

BIOINDICADORES Y MICROMORFOLOGIA DE UNA TURBERA EN LA SIERRA DE URBION

R. Lagos, A. Pinilla & J. Benayas

Instituto de Edafología y Biología Vegetal. C.S.I.C. - Serrano, 115 dpdo. 28006 Madrid.

Resumen. Diversos bioindicadores: polen, diatomeas, fitolitos y estomatocistos, así como un estudio mineralógico y micromorfológico, permiten caracterizar una turbera alta, fibríca, en un medio bioclimático en que se alternan episodios frío-húmedo / húmedo templado / frío-húmedo / húmedo templado, correspondientes a un desplazamiento en altitud de un piso subalpino.

Palabras clave: Polen. Biolitos. Micromorfología. Mineralogía. Turbera. Sierra Urbión.

Resumé. Des divers bioindicateurs: pollen, diatomées, phytolithes et stomatocistes, et aussi une étude mineralogique et micromorphologique, permettent de caractériser une haute-tourbière fibréuse, dans un milieu bioclimatique dont s'alternent des épisodes froid-humides / humide-tempérés / froid-humides / humide-tempérés, correspondants á déplacements en altitude d'un étage subalpin.

Mots clés: Pollen. Biolithes. Micromorphologie. Mineralogie. Tourbière. Sierra Urbión.

1. Introducción

Los estudios que se realizan acerca de las turberas se centran comúnmente en sus propiedades químicas, como su contenido de materia orgánica y ácidos húmicos; en sus propiedades o aptitudes agrícolas, sea para establecer cultivos directamente en ellas o para su empleo como fertilizantes; o en su capacidad para generar energía, como combustibles; o sobre la calidad de sus aguas. También han sido muy estudiadas como yacimientos poliníferos, medios aptos para la conservación estratificada de granos de polen, que permiten descubrir la historia vegetacional y climática de la localidad de que se trate. Sin embargo, y en relación con este último enfoque, suele dejarse de lado la consideración de estos depósitos como medios límnicos aptos para la vida y posterior conservación de otros bioindicadores, como es el caso de las diatomeas, estomatocistos y fitolitos, biolitos que presentan la común característica de estar formados o poseer estructuras silíceas, lo que permite su sedimentación junto a partículas minerales y detritos vegetales y su

persistencia en el tiempo. Si pudiera acometerse la investigación integrada de todos estos bioindicadores, junto con una descripción completa del medio ambiente, sería posible establecer las condiciones paleoambientales con mayor precisión que la entregada por el estudio en solitario de alguno de estos indicadores. La interdisciplinariedad aparece entonces como muy importante a la hora de realizar este tipo de investigaciones, cuya utilidad para el conocimiento de cambios de clima, sucesiones vegetales, edafogénesis y repoblaciones forestales, aparece claramente a la vista.

Con estas consideraciones, queremos en esta ocasión mostrar un avance del trabajo efectuado en este sentido, el estudio de un depósito turboso en la Sierra de Urbión, en donde se ha efectuado un sondaje de 125 cm para obtener muestras de turba que han sido procesadas para la extracción de granos de polen, diatomeas, fitolitos y estomatocistos, además de la fracción mineral del sedimento y de realizarse la micromorfología de la superficie actual.



Fig. 1. Localización del área de estudio
Location of the studied area

2. Materiales y métodos

Las muestras de turba fueron extraídas mediante una sonda de Oakfield Apparatus C^o (Oakfield, Wisconsin, U.S.A.), preparadas por acetólisis y método de Van Campo y montadas en gelatina de glicerina (Van Campo, 1950; Erdtman, 1969); las muestras para análisis mineralógico, según Perez Mateos (1965) y Alexandre & Pinilla (1968); las láminas delgadas de micromorfología, según Benayas (1982). Los biolitos se obtuvieron junto con las fracciones minerales, eliminando la materia orgánica según Van Campo (1950), o por oxidación en agua oxigenada al baño maría.

