

ARQUEOPALINOLOGÍA: SÍNTESIS CRÍTICA

López Sáez, J.A.*¹; López García, P.* & Burjachs, F.**

*Laboratorio de Arqueobotánica, Departamento de Prehistoria,
Instituto de Historia, Duque de Medinaceli 6, 28014 Madrid.

** Institutió Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), Àrea de Prehistòria,
Universitat Rovira i Virgili, Plaça Imperial Tàrraco, 1. 43005 Tarragona.

(Manuscrito recibido el 05 de Febrero de 2003, aceptado el 7 de Febrero de 2003)

RESUMEN: Los yacimientos arqueológicos son un fragmento del pasado que ha sobrevivido hasta nuestros días. Contienen no sólo material arqueológico, sino también restos orgánicos del pasado. El efecto del hombre en el desarrollo de la vegetación se ha visto como un factor importante en la interpretación de los datos polínicos. La investigación actual ha ofrecido la posibilidad de documentar los efectos que su actividad ha dejado en el medio natural. En este sentido, el objetivo del análisis polínico en un yacimiento arqueológico debe servir para explicar problemas arqueológicos desde otra perspectiva: la mayor parte de las actividades humanas tienen efectos en el registro palinológico cambiando la vegetación natural, bien sea intencionalmente o de forma no intencional introduciendo material esporopolínico en el lugar de habitación, bien causando procesos de erosión y redeposición de materiales antiguos, etc. Algunas preguntas pueden ser contestadas con el análisis polínico más fácilmente que con los métodos estrictamente arqueológicos. Cuando un palinólogo analiza un yacimiento arqueológico está interesado en la vegetación del mismo, así como por las condiciones de la zona en la que éste se encuentra. Como consecuencia, el campo de la investigación arqueológica ha cambiado hacia los equipos multidisciplinares donde el análisis polínico y de macrorrestos vegetales juega un papel importante en la interpretación de los datos.

PALABRAS CLAVE: Arqueopalinología, Paleocología, Tafonomía, Cereal.

SUMMARY: Archaeological sites are a fragment of the past which have survived to the present day. They contain, not only artifacts but also fossil organic remains which are survivors from the past. The effect of humans on the development of vegetation was regarded as being of big importance in the interpretation of pollen-analytical data. Recent research has proved the possibility of documenting short-term effects of submodern and modern activities leading to changes in natural conditions. In this way, the objective of pollen analysis of an archaeological site may serve to elucidate and explain archaeological problems by adding more evidence, coming from another angle: most human activity has some palynological effect, changing the natural vegetation, by intentionally or unintentionally introducing polleniferous material into the site, by causing erosion and redeposition of old material, etc. Some questions can be answered with greater precision by pollen analysis than by purely archaeological methods. Analyzing an archaeological site the pollen analyst is interested in the vegetation of the site itself as in the conditions of productivity of the area. As a consequence, archaeological field investigations have changed towards multidisciplinary teamwork where pollen analysis, botanical macroremains, play important parts in the interpretation of data.

KEY WORDS: Archaeopalynology, Palaeoecology, Taphonomy, Cereal.

¹ Trabajo realizado gracias a la financiación del Proyecto de Investigación "Impacto de la ganadería y la agricultura en el Sistema Central (C.A.M.) durante la Prehistoria", por parte de la Comunidad Autónoma de Madrid, Ref. 06/0159/2002.

INTRODUCCIÓN

Un objetivo fundamental de la investigación arqueológica ha de ser reconstruir y explicar, en la medida de lo posible, los mecanismos y direcciones seguidas por los cambios culturales acaecidos desde la Prehistoria. Para cumplir esta tarea, el arqueólogo debe mirar más allá de la recuperación e identificación de los elementos materiales culturales (lítica, cerámica, etc.). A través del análisis cuidadoso de otras posibles fuentes de información -tales como microfósiles vegetales, restos zoológicos, micromorfología de suelos, química edáfica, antracología y palinología- el arqueólogo tiene la disponibilidad de expresarse con mayor grado de confianza sobre muchos aspectos de las culturas del pasado (BRYANT & HOLLOWAY, 1996; BOURQUIN-MIGNOT *et al.*, 1999). Toda vez que este conjunto de análisis ha sido completado, el arqueólogo tendrá la oportunidad de establecer hipótesis sobre el paleoambiente, la dieta, las estrategias de subsistencia, enfermedad, y el nivel tecnológico y comercial (BRYANT & HOLLOWAY, 1983, 1996).

Dentro de las diversas áreas de los estudios arqueológicos, una de las antes consideradas periféricas, pero que en la actualidad está siendo utilizada con creciente regularidad, es aquélla relacionada con la paleoecología y el paleoambiente (BIRKS & BIRKS, 1980). La paleoecología tiene por objeto reconstituir las condiciones ecológicas del pasado en cuanto a clima, vegetación, fauna, etc. Para ello, necesita de una base interdisciplinar sustentada en diversas ciencias auxiliares tales como la geología, geomorfología, botánica, zoología, climatología, meteorología, arqueología, etc. Dentro de este conjunto de ciencias, la arqueología juega un papel fundamental en cuanto

a la definición de las pautas de utilización selectiva del medio ambiente por las sociedades humanas (LÓPEZ SÁEZ & LÓPEZ GARCÍA, 1992; BADAL & ROIRON, 1995).

Dentro de la arqueología, la rama directamente relacionada con el aprovechamiento de los vegetales por el hombre es la Arqueobotánica, ciencia que estudia los restos vegetales preservados en asociación con depósitos arqueológicos; por ejemplo, depósitos que han tenido algún tipo de relación con diversas formas de actividad humana prehistórica, protohistórica o incluso histórica (GIRARD, 1973; SÁNCHEZ GOÑI, 1993, 1996; RUIZ ZAPATA *et al.*, 1997). De acuerdo a ello, podríamos considerar diversos aspectos, fundamentalmente los relacionados con la forma y presentación de los restos arqueobotánicos, que, en resumen, pueden aparecer de las siguientes maneras: carbonizados, preservados en condiciones de anaerobiosis, impresiones, mineralizados, bajo el efecto de metalizaciones (en ocasiones bajo acciones bactericidas o fungicidas) o bien, simplemente disecados (RICHARD, 1994b). Es, a partir de aquí, cuando nuestro campo de acción se limita y es preciso elegir la rama de la arqueobotánica que nos permitirá adecuar un determinado contexto arqueológico a su paisaje cultural.

