterránea*, Teruel, Instituto de Estudios Turolenses, pp. 127-147.
- RIBA, O. (1959), *Estudio geológico de la Sierra del Albarracín*, Monografías Inst. Lucas Mallada, CSIC, 16.
- SOLÉ SABARÍS, L. y RIBA, O. (1952), «El relieve de la Sierra de Albarracín y zonas limítrofes de la Cordillera Ibérica», *Teruel*, 7, pp. 7-22.
- STEVENSON, A. (2000), «The Holocene forest history of the Montes Universales, Teruel, Spain», *The Holocene*, 10 (5), pp. 603-610.
- VALERO-GARCÉS, B.; MORENO, A.; NAVAS, A.; MATA, P.; MACHÍN, J.; DELGADO-HUERTAS, A.; GONZÁLEZ-SAMPÉREZ, P.; SCHWALB, A.; MORELLÓN, M.; CHENG, Hai y EDWARDS, L. (2008), «The Taravilla Lake and Tufa Deposits (Central Iberian Range, Spain) as paleohydrological and paleoclimatic indicators», *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 259, pp. 136-156.

Recibido el 7 de marzo de 2006
Aceptado el 20 de abril de 2006