3. El área de estudio

La turbera, que hemos llamado Peñas Blancas, se localiza a una altitud de 1830 m; en las coordenadas geográficas 42° 00' 25" Lat N y 2° 54' 30" Long W, (fig. 1) en un rellano de pendiente de aproximadamente 8°, en la ladera solana del macizo de Urbión. Está formada en el lecho de un pequeño arroyo estacional de primer orden, afluente del río Duero, que dejaba una lagunita alargada N-S, de unos 32 m de largo por 8 m de ancho, cerrada aguas abajo por un afloramiento rocoso de aproximadamente 1 m de altura, en un roquedo de arenisca cuarcífera dura, de grano fino, a veces bastante micácea, perteneciente al Grupo Oncala, de edad Jurásica. (Peinado *et al.*, 1978).

La vegetación actual es climatofila y corresponde a la serie Oromediterráneo-ibérico-soriana-silicícola del enebro rastrero (*Vaccinio myrtilli-Junipereto nanae sigmetum*), subasociación *pinetosum sylvestris* (Rivas Martínez, 1987). Fisiognómicamente es un bosque abierto de *P. sylvestris*, con sotobosque de *Vaccinium myrtillus*, *Erica Arborea*, *Juniperus nana*; en los prados, gramíneas compitiendo con *Sphagnum*. Hacia 1750 m conecta con el límite superior de las series del haya.

4. Micromorfología

El estudio micromorfológico (Tabla 1) se realizó en muestras tomadas a 0-8 y 8-16 cm de profundidad. El cuarzo predomina en la fracción gruesa (m. pocos) asociado a biolitos (f). Diatomeas de 80 μm se encuentran aisladas o constituyendo bandas subparalelas a la superficie (aproximadamente a los 14 cm).

Los restos de plantas (m.d.) muestran una contextura laminada muy clara sobre todo en la muestra superficial, donde se alternan bandas formadas por restos de tejidos, con un grado de preservación bueno, con otras bandas con restos de órganos (raíces y hojas) pobremente preservados y muy troceados. Se identifican frecuentes bandas con restos de *Sphagnum*. Predominan los huecos de empaquetamiento que dejan los restos grandes de plantas. La porosidad es muy alta.

Los excrementos son de tamaño micro y meso (< 100 μm) y extremadamente delgados o muy delgados. Se identifican excrementos (muy pocos) en la muestra superficial, localizados en el interior de restos de hojas (cerca del parénquima de asimilación) o con menos frecuencia en la parte externa (próximos a la epidermis). Unos son pardo-oscuro con forma que tiende a elipsoidal, extremadamente finos (20 μm); otros son esféricos muy finos (60 μm), de tono pardo más claro.

Los excrementos de la edafofauna proceden de diferentes especies de animales, y como se encuentran en proporción muy baja (< 5%), confirman la posibilidad de que sea una turba primaria, que no ha sido expuesta a procesos de descomposición secundaria, tales como drenaje y cultivo.

Las diatomeas son características de formaciones húmicas de tipo anmoor; en Peñas Blancas de Urbión tienen una frecuencia atípica, localizándose aisladas y en bandas.

Dado que los constituyentes orgánicos son en estas muestras una parte mayoritaria, se las considera como turba típica de tipo fábriico, aunque sería deseable corroborar los datos con el empleo de metodologías diferentes.

5. Mineralogía

La fracción inorgánica del yacimiento, minerales y biolitos, es escasa, estando algo mejor representada en los dos primeros niveles (M 74 y 75) (Tabla 2).

Comenzando desde la superficie puede observarse que domina el cuarzo en todas las

Tabla 1 -Características generales de la muestra en corte delgado.
General characteristics of the sample in thin section

| Muestra | Fracción mineral | | Masa basal | Restos de plantas | M.fino orgánico | Pigmento orgánico | Fragmentos hifas hongos | Rasgos edáf. excrem. |
|------------------------------|--|-----------|------------|--|-----------------|-------------------|-------------------------|--|
| | Gruesa (Lim) | Micromasa | | | | | | |
| Peñas Blancas de Urbión nº67 | cuarzo (m. pocos), biolitos bandas de diatomeas de 80 um (f) | n.a | n.a | Contextura laminada (bandas con tejidos bien preservados y otras con órganos mal, pres. Sphagnum (m.d) Pres. polen | n.a | n.a | n.a | pardos, esferas y elipsoidales (m.pocos) |

Símbolos: n.a. (no se aprecia); muy pocos (<5%); pocos (5-15%); f (15-30%); c (30-50%); d (50-70%); m.d. (> 70%).