Podríamos definir entonces la Paleopalínología Arqueológica, o Arqueopalínología, como aquella rama de la palinología encargada de la identificación de los pólenes y esporas fosilizados en sedimentos arqueológicos, así como de la interpretación de los resultados derivados de dicha identificación (LEROI-GOURHAN & RENAULT-MISKOVSKY, 1977; RENAULT-MISKOVSKY & LEROI-GOURHAN, 1981; BRYANT & HOLLOWAY, 1983; LÓPEZ GARCÍA, 1982, 1986; DUPRÉ, 1988; CATTANI, 1989; LÓPEZ SÁEZ & LÓPEZ GARCÍA, 1992; SÁNCHEZ GOÑI, 1993).

RUIZ ZAPATA *et al.*, 1997). Al igual que otras ciencias auxiliares, la palinología arqueológica aporta datos valiosos sobre la vegetación de un determinado periodo climático del Cuaternario, ofreciendo una panorámica aproximada de las condiciones climáticas reinantes en el momento de estudio, de las posibilidades de vida vegetal o animal en la zona, la forma en que el hombre supo utilizar los recursos de los que disponía y como, irremediablemente, ha ido modificando el medio a través de distintos fenómenos de quema, deforestación, cultivo, etc., para distintos periodos culturales y cronológicos (GIRARD, 1973; BRYANT & HOLLOWAY, 1983; BIRKS *et al.*, 1988; LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2000; BARBIER *et al.*, 2001).

A pesar de la importancia de los estudios paleoambientales dentro de la investigación arqueológica, la arqueología sólo empezó a beneficiarse de éstos de manera muy lenta, especialmente de los de índole palinológica (DIMBLEBY, 1985). Durante los años 20 y 30, antes incluso del desarrollo de las técnicas de datación por radiocarbono, unos pocos arqueólogos europeos comenzaron a experimentar con los análisis de polen como una herramienta de datación, mediante la correlación entre los espectros polínicos derivados de distintos yacimientos arqueológicos respecto a secuencias naturales (turberas, depósitos lacustres) situadas en la cercanía de éstos (BRYANT & HOLLOWAY, 1996). Aunque fueron van Post *et al.* (1925) los primeros en examinar el polen fosilizado en contextos arqueológicos, no fue hasta los trabajos del geólogo danés IVERSEN (1941, 1949) cuando la palinología arqueológica sufre un empuje notable, especialmente como herramienta auxiliar para los arqueólogos. Iversen no sólo logró precisar la fecha de introducción de la agricultura en el norte de Europa, sino que también

proveyó de datos concernientes a las plantas que fueron introducidas por los grupos humanos prehistóricos y como éstos alteraron el equilibrio de la vegetación natural mediante el aclarado del bosque (BRYANT & HOLLOWAY, 1996). En España, la arqueopalinología tuvo un primer arranque a finales de los años 70, que se consolidó durante los 80 gracias, fundamentalmente, a las investigaciones emprendidas por LÓPEZ GARCÍA (1978, 1985, 1986) y DUPRÉ (1986, 1988).

Una vez aceptado el hecho de que los espectros polínicos reflejan fielmente la vegetación de la que proceden, se puede entonces afirmar que las fluctuaciones que se observan en los diagramas polínicos deben obedecer a cambios existentes en la vegetación (RUIZ ZAPATA *et al.*, 1996). De esta manera, la palinología no sólo nos permite estudiar cuál ha sido la evolución seguida por la vegetación, por ende su dinámica, sino determinar las causas fundamentales de la configuración paisajística actual y determinar, fundamentándonos en el contexto arqueológico, cuáles han sido las actividades humanas y de que tipo (agricultura, ganadería, deforestación, etc.) para cada periodo cultural considerado (GIRARD, 1973; DUPRÉ, 1988; BERGLUND, 1991; GALOP, 1998; LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2000; BARBIER *et al.*, 2001). Muy especialmente, esta ciencia es capaz de discernir el origen de determinados procesos de alteración del entorno, de hipotetizar su evolución futura -sobre todo en referencia a la dinámica vegetal- y de establecer, llegado el caso, pautas de evolución ambiental o cambio climático con vistas a la restauración del medio (BIRKS *et al.*, 1988; CARRIÓN, 2001).

La paleopalinología aplicada a la arqueología ha permitido dilucidar pautas de cambio de la vegetación a escala regional, así como inferir hipótesis de tipo paleoclimático

(BRYANT & HOLLOWAY, 1983; LÓPEZ GARCÍA, 1986; DUPRÉ, 1988; CATTANI, 1989; SÁNCHEZ GOSI, 1993, 1996). Sin embargo, creemos que para un arqueólogo el principal interés de la palinología radica, precisamente, en cuestiones de tipo "local" o "extralocal", que delimitan el tipo e intensidad de las actividades antrópicas (BEHRE, 1988). Muy particularmente, no debemos olvidar que la palinología arqueológica aporta elementos de discusión a la problemática propia de cada yacimiento arqueológico (DIOT, 1984/1985). En este sentido, la investigación palinológica informa sobre la deforestación del entorno de un yacimiento, su antropización y el enriquecimiento de los suelos con nutrientes como fósforo y nitrógeno, la utilización selectiva de alguna especie -p.e. *Polypodium vulgare* en lechos de cama (ARGANT, 2001)-, la existencia de una cabaña ganadera, la introducción de especies exóticas así como el establecimiento de cultivos (fundamentalmente cereales y leguminosas), sobre el grado de contaminación de las aguas, la evolución temporal del trofismo, la utilización selectiva del fuego, el origen natural o antrópico de los incendios, la relación entre los periodos de sequedad y humedad, el nivel de circulación del agua, la variación del nivel de la capa freática, el grado de erosión, e incluso del mismo nivel de antropización de un yacimiento en el sentido de poder cuantificar el grado de ocupación y las fases de abandono (DIOT, 1984/1985; LÓPEZ SÁEZ et al., 1991a, 1998, 2000; GALOP & LÓPEZ SÁEZ, 2002). Todos estos factores, en su conjunto, son irremediamente necesarios a la hora de conocer la evolución natural del entorno de un yacimiento arqueológico, así como para evaluar las posibilidades de explotación del territorio (cultivos, ganado), las pautas de dispersión de la población y, sobre todo, para discernir la propia evolución cultural de una determinada sociedad bajo unas pautas de

evolución climática y cronológica. Y ellos sólo pueden ser abordados desde una perspectiva arqueobotánica, por lo que la colaboración entre palinología y arqueología se hace entonces indispensable (BRYANT & HOLLOWAY, 1983; RUIZ ZAPATA et al., 1997; VICENT et al., 2000).

En conclusión, las relaciones entre los pueblos prehistóricos y su medio ambiente, del cual ellos mismos formaban parte, es, posiblemente, una de las problemáticas más interesantes que se le plantean a la arqueología actualmente (ALMQUIST-JACOBSON & SANGER, 1995), habiendo sido el foco principal de varios e importantes estudios paleoecológicos (BIRKS et al., 1988; McANDREWS, 1988; BERGLUND, 1991; LÓPEZ GARCÍA, 1997; VICENT et al., 2000). Investigaciones en este sentido han mostrado que el ambiente prehistórico ha surgido una notable influencia en el desarrollo cultural y material de las poblaciones humanas, que por ende se han convertido, así mismo, en el principal agente de influencia sobre el entorno.