Tabla 2 - Peñas Blancas de Urbión. Frecuencia de minerales y biolitos y distribución de diatomeas
Peñas Blancas de Urbión. Mineral and biolite frequency and diatom distribution

| M. | Relaciones minerales | | | Biolitos | | | Diatomeas | | | ph |
|----|----------------------|-----|---|----------|----|---|-----------|-----|--|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| 67 | + | . | + | . | ++ | . | . | 4.4 | | |
| 68 | + | . | + | . | ++ | . | . | | | |
| 69 | + | . | . | . | + | . | . | | | |
| 70 | + | . | . | . | + | . | . | 3.8 | | |
| 71 | + | . | + | ind | ++ | . | ind | | | |
| 72 | + | . | . | . | . | . | ind | | | |
| 73 | + | ind | + | . | ++ | . | ind | 3.9 | | |
| 74 | + | ind | . | . | . | . | ind | | | |
| 75 | . | ind | . | . | . | . | ind | 3.9 | | |

1. Fitolitos, 2. Estomatocitos, 3. Diatomeas, 4. Fragilaria, 5. Eunotia exigua, 6. Eunotia arcus, 7. Pinularia maior
 = Igual cantidad de biolitos y minerales; A: abundante; F: frecuente; E: escasos
 ++ abundante; +: frecuente; .: presencia; .: escasos; ind: indicios

muestras, y son escasos los feldespatos y las micas. Hasta la muestra 72 son más abundantes los feldespatos que las micas, éstas casi siempre de tamaño limo. En las restantes muestras son las micas las que siguen en proporción al cuarzo, aumentando su contenido con la profundidad, siendo relativamente abundante en la muestra 75. Bastantes son biotitas de tamaño arena fina, de color amarillo verdoso, y poco alteradas. Se observa algo de caolinita y minerales caolinizándose en la muestra 75. La escasa alteración que han sufrido los materiales originarios durante la formación de la turbera, al conservarse minerales alterables tales como feldespatos y micas sin presentar transformaciones importantes, es un hecho destacable; la alteración se mantiene en un primer estadio: hay transformación a mica degradada y menos vermiculita y clorita, con escaso contenido en minerales de neoformación, representados sólo por la poca caolinita identificada en la turbera. Hay que tener en cuenta que parte de esta caolinita es heredada de la arenisca originaria, pero al ser su porcentaje algo más elevado en la turbera, se deduce que en las mismas ha proseguido la alteración hacia este mineral por parte de los minerales primarios. Resumiendo, la alteración que se ha observado se corresponde con la de un medio poco agresivo, ácido, de clima templado, en el que el mineral en equilibrio es la mica degradada.

6. Biolitos

Dentro de la escasez de la fracción inorgánica el contenido de biolitos es relativamente abundante especialmente, en las muestras donde hay más cantidad de materia orgánica.

Los fiolitos son los biolitos más frecuentes, seguidos de las diatomeas; los estomatocistos son los peor representados. En conjunto esta turbera se caracteriza por una homogeneidad relativa a lo largo del perfil, aunque con algunas diferencias que permitirían diferenciar tres sectores: de la muestra 75 a la 72; de la 71 a la 69 y las dos superficiales.

La asociación de diatomeas es muy restringida (todas son del orden *Pennales*) ya que está formada prácticamente por *Eunotia exigua* y escasa *Pinnularia*. Es una asociación típica de turbera siendo *E. exigua* muy abundante en Okefenokee (Hanna, 1933; Scherer, 1988). Esta diatomea sugiere un medio ácido, pobre en nutrientes, localizada con frecuencia en lugares donde hay *Sphagnum*, aunque no necesariamente necesita la presencia de este musgo, como sugirió Kingston (1982).

Según varios autores, entre ellos Scherer (1988), la flora de las turberas repartidas por todo el globo depende de las condiciones químicas específicas de las mismas y de sus condiciones ecológicas, lo que sugiere que estas asociaciones de diatomeas están menos influenciadas por la temperatura que las floras de diatomeas de otros habitats. También conviene señalar que la vegetación que acompaña a las diferentes turberas no influye a la hora de la formación de las asociaciones de diatomeas, como lo demuestran la de Okefenokee y la de la Cordillea Ibérica, tan distintas entre sí.

Los fitolitos son los biolitos más abundantes; por su morfología se corresponden principalmente con Prismatolitos, Halterolitos y Estrobilolitos (Bertoldi de Pomar, 1971), de tamaños comprendidos entre 10 y 40 μm , aunque en algunos tramos hay Prismatolitos de mayor dimensión (100 μm).

La gran homogeneidad en la morfología de los fitolitos nos lleva a considerar un mismo origen botánico. Las morfologías encontradas se corresponden con las descritas, entre otros, por Geis (1978), que las atribuyen a las gramíneas, pertenecientes, muchas de ellas, a la tribu *Panicea*; de todas maneras hay que tener en cuenta que iguales morfologías pueden provenir de diferentes plantas.

Los estomatocistos de crisofitas son los biolitos menos representados en estas turberas; por su morfología son indicadoras de habitats ácidos, tales como turberas con *Sphagnum*

(Adam & Mahood, 1981), hipótesis que parece concordar con los resultados que aportamos nosotros.

7. Palinología

Un hecho notable en todo el perfil es la dominancia de los pólenes representativos de aciculifolias sobre los de planifolias y que aparezcan taxa que en la actualidad no están representados en el sector, como *Picea*, *Abies* y, sobre todo, *Larix*, del cual no conocemos referencias en España y cuya localización actual más próxima es en los Alpes.

La observación del diagrama compuesto (fig. 2) y de la pirámide de Arbóreos/No Arbóreos (fig. 3) permite distinguir en el perfil de Urbión cuatro tramos que presentan características diferenciables, comenzando desde la mayor profundidad.