No obstante, creemos que la arqueopalínología no debe convertirse, únicamente, en la herramienta que nos permita la reconstrucción del medio, sino que su objetivo ha de ser también la explicación de su participación como factor determinado y determinante en el proceso de construcción social del paisaje (VICENT et al., 2000). El paisaje es, ante todo, el espacio de las relaciones sociales; la relación de la comunidad con el entorno no es distinta de las relaciones sociales, como tampoco lo es la explotación de los recursos o la manera en que una comunidad percibe su mundo (OREJAS et al., 2002). No debemos detenernos en la recreación de un paisaje antiguo o prehistórico "real", sino en la síntesis histórica de las múltiples realidades sincrónicas y diacrónicas.

ARQUEOLOGÍA VERSUS PALINOLOGÍA: HACIA UN INTERÉS COMÚN

En los últimas dos décadas, fundamentalmente a partir de 1990, dentro de la arqueología ha renacido, con inusitado interés, una corriente positiva hacia todo tipo de estudios paleoambientales, y más concretamente a los derivados de la arqueopalinología (BRYANT & HOLLOWAY, 1983; BRYANT & HALL, 1993). Y aunque este nuevo espíritu de colaboración, entre las disciplinas propias de una arqueología más tradicional con aquellas derivadas de la paleobotánica e incluso de la paleoecología, se nos antoja de gran interés en el objetivo de desarrollar una investigación conjunta más completa y estructurada, con una base empírica más sólida respecto al contexto paleoambiental, existen aún ciertos recelos, muy sustanciales en su configuración dialéctica, por parte del palinólogo, que no derivan sino de una incorrecta utilización de las interpretaciones paleoecológicas realizadas por éste por parte del arqueólogo. Y no sólo es éste el caso, sino que en muchas ocasiones es el propio arqueólogo el que crea "prototipos" de vegetación prehistórica de acuerdo a sus propias necesidades e hipótesis, cuando la información que aporta el palinólogo va en sentido totalmente contrario a las teorías establecidas por el arqueólogo. Por supuesto, nos referiremos aquí con el término "arqueólogo" no de forma generalizada a todo el colectivo formado por estos investigadores, sino de forma concreta a aquellas personas o grupos de investigación que, de manera individualizada o colectiva, mantienen estados de opinión -positivos o negativos- al respecto de la arqueopalinología.

Hemos pasado, afortunadamente, de un estado de colaboración en el pasado, en

el que los resultados procedentes de la arqueopalinología aparecían en forma de anexos al final de las monografías respectivas de cada yacimiento arqueológico, a una situación actual, creemos que más privilegiada y a todas luces más justa, en la cual los análisis polínicos dan lugar ya a capítulos concretos y bien estructurados en las mencionadas monografías, y se convierten, además, en elementos fundamentales en los que sustentar las teorías que sobre la paleoeconomía y el desarrollo cultural puedan derivarse de una investigación conjunta. No obstante, y a pesar de estos nuevos privilegios, también es cierto que la palinología sigue sin constituir un elemento fundamental en las conclusiones derivadas de la investigación arqueológica, y el paisaje apenas constituye un elemento de mención valida, salvo raras excepciones sumamente afortunadas (LÓPEZ GARCÍA, 1991, 1997; VICENT *et al.*, 2000).

A pesar de todo, y aunque no podemos obviar el paso adelante dado por la palinología arqueológica, la situación se convierte a veces en insostenible cuando, como antaño, el interés del arqueólogo, respecto de los análisis polínicos, se centra únicamente y en franca exclusividad en saber si "el polen" demuestra o no el cultivo prehistórico del cereal. Muchas han sido las conversaciones mantenidas con arqueólogos, y muchas las lecturas -algunas consideradas en la bibliografía más relevante- hechas sobre interpretaciones de éstos respecto de análisis polínicos previamente publicados, en los que el arqueólogo -sin consejo alguno del palinólogo- daba muestra de sus habilidades interpretativas de los espectros polínicos, y cultivaba cereal en la Prehistoria de muchas zonas de la geografía ibérica, allí donde el palinólogo, a pesar de haber encontrado polen de cereal, jamás dijo que

éste hubiera sido cultivado. Éste es un hecho muy grave, porque conociendo la especialidad de esta disciplina, lo más fácil es pensar que la capacidad interpretativa del arqueólogo deriva de connotaciones previamente apuntadas por el palinólogo. Y lo que es peor, dados los problemas tafonómicos que a veces albergan a los estudios arqueopalínológicos (SÁNCHEZ GOÑI, 1993, 1994, 1996), en ocasiones los datos no son estadísticamente fiables y, por lo tanto, no interpretables desde un punto de vista paleoecológico. Sin embargo, ante una base de datos de estas características (espectros polínicos brutos) ciertos arqueólogos han sido capaces de sacar sus propias conclusiones, en un ejercicio de singular pericia y de nulo valor científico (véanse EIROA, 1978; RUIZ GÁLVEZ, 2000). Pero no es un demérito de los arqueólogos, sino que algunos palinólogos han "jugado" el mismo papel interpretativo frente a datos insostenibles (véanse GUILLÉN OTERINO, 1988/1989; MARISCAL, 1994). SÁNCHEZ GOÑI (1996) ha dado buena cuenta de tales hechos y ha propuesto detalladamente cuales son las necesidades que la investigación arqueopalínológica debe cumplir para albergar una fiabilidad estadística adecuada.

Éstas, y muchas otras connotaciones de muy diversa índole, que derivan de la colaboración, más o menos estrecha, más o menos eficaz, entre arqueólogos y palinólogos, nos ha llevado a realizar una revisión sobre el interés de la palinología en arqueología, de sus posibilidades interpretativas del medio ambiente prehistórico y, más concretamente, de sus limitaciones y sus privilegios. Esperamos que esta revisión permita al arqueólogo tomar en consideración una nueva postura respecto a lo que la arqueopalínología puede aportar a su propia investigación. El palinólogo debe ser capaz de proveer al arqueólogo unos datos estadísticamente fia-

bles y válidos para su propia investigación arqueológica. Pero, a su vez, el arqueólogo ha de entender que la colaboración con el palinólogo no debe ser meramente testimonial, con esa obligación hoy adquirida de incluir un anexo o capítulo dedicado a temas paleoambientales, sino que debemos ir más allá, de tal manera que el paisaje y todas sus derivaciones paleoeconómicas o paleoclimáticas sean elementos básicos de la capacidad interpretativa conjunta de las distintas disciplinas embarcadas en la investigación arqueológica.