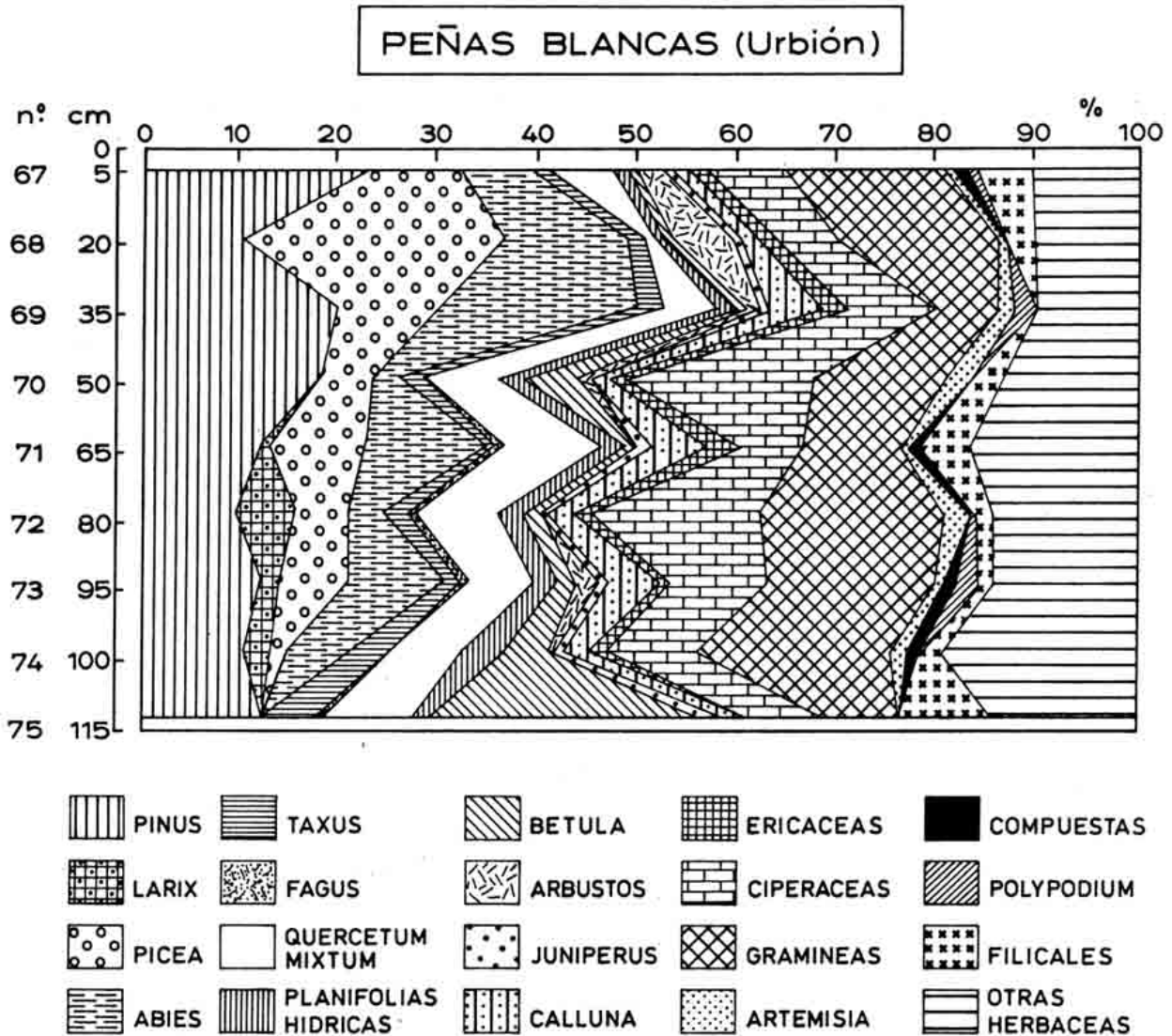


Fig. 2. Diagrama polínico compuesto
Composite pollinic diagram

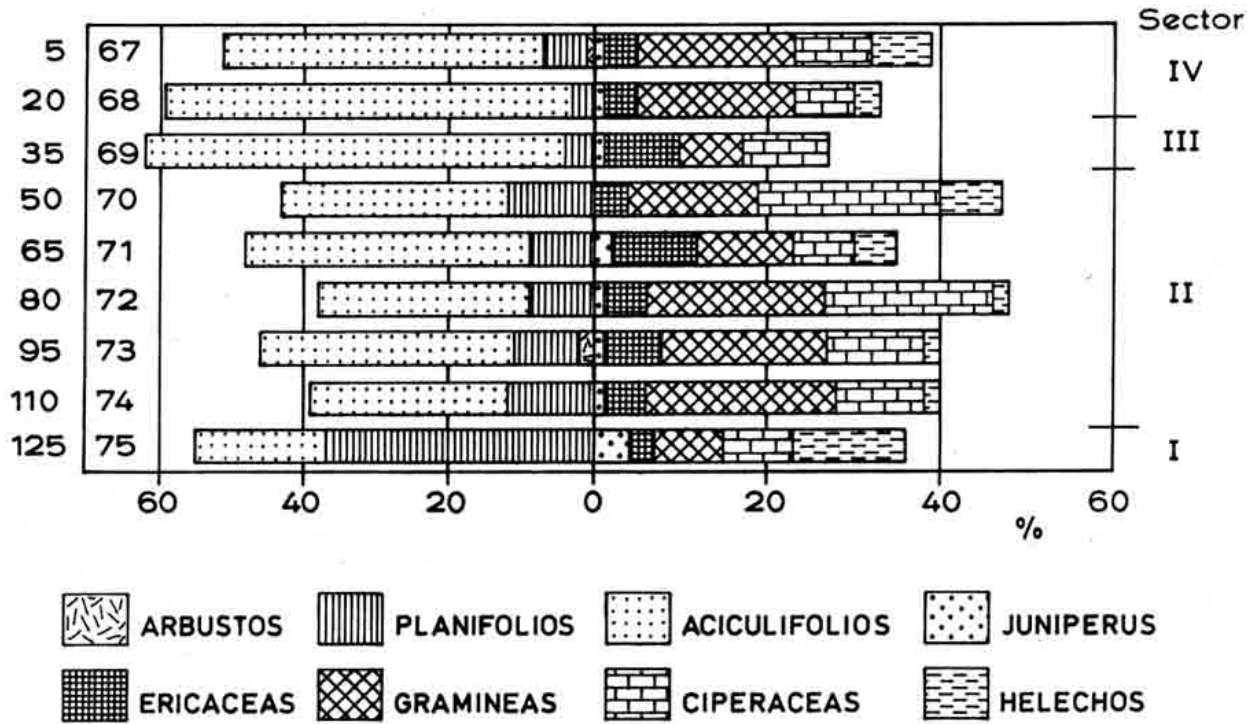


Fig. 3. Pirámide Arbóreos / No Arbóreos
 Pyramid of arboreal/non arboreal species