Un ejemplo muy evidente de colaboración científica entre diversas instituciones lo constituyó la fundación en 1977, en el Departamento de Prehistoria del C.S.I.C., del Laboratorio de Palinología (hoy Laboratorio de Arqueobotánica) que dirige la Dra. Pilar López García, pues supuso un importante hito en el desarrollo de la arqueología medioambiental en España (LÓPEZ GARCÍA *et al.*, 2002), implicando no sólo la introducción en nuestro país de una técnica auxiliar básica, la palinología arqueológica, sino también un importante impulso para una corriente de investigación -el enfoque ecológico de la cultura- cuyo auge internacional durante los años setenta no se había reflejado todavía en España (VICENT, 1993). Desde entonces, el Laboratorio de Arqueobotánica ha llevado a cabo análisis palinológicos (también paleocarpológicos y antracológicos) para investigadores de todo el país a partir de sedimentos arqueológicos de todas las épocas, aunque con un interés especial por el Holoceno (LÓPEZ GARCÍA, 1978, 1985, 1986; LÓPEZ GARCÍA *et al.*, 2002).

Fruto de todas estas colaboraciones, un hecho fundamental ha venido a consolidarse: la evidente importancia científica de la reconstrucción paleoambiental en la inves-

tigación prehistórica, más aún cuando la actividad en esta línea de investigación se ve reforzada por la inusitada actualidad que los temas medioambientales han despertado en un país como España, afectado por graves problemas de desertificación (VICENT, 1993; BURJACHS *et al.*, 1997; JULIÀ *et al.*, 2000).

LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PALINOLOGÍA ARQUEOLÓGICA

La historia de los análisis palinológicos en yacimientos arqueológicos resulta tan antigua como el propio análisis polínico (BRYANT & HOLLOWAY, 1983, 1996; DAVIS, 1990), lo que da idea de la importancia de este tipo de estudios dentro del conjunto de las investigaciones paleoambientales.

A pesar de mostrar una trayectoria tan larga, la palinología arqueológica ha sido desprestigiada desde muy diversos foros, a partir de críticas basadas principalmente en cuatro aspectos (CARRIÓN *et al.*, 2000): la existencia supuestamente generalizada de discontinuidades sedimentarias; la destrucción y conservación diferencial de los palinomorfos; el sesgo tafonómico originado por las migraciones dentro del sistema, debidas a las actividades humanas o animales; y, los problemas suscitados por el supuesto movimiento vertical de palinomorfos. No es cuestión ahora de pasar a analizar tales aspectos, ni de ensayar una defensa a ultranza de la palinología arqueológica; pero es bien cierto, como con total claridad exponen CARRIÓN *et al.* (2000), que la causa directa en que se fundamentan tales críticas es una inusitada carencia experimental, y que cuando esta base empírica ha sido correctamente expuesta, la palinología arqueológica -sea cual fuere su contexto- se ha mostrado como una ciencia eficaz y necesaria en la

compresión de las pautas paleoambientales y paleoeconómicas. El arqueólogo ha de comprender la necesidad de establecer esta base experimental -que en ciertos casos será exclusiva e intrínseca a ciertos ambientes sedimentarios- y estar dispuesto a acometer investigaciones de tal calibre.

La palinología está basada en tres hipótesis fundamentales (REILLE, 1990): 1) la lluvia polínica actual representa fielmente la vegetación; 2) el depósito y la conservación de pólenes y esporas no modifican la imagen de la lluvia polínica; 3) el muestreo palinológico, la extracción química de los palinomorfos, su conteo y determinación restituyen fielmente la imagen de la lluvia polínica.

La primera hipótesis ha sido verificada por numerosos trabajos, entre los cuales quizá el más importante sea el de HEIM (1970), aunque deben tenerse siempre en cuenta ciertas connotaciones de tipo tafonómico si las muestras de lluvia polínica actual proceden del interior de cuevas o abrigos (NAVARRO, 2000) e incluso de coprolitos (CARRIÓN, 2002), o de otras aportaciones polínicas de animales al interior de las cuevas tales como las procedentes de nidos de aves realizados con musgos y herbáceas, excrementos de animales estabulados, murcielaguina, etc. (BURJACHS, 1988). A día de hoy los datos sobre lluvia polínica son ciertamente abundantes, aunque no en la medida de lo necesario para la Península Ibérica. Sin embargo, gracias a ellos, estamos en la disponibilidad de relacionar porcentualmente la representatividad polínica de muchos taxones respecto al tipo de vegetación de procedencia (RICHARD, 1994b). Un hecho muy importante de este tipo de correlación es que, aunque en la mayoría de los casos pueda establecerse un patrón general, siempre han de ser tenidos en cuenta factores de índole

le local que delimitan la sobrerepresentación o infrarrepresentación de ciertos palinomorfos en los espectros polínicos.

La segunda hipótesis concierne directamente a las investigaciones emprendidas en contexto arqueológico, pues ciertos trabajos (MORZADÉC-KERFOURN, 1977; COÛTEUX, 1977; LOWE, 1982) han demostrado la importancia de fenómenos de corrosión del material espora-polínico en medios secos, que son los que constituyen la mayor parte de los yacimientos arqueológicos. Esto ha llevado a un replanteamiento sobre la fiabilidad de los análisis palinológicos realizados en tales contextos sedimentarios como soporte empírico para la reconstrucción de la paleovegetación (TURNER, 1985; TURNER & HANNON, 1988), donde, además, los peligros de la percolación de pólenes entre los diversos niveles sedimentarios (COÛTEUX, 1977) limitan igualmente la interpretación paleoecológica de los registros polínicos en yacimiento arqueológico. Un hecho más, que en ningún caso podemos obviar, es la posible polución de los niveles de ocupación derivada del aporte involuntario de pólenes y esporas por el hombre, hecho relativamente frecuente que, en ocasiones, puede confundir los resultados y su interpretación (RICHARD, 1985, 1991, 1993, 1994b).

Ante tales circunstancias, debemos entender que la preservación polínica, en contexto arqueológico, es uno de los criterios más importantes que se debe considerar cuando intentemos utilizar los datos polínicos con fines interpretativos (KING et al., 1975; BRYANT, 1988; BRYANT & HOLLOWAY, 1996). De hecho, son muchos y complejos los factores que intervienen y que determinan si un grano polínico va a permanecer conservado o no en un específico tipo de depósito sedimentario. Estos factores son

generalmente agrupados en tres categorías principales (BRYANT, 1978; BRYANT & HOLLOWAY, 1983): 1, mecánicos; 2, químicos; y 3, biológicos.

Uno de los principales agentes que destruye los granos de polen y esporas, antes incluso y tras su deposición, es la degradación mecánica. Durante las fases de transporte y sedimentación de los palinomorfos, algunos de ellos son más fácilmente deteriorados que otros. Incluso, toda vez que han sedimentado, pueden ser deteriorados en el futuro a causa de las actividades culturales del hombre -principalmente la agricultura y los procesos de roturación- o por el efecto de otros factores físicos tales como la temperatura y la humedad que pueden actuar mecánicamente hasta alterar la exina polínica (BRYANT & HOLLOWAY, 1983: 195). HOLLOWAY (1981), en experimentos controlados en laboratorio, demostró los tipos de daños severos que acontecían en la pared polínica al ser sometidos los pólenes a periodos alternos de humedad y sequedad. Dichos experimentos sugieren que en las muestras palinológicas procedentes de yacimientos arqueológicos, muchos de los cuales son razonablemente inundados -por arroyos, ríos, crecidas o inundaciones- o se sitúan geográficamente en zonas con una estacionalidad muy marcada de las precipitaciones -como de hecho ocurre en la región mediterránea (DAVIDSON, 1976)-, sus muestras polínicas deben contener conjuntos de pólenes que han sido severamente deteriorados e incluso destruidos.

En muchos yacimientos arqueológicos, la degradación -e incluso destrucción- de los palinomorfos por factores químicos puede llegar a ser ciertamente importante (BRYANT, 1988); DIMBLEBY (1957), MARTIN (1963) y BRYANT (1969), entre otros, han estudiado el

efecto del pH en la preservación de los granos de polen. Los experimentos de estos autores han venido a demostrar que pH básicos suelen limitar ciertamente la conservación de los palinomorfos, aunque sea posible extraerlos incluso en suelos alcalinos siempre que su pH se sitúe en un rango entre 7.1 a 8.9. No obstante, este tipo de suelos produce un deterioro muy grande del contingente polínico, por lo que, aun resultando fértiles, no suelen contener cantidades suficientes de polen como para ser estadísticamente fiables.

La composición química y la estructura de la pared polínica son otros dos factores de enorme importancia, pues determinan si los granos de polen van a conservarse o no en ciertos tipos de sedimentos arqueológicos (BRYANT & HOLLOWAY, 1983). HAVINGA (1964) ha puesto de manifiesto la evidente relación entre el porcentaje de esporopolenina y el de celulosa en la pared polínica, que afecta notablemente la susceptibilidad a una eventual destrucción del polen por procesos oxidativos. Así, granos de polen con altos porcentajes de esporopolenina en sus paredes tienden a conservarse mejor que otros con paredes compuestas principalmente de celulosa. En general, podría afirmarse (BRYANT & HOLLOWAY, 1983: 196) que un bajo porcentaje de esporopolenina, en la exina o en la pared externa de un grano de polen, aumenta la susceptibilidad a su destrucción por oxidación.

Respecto a la estructura de la pared polínica, es también un factor que limita potencialmente la preservación de los palinomorfos. Pólenes con estructuras protuberantes (como ocurre en muchas coníferas) o con espinas abundantes (caso de la mayoría de Asteraceae), tienen tendencia a romperse y erosionarse a través de varios procesos degradativos, ta-

les como abrasión mecánica o por acción química. En ciertos casos, incluso, la apariencia actual de un grano de polen está tan degradada que incluso impide su identificación. De otra parte, ciertos compuestos químicos -sobre todo aquéllos de naturaleza básica- pueden actuar como agentes degradativos de la pared polínica, siendo los más reconocidos los que contengan magnesio, potasio, sodio y carbonatos (HAVINGA, 1971).

Finalmente, ciertos agentes biológicos (hongos, bacterias, etc.) pueden por igual causar la degradación de los granos de polen depositados en yacimientos arqueológicos. Éstos son altamente destructivos, pues tienen la capacidad de incluirse en el citoplasma polínico y desde él atacar la pared.

Muy a pesar de todos estos agentes destructores del polen, podemos afirmar que el contenido polínico de la gran mayoría de yacimientos arqueológicos que han sido estudiados en la Península Ibérica aparece bien conservado (DUPRÉ, 1986, 1988; BURJACHS, 1990; LÓPEZ GARCÍA, 1978, 1986; LÓPEZ GARCÍA *et al.*, 2002).

La última hipótesis no es más que una cuestión técnica, en la cual los protocolos de muestreo y de preparación química de cada muestra son elegidos en función de criterios precisos. La determinación de cada palinomorfo es, en todo caso, competencia directa del palinólogo, y en su fiabilidad radica gran parte del éxito interpretativo de los espectros paleopalinológicos. Es cierto que, en la gran mayoría de los casos, el material estudiado (pólenes y esporas) no permite más que una determinación a nivel de género o familia (RICHARD, 1994b; BARBIER *et al.*, 2001), y en sólo contadas ocasiones puede llegarse a determinar a nivel específico

(MOORE et al., 1991; REILLE, 1992, 1995). Sin embargo, también creemos necesario mencionar que, siempre que sea posible, la determinación de cada palinomorfo ha de llevarse hasta el mayor grado de resolución posible, pues es precisamente el rango de especie el que suele ser ecológicamente significativo. Muchos son los trabajos, de índole paleopalínológica, emprendidos en la Península Ibérica, en los que taxones tan importantes desde un punto de vista ecológico como *Pinus* o *Quercus* son identificados a nivel genérico, cuando en prácticamente el 100% de los casos la determinación puede llevarse al menos hasta el rango de tipo polínico y, en ocasiones, incluso a nivel específico (*Pinus pinaster*, *Quercus suber*).

EL MUESTREO ARQUEOPALINOLÓGICO: PROBLEMAS Y NECESIDADES

Existen un buen número de publicaciones que pueden sugerir a los arqueólogos como obtener muestras de polen en los yacimientos arqueológicos (GIRARD, 1975; BRYANT & HOLLOWAY, 1983; DIMBLEBY, 1985; BIRKS et al., 1988; PEARSALL, 1989; MOORE et al., 1991). Aunque la mayoría de los arqueólogos están familiarizados con los principios básicos de la palinología, muchos de ellos aún no tienen conciencia de la amplitud de datos que esta ciencia puede proveer, y mantienen cierto estado de cautela pues desconocen en muchos casos las nuevas técnicas de muestreo que dan lugar a tales datos y, lo que es peor, parecen no enterarse de la importancia de pedir consejo al palinólogo en los trabajos de campo de su propia disciplina (BRYANT & HOLLOWAY, 1983: 191). Por encima de todo procedimiento, un requisito fundamental es el muestreo, ya sea superficial o de perfiles excavados, con metodos no contaminados y completamente li-

bres de contaminantes polínicos que puedan incorporarse indirectamente al sedimento (BRYANT & HOLLOWAY, 1983; BRYANT & HALL, 1993).

Los análisis palinológicos llevados a cabo en yacimientos arqueológicos constan de dos procesos diferenciados y claves, pues en el buen manejo y elección de ambos reside gran parte del éxito de este tipo de análisis. Resulta especialmente crítico, sobre todo, en lo concerniente a la conservación del polen y su riqueza en el sedimento, así como a la correlación posible a establecer entre eventos paleobiológicos o paleoclimáticos globales o regionales respecto al contexto cultural arqueológico considerado. Estos dos procesos son, respectivamente, la toma de muestras y el tratamiento químico de éstas en el laboratorio.

El muestreo palinológico en yacimientos arqueológicos depende, en gran medida, de la propia progresión de las excavaciones que en ellos se estén llevando a cabo, así como de la disponibilidad de catas o sondeos adecuados a un estudio de este tipo (BURJACHS, 1985, 1990). Un proceso tan simple como el muestreo de sedimento, para su posterior análisis palinológico, que en principio no debería suponer mayor problema al arqueólogo, resulta en cambio un momento sumamente delicado dentro del cuadro de actuaciones de la arqueopalínología. Estas circunstancias deben ser tenidas en cuenta por parte de toda aquella persona responsable de una excavación arqueológica, sobre todo de aquélla que quede encargada del tal muestreo llegado el caso. No sólo se trata de una cuestión de fiabilidad y prudencia en el muestreo, evitando toda contaminación directa del sedimento, sino de obtener una perfecta coordinación entre la resolución perseguida y los resultados esperados.

Aunque es cierto que en la última década la colaboración entre arqueólogos y palinólogos es más estrecha, aún permanecen ciertas reticencias en la utilización de la paleopalinología. Damos por acreditada la visión de la arqueopalinología como un útil completamente necesario, imprescindible dentro de cualquier investigación arqueológica que se precie. En este sentido, la colaboración se ha encauzado en una dinámica en la cual es el propio palinólogo el responsable de la toma de muestras, de una manera coordinada y bajo los consejos del arqueólogo. Este tipo de actuación ha conseguido evitar que el palinólogo caiga en errores fatales, generalmente inadvertidos, como analizar un contingente apreciable de muestras palinológicas teóricamente secuenciadas en un perfil estratigráfico, cuando en realidad todas ellas proceden del relleno de un silo o fosa (véanse algunos ejemplos en LÓPEZ GARCÍA, 1997). Este caso no es raro, ni es el primero ni será posiblemente el último, pero la colaboración entre arqueólogos y palinólogos, paralela y coordinadamente, acabará con tales errores. Otra circunstancia frecuente, en ausencia del arqueólogo responsable de la excavación, radica en una inadecuada adjudicación de las muestras a los diferentes horizontes estratigráficos y unidades cronoculturales del depósito, lo que puede también originar graves desfases de interpretación. En dirección contraria, entre muchos arqueólogos campan tópicos sobre los criterios de muestreo palinológico, como que las zonas de hogar con abundancia de restos antracológicos son las más idóneas para la conservación del polen, cuando precisamente es lo todo lo contrario. Tales tópicos sólo pueden ser despejados mediante la aportación de campo del especialista en arqueopalinología.

Por regla general, los muestreos se efectúan en el primer perfil o sondeo disponible,

sea cual fuere su naturaleza y su contexto, toda vez que la propia investigación arqueológica o una determinada campaña ha sido terminada o, en muchas ocasiones, lo que se dispone es de un muestreo en una cata ya abierta, aún no estudiada arqueológicamente, donde los niveles arqueológicos y su asignación cultural no está del todo establecida o, al menos, con la suficiente credibilidad por parte del propio arqueólogo. El palinólogo, en estos casos, debe ser sumamente cuidadoso con ciertos elementos que puedan afectar la propia "realidad" del análisis (RICHARD, 1993): distorsiones en la secuencia, elementos intrusivos, alta concentración de rocas, raíces, perforaciones de microvertebrados, etc. Por ello, la presencia *in situ* del palinólogo, en el momento del muestreo, se hace del todo indispensable; hecho éste que no siempre acontece, pues en la gran mayoría de los casos es el propio arqueólogo o su equipo de excavación quien pone manos a la obra en esta labor.

En muchas ocasiones se nos ha preguntado cuál sería el número de muestras aceptable que uno espera recoger para que la investigación sea factible. Nuestra respuesta ha de ser siempre la misma: lo mejor es tomar cuantas más muestras sean posibles, aunque luego no todas ellas sean analizadas (BRYANT & HALL, 1993).

El protocolo de muestreo en palinología arqueológica es bien sencillo, por lo que cualquier persona podría estar inicialmente capacitada para la toma de muestras. Sin embargo, el papel del palinólogo, en estos momentos iniciales de la investigación, no se resume a la toma y preservación de las muestras palinológicas, sino que su presencia en el propio yacimiento debe ser considerada en tanto y en cuanto es el mejor momento para concretar las vicisitudes aporta-

das por una determinada estratigrafía, para discutir la posible existencia de problemas de índole tafonómico inherentes a este tipo de contextos, para saber -de primera mano- las necesidades y las problemáticas propias de cada yacimiento y las pautas a seguir en el tratamiento químico de las muestras y en su posterior interpretación. Además, la presencia del palinólogo, en la toma de muestras, justifica en la mayoría de los casos que los resultados derivados de su investigación puedan ser positivos. Muchas han sido las muestras palinológicas procedentes de contextos arqueológicos que hemos estudiado, y una gran parte de ellas han resultado estériles (LÓPEZ GARCÍA *et al.*, 2002). No estamos obviando el hecho consumado de que ciertos sedimentos, por su propia naturaleza, jamás preservarán el polen (MOORE *et al.*, 1991), pero sí es cierto, en cambio, que la presencia *in situ* del palinólogo permitirá una estrategia de muestreo más eficaz bajo este punto de vista.

Debe ser el propio palinólogo encomendado del análisis polínico la persona encargada de la toma de muestras. Si esto no fuera posible, por cuestiones de diversa índole, el arqueólogo ha de seguir estrictamente el protocolo marcado por el palinólogo y, en todo caso, enviarle a éste un detallado croquis de las zonas muestreadas, de los perfiles donde fueron recogidas las muestras, de su ubicación cronoestratigráfica, de la naturaleza del sedimento, etc., así como de toda información de contextualización que el arqueólogo posea. El arqueólogo ha de comprender que la presencia *in situ* del palinólogo le permitirá seleccionar adecuadamente el grado de resolución e intervalo del muestreo, prever aquellas muestras que con mayor probabilidad serán fértiles y, en último término, reconocer el ambiente actual

y tomar datos varios sobre la vegetación y grado de antropización del entorno que permitan una correcta interpretación de resultados.