El tramo I corresponde a la muestra 75, localizada a 125 cm de profundidad. Está formada por más de 55% de polen arbóreo, del cual un 12% corresponde a *Pinus* y 5% a *Taxus*, las únicas aciculifolias presentes; un 32% a *Betula*, que se convierte en el género dominante, y un pequeño saldo a *Quercus*, *Carpinus* y *Alnus*. Entre los NAP (45%) los helechos resultan dominantes con 16%, seguidos de Ciperáceas (8%), Gramíneas (8%), *Calluna* (2%) y *Juníperus* (2%). Las Compuestas no están presentes. El espectro polínico N° 75 (fig. 4) muestra la dominación de árboles que caracterizan un medio provisto de humedad, lo que concuerda con la información de las herbáceas: dominancia de helechos, gramíneas y ciperáceas y ausencia de compuestas. Desde el punto de vista de las temperaturas, la ausencia de taxa termófilos nos hace pensar en un medio frío y húmedo.

La caracterización fisiognómica sería la de un paisaje pobremente arbolado, con una ripisilva en los valles y un pinar muy aclarado en las laderas más secas, y un tapiz de gramíneas entre las que se encuentran manchones de enebro y brecina = un piso subalpino.

El tramo II comprende desde la muestra 74 a la 70, desde 110 a 50 cm de profundidad. Se caracteriza por la disminución de las frondosas, que son dominadas por las aciculifolias, y por un descenso de AP ante un aumento de NAP, que son ahora mayoritarias. *Betula* disminuye a valores mínimos, aparecen *Fagus*, *Tilia* y *Salix*, llegando éste a ser el género dominante entre las frondosas, mientras *Quercus* se mantiene siempre con frecuencias bajas. Aparecen *Larix*, *Picea* y *Abies* y se unen a los pinos, que mantienen su frecuencia en torno a 10%. El espectro polínico de la muestra 72 (fig. 4) permite ver cómo las frondosas alcanzan apenas a un 20% del polen arbóreo contra 80% de las aciculifolias. En el primer grupo destaca la menguada presencia de *Fagus*, apenas la mitad de la del robledal mixto, que incluye a *Carpinus*, *Castanea* y *Tilia*, escasos. Entre las planocaducifolias de afinidad hídrica *Salix* es la más abundante, encontrándose presentes también *Frangula*,

Populus y *Alnus*.

Entre los NAP destaca el gran aumento de las Gramíneas y la casi desaparición de los helechos. Las Ciperáceas son abundantes, mientras que las Compuestas aparecen pero con porcentajes mínimos. Destaca en ellas la existencia de *Artemisia*, con 2% casi constante. En este tramo se encuentran representadas la mayor parte de las herbáceas de afinidad hídrica y de las acuáticas, aunque con frecuencias bajas.

La presencia de dos taxa tan antagónicos como son *Larix* y *Fagus* resulta interesante en el momento de efectuar una interpretación de este tramo del perfil. El medio climático es húmedo y la turbera parece situarse en la transición de dos pisos ecológicos diferentes: uno inferior, húmedo y térmico, apto para frondosas y bosque mixto con coníferas (*Fagus*, *Abies*, *Taxus*, un piso montano superior, en suma) y un piso superior menos húmedo y más frío, con aciculifolias donde *Larix* sería el árbol dominante = un subalpino.

El tramo III corresponde a la M69, a 35 cm de profundidad. Se caracteriza entre los AP por sufrir una fuerte disminución de las frondosas que quedan en 1/3 de las frecuencias que tenían en el tramo anterior. En las aciculifolias es notable un fuerte aumento que las hace a ellas solas tener más del 50% del polen total, con pino y abeto equiparados y pinabete un poco menos frecuente. *Taxus* es discreto ante ellos y *Larix* ha desaparecido. Las frondosas están representadas únicamente por robles, sauces y abedules, que comparten equitativamente sus magras frecuencias (espectro 69, fig. 4). Entre los NAP llama la atención el aumento de *Calluna* a un 6% y el de las otras Ericáceas; también el aumento de *Artemisia* y las otras Compuestas, mientras disminuyen las gramíneas y desaparecen los helechos y hierbas de humedales.

La interpretación que obtenemos es de un episodio de deterioro climático hacia una mayor sequedad, pero manteniéndose frío, lo que nos hace pensar en una prolongación del piso subalpino hacia altitudes menores.

El tramo IV corresponde a las muestras 68 y 67, a 20 y 5 cm de profundidad. Se caracteriza entre las AP porque continúa la disminución de las frondosas, reemplazadas por aciculifolias, y en la relación AP/NAP por una disminución de las no arbóreas en beneficio de las arbóreas, que pasan a ser más importantes. Entre las coníferas destaca el aumento que tienen *Pinus*, *Picea* y *Abies*; entre las frondosas, se mantiene *Betula* con una representación mínima, el robledal mixto mantiene solamente a *Quercus* acompañado de *Fraxinus* en la superficie, y *Fagus* se encuentra solamente en este último nivel. Entre los arbóreos de afinidad hídrica están *Salix*, en las dos muestras, y *Frangula* únicamente en la superior. El espectro polínico de AP de la muestra 67 (fig. 4) exhibe la abrumadora superioridad de los pólenes de aciculifolias. El pino sobrepasa el 50%, seguido de *Picea* y *Abies*, con casi 20% cada uno, mientras que *Taxus* tiene un porcentaje escaso pero está presente. Las planocaducifolias apenas tienen un 12% del espectro, repartido igualitariamente entre todo el *Quercetum mixtum*, *Salix* y *Betulia*, más una representación menor de *Fagus*. Entre las NAP destaca el dominio en aumento de las gramíneas y el desarrollo paralelo de los helechos. Las compuestas son escasas y *Artemisia* disminuye al mínimo. Las hierbas de humedales continúan ausentes, sin embargo.

Este último tramo trae consigo una mejoría climática, consistente en un aumento de las temperaturas y de la humedad, con aparición de un piso montano y la restricción del subalpino a las mayores altitudes.

8. Conclusiones

El yacimiento de Peñas Blancas de Urbión corresponde en la actualidad a una turbera primaria de *Sphagnum*, clasificable como turbera alta, de tipo fíbrico. Se ha formado tras

la colmatación de una pequeña laguna, constituyendo un medio ácido, poco agresivo y estable. Los análisis de micromorfología, diatomeas, fitolitos y estomatocistos son concordantes en señalar una turbera con estas características. Posee una asociación de diatomeas restringida, propia de una turbera ácida sobre rocas silíceas, oligotrófica, donde *Eunotia exigua* aparece como la especie mayoritaria. Los pólenes arbóreos dominantes de gimnospermas, con taxa en la actualidad inexistentes en el Sistema Ibérico como son *Larix*, *Picea* y *Abies*, evocan la presencia constante de bosques de coníferas correspondientes a un piso subalpino que sufre desplazamientos altitudinales, ascendiendo o descendiendo ante un piso montano más bajo de planocaducifolias, con una secuencia climática desarrollada en 4 fases: frío-húmeda / húmeda-templada / frío-húmeda / y húmeda-templada, que de momento carecen de datación.