La elección de las zonas o perfiles a muestrear ha de recaer, básicamente, en el interés que mantenga el arqueólogo (BRYANT & HALL, 1993), aunque éste siempre ha de seguir los consejos del palinólogo respecto a aquellos sedimentos que potencialmente sean fértiles en su contenido polínico y aquellos que garanticen la inexistencia de polución polínica. Resulta frecuente que un palinólogo que ha recogido personalmente las muestras sepa de antemano si el sedimento a estudiar resultará positivo o negativo en su contenido polínico. Éste es un hecho habitual en el caso de los sedimentos de carácter arcilloso (VUORELA, 1995). En este sentido, resulta deplorable la gran cantidad de muestras estudiadas y el tiempo perdido por parte de muchos palinólogos, sin contar con el correspondiente aporte económico del arqueólogo, por un hecho tan sencillo -y tan fácilmente evitable- como un muestreo erróneo en su concepción.

Como hemos indicado, la metodología y el tipo de muestreo están relacionados con las características del yacimiento arqueológico a analizar. Evidentemente, el planteamiento de recogida de muestras no puede ser el mismo para un depósito en cueva, que para un monumento megalítico o un poblado. Por ello, es fundamental la relación del palinólogo con el responsable de la excavación, porque el empleo de un muestreo incorrecto condiciona la información que se obtenga del mismo. La aplicación de la metodología de muestreo no difiere en gran medida en depósitos en cueva, abrigo o al aire libre, si bien ha de adaptarse a las características propias de cada continente sedimentario.

EL RIGOR ESTADÍSTICO DE LA POLLEN SUM Y LOS CRITERIOS TAFONÓMICOS

Los análisis polínicos, en la actualidad, se llevan a cabo en contextos sedimentarios sumamente variados, en los cuales no solamente tenemos que tener en cuenta la propia naturaleza de dicho contexto, sino también las características tafonómicas de cada depósito y el tipo de muestro llevado a cabo en él. Todo ello redundará en que la fiabilidad estadística de los análisis paleopalinológicos estará en directa relación con la conservación polínica derivada de cada contexto, para cada uno de los cuales han de establecerse unos límites de certitud, fundamentalmente en lo que al arqueológico respecta. Básicamente, dos han sido los conceptos considerados a la hora de establecer la validez o invalidez de los análisis paleopalinológicos: la diversidad taxonómica y la *pollen sum* (suma base polínica).

La *pollen sum* es el número de palinómorfos contados -no todos son identificados- en cada muestra. Tratar de identificar aquellos pólenes que aparecieron rotos, deteriorados, erosionados, degradados, etc., puede resultar un ejercicio de enorme dificultad, de poca o nula certitud en la identidad taxonómica de estos palinómorfos. Cuando la identificación de este tipo de pólenes no es posible, los consideramos como "indeterminables". Si el porcentaje de indeterminables, en una muestra polínica, excede el 50%, la confianza estadística del espectro polínico debe ser cuestionada, especialmente si la concentración polínica disminuye hasta 1000 granos/g ó 2500 granos/cm³ de sedimento (BRYANT & HALL, 1993; BRYANT & HOLLOWAY, 1996).

En general, de la *pollen sum* han de excluirse los palinómorfos de taxones hidro-

higrófitos, pues por la dispersión extra-local de sus pólenes tienden a estar sobrerrepresentados en los análisis polínicos cuando aparecen, así como las esporas de criptógamas y, en general, todos los microfósiles no polínicos (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 1998, 2000). El porcentaje relativo de estos palinómorfos excluidos de la *pollen sum* se calcula precisamente respecto a ésta. En ocasiones es aconsejable excluir de la *pollen sum* ciertos palinómorfos que, por diversas circunstancias, aparecen como mayoritarios en los espectros polínicos, y cuya sobrerrepresentación enmascara la del resto de palinómorfos, impidiéndonos percibir en el diagrama polínico la evolución de la curva temporal de cada uno de ellos. Éste puede ser el caso de *Alnus* o *Fraxinus*, sobrerrepresentados en ciertas secuencias procedentes de fondos aluviales o turberas (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 1991b; GALOP, 1998), o en ciertos casos de *Pinus* sp cuando éstas proceden de su repoblación. En secuencias arqueopalinológicas es recomendable excluir de la *pollen sum* a las Cichorioideae (Asteraceae tipo ligulifloras), de acuerdo a su hipotética sobrerrepresentación por su carácter zoófilo (BOTTEMA, 1975; CARRIÓN, 1992) e, incluso en ciertas ocasiones, a *Aster* tipo (Asteraceae tipo tubulifloras p.p.) o Cardueae por las mismas circunstancias.

Para que un espectro polínico sea estadísticamente fiable, su *pollen sum* ha de tener un valor numérico determinado, que dependerá básicamente de la naturaleza del sedimento originario (BURIACHS, 1990). En sedimentos de marcado carácter turboso, debido a que la concentración polínica suele ser muy alta por la buena conservación de los palinómorfos (MOORE *et al.*, 1991), se recomienda que el valor de la *pollen sum* sea relativamente alto, en general mayor de 500 y en ocasiones incluso se postula la necesidad de superar los 1000 pólenes por muestra. Esto es así, pues si en sedimentos de

esta naturaleza utilizáramos una *pollen sum* menor de 500, ésta podría lograrse fácilmente con la lectura de 1-2 líneas en cada lámina palinológica, lo que no facilitaría una verdadera visión de la diversidad taxonómica real de la muestra (Gros, 1984).

En otro tipo de sedimentos, sin embargo, el establecimiento de un valor numérico mínimamente fiable, a nivel estadístico, para la *pollen sum*, no es tarea fácil, más que nada porque falta experimentación en este sentido que lo ratifique. En estos casos, quizá lo más adecuado no sea establecer un valor mínimo fijo de fiabilidad para la *pollen sum* sino determinar cuál sería éste para el sedimento que nos ocupe. Para ello, lo más fácil es tomar algunas láminas palinológicas como ejemplo y, en ellas, realizar lecturas al microscopio óptico con valor crecientes de la *pollen sum* (Gros, 1984). Así, realizaríamos una primera *pollen sum* de valor 100 y calcularíamos los porcentajes relativos de cada palinomorfo; a continuación de 200 y obraríamos de la misma manera, y así sucesivamente hasta delimitar el valor de la *pollen sum* en el que los porcentajes relativos de los palinomorfos -al menos de los más importantes o mayoritarios- no experimentan una variación sustancial. Este tipo de metodología podría utilizarse para todo tipo de sedimento, incluidos los turbosos, sobre todo para aquellos en los que la experimentación a tal efecto es nula, caso de los procedentes de zonas de marisma, sedimentos con alto contenido en sal, carbonatos o arcilla, etc. (Vuorela, 1995; Carrión, 2002). Sea cual fuere el resultado, no deberíamos extender nuestra extrapolación a todos los tipos de sedimentos o secuencias que pretendamos estudiar, sino que ésta ha de ser una práctica habitual en cada caso concreto, que dependerá íntimamente de la problemática que estemos considerando (Birks & Birks, 1980; Burjachs, 1990).

En los estudios arqueopalinológicos el número de pólenes que debían ser contados, la suma base polínica, ha sido también un motivo frecuente de discusión (Burjachs, 1990; Bryant & Hall, 1993). Bastin (1964) y Erdtman (1969) consideraban que a partir de 150-200 pólenes contados los porcentajes de los principales palinomorfos (aquellos superiores al 5%) no variaban sustancialmente. Este criterio no ha sido compartido por otros autores, quienes han considerado tal valor de la *pollen sum* demasiado bajo. Barkley (1934) y Martin (1963), por ejemplo, sostenían que el número suficiente debía ser 200-300 granos por muestra. Burjachs (1990), siguiendo la lectura metodológica anterior, determinó que en contexto arqueológico una suma base polínica de entre 150 y 300 granos era estadísticamente fiable, aunque como postula Vuorela (1992: 44), siempre que sea posible alcanzar los 500 pólenes por muestra debería hacerse, sobre todo si se pretende discernir las primeras evidencias de antropización o el origen de la agricultura, pues, en el caso del polen de los cereales, éste suele encontrarse infrarrepresentado en los análisis de polen, y una suma polínica de 150 granos no podría dar una idea real de la existencia de zonas de cultivo.

Con el objetivo de mantener un cierto control estadístico sobre la validez de los datos arqueopalinológicos, Clary (1989) desarrolló una técnica donde primeramente obtuvo un espectro polínico estándar a partir del conteo de 200-300 pólenes, y entonces tamizó una fracción grande en el residuo restante del polen a través de una filtro de malla de 40 µm. Esta técnica elimina la mayoría de los pólenes fósiles de tamaño pequeño, dejando solamente los de mayor tamaño, muchos de los cuales correspondían a cultivos. Esta técnica de extracción de la

fracción gruesa permitió a CLARY (1989) desarrollar un método cuantitativo para calcular los valores de concentración normales que deberían corresponder a cultivares y a especies silvestres.

La diversidad taxonómica hace referencia al número mínimo de palinomorfos distintos identificados en los espectros polínicos. Los datos experimentales (GROS, 1984) han venido a demostrar que el número de tipos polínicos distintos identificados tiende a ir disminuyendo según transcurre la lectura usual (por líneas) al microscopio óptico de las preparaciones palinológicas; algo que no debe extrañarnos pues, a fin de cuentas, la diversidad taxonómica -entendida como número de tipos polínicos posibles- no es infinita en una muestra dada. Sin embargo, la cuestión deriva, en buena lógica, en discernir cuál sería el número mínimo de palinomorfos identificados que deberíamos considerar bajo unas pautas de fiabilidad estadística, o, lo que es lo mismo, cuál debería ser la representación cualitativa mínima de un espectro polínico.

SÁNCHEZ GOÑI (1993) propuso, muy acertadamente, un test de fiabilidad a partir de criterios de base tafonómica para la interpretación de análisis palinológicos en cueva, que creemos pueden ser extrapolables a otros contextos arqueológicos. Este test considera que un espectro polínico es válido para una reconstrucción ecológica cuando está compuesto de más de 100 pólenes, sin contar el palinomorfo dominante, y de una diversidad de 20 taxones polínicos (McANDREWS & KING, 1976; PONS & REILLE, 1986). Además, SÁNCHEZ GOÑI (1993: 118) considera que el conocimiento del tipo de sedimento, de la abundancia de granos indeterminables y la concentración polínica es esencial a la hora de su valoración (HALL,

1981; BRYANT & HOLLOWAY, 1983, 1996). En segundo lugar, SÁNCHEZ GOÑI (1993) determina que el espectro polínico de una determinada muestra debe poseer un conjunto de taxones coherentes desde un punto de vista ecológico, es decir, que deban poder coexistir en la misma formación vegetal (coherencia interna), sin que ello implique que todas las asociaciones polínicas del pasado deban corresponder a análogos actuales (HUNTLEY, 1990). La comparación entre los espectros fósiles derivados de yacimientos arqueológicos con los procedentes de secuencias naturales vecinas -cuya fiabilidad está garantizada por la riqueza cualitativa y cuantitativa así como por el alto grado de conservación del contingente polínico- permite centrar tal grado de coherencia.

En orden de establecer unos parámetros mínimos de fiabilidad estadística, del registro arqueopalinológico, queremos proponer el seguir los criterios y sugerencias apuntados por McANDREWS & KING (1976), JANSSEN (1981), BRYANT & HOLLOWAY (1983, 1996) y SÁNCHEZ GOÑI (1993), que podrían resumirse en tres puntos básicos: (1) el espectro polínico de cada muestra ha de ser calculado toda vez que al menos 250-300 pólenes han sido incluidos en la suma base polínica sin considerar el palinomorfo dominante, (2) al menos 20 taxones diferentes deben formar parte de cada espectro polínico, y (3) el porcentaje de pólenes indeterminables no debe superar el 50% de la suma base polínica.

ARQUEOPALINOLOGÍA Y CEREALICULTURA. PRECISIONES SOBRE LOS INDICADORES POLÍNICOS DE ANTROPIZACIÓN

La antropización del medio y la existencia de procesos deforestadores han sido dos de las temáticas que con mayor raigambre se han

discutido en el seno de los estudios paleopalinológicos emprendidos en la Península Ibérica, fundamentalmente en los derivados de contextos naturales (DUPRÉ, 1988; CARRIÓN *et al.*, 2000; JULIÀ *et al.*, 2000, 2001). Más recientemente, ciertos trabajos se han orientado hacia un análisis específico de las etapas y modelos de la antropización (GALOP, 1998).

Si tuviéramos que sintetizar los datos hoy disponibles éstos no tendrían más que cierto valor provisional, ante la desigualdad de los conocimientos reconocidos, que quedan aún enrevesados por numerosas lagunas geográficas así como por innumerables imprecisiones cronológicas.

Mientras que la vertiente mediterránea de la Península Ibérica, así como el Valle medio del Ebro, han sido objeto de varias síntesis sobre las diversas etapas del proceso de antropización y los inicios de la agricultura (DUPRÉ, 1986, 1988; LÓPEZ GARCÍA & LÓPEZ SÁEZ, 2000), no puede decirse lo mismo del resto del territorio ibérico. Dos síntesis genéricas se conocen para Andalucía (LÓPEZ GARCÍA & LÓPEZ SÁEZ, 1994a, 1994b), que no