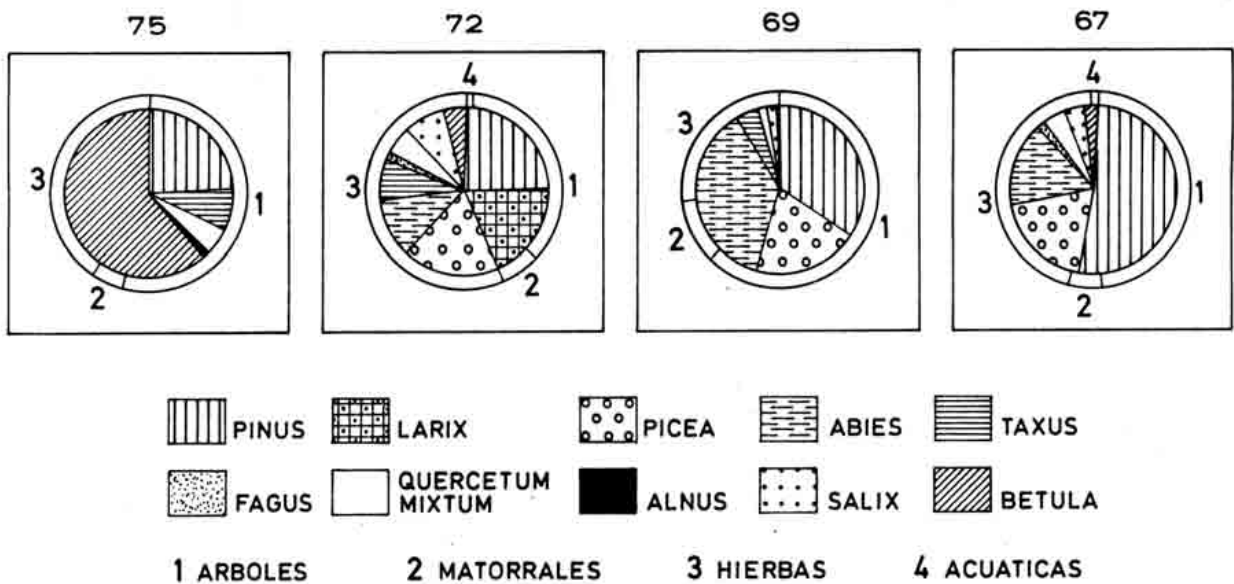


Fig. 4. Espectros polínicos de Arbóreos
Pollinic spectrum of arboreal species

Referencias bibliográficas

- Adam, D.P. & Mahood, A.D., 1981: Chrysophyte cysts as potential environmental indicators. *Geol. Soc. Am. Bull.* ,1:839-844.
- Aleixandre, T. & Pinilla, A., 1968: Algunas modificaciones en las técnicas aplicadas al estudio mineralógico de fracciones gruesas o arenas. *An. Edaf. Agrobiol.*, 27:563-568.

36 *Lagos, Pinilla & Benayas*

- Benayas, J., 1982: *Atlas de Micromorfología de Suelos e Introducción a la Micromorfología*. Esc. Téc. Sup. Ing. Agrónomos. Univ. Pol. Madrid. Monografías 84, 90 p.
- Bertoldi de Pomar, H., 1971: Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana*, 8:317-328.
- Erdtman, G., 1969: *Handbook of Palynology*. Munksgaard, 486 pp., Copenhagen.
- Geis, J.W., 1978: Biogenic opal in three species of *Gramineae*. *Ann. Bot.*, 42:1119-1129.
- Hanna, G.D., 1933: Diatoms of the Florida peat deposits. *Reports Florida State Geol. Survey*, 23-24:65-120.
- Kingston, J.C., 1982: Assotiation and distribution of common diatoms in surface samples from northern Minnesota peatlands. *Nova Hedwigia*, 73:333-346.
- Peinado, M. *et al.*, 1978: I.G.M.E. *Mapa geológico de España 1:50.000. Canales de la Sierra*, nº 278. Madrid 43 p.
- Perez Mateos, J., 1965: *Análisis mineralógico de arenas*. C.S.I.C., 265 pp., Madrid.
- Rivas Martinez, S., 1987: *Memoria del mapa de series de vegetación de España 1:400.000*. ICONA, Madrid, 268 p.
- Scherer, R.P., 1988: Freshwater diatoms assemblages and ecology/palaeoecology of the Okefenokee swamp-marsh complex, Southern Georgia, U.S.A. *Diatom Research*, 3:129-157.
- Van Campo, M., 1950: Une méthode de preparation tres rapide des tourbes en vue de leur analyse pollinique. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 97:216-217.

Trabajo presentado a la II Reunión del Cuaternario Ibérico, Madrid, 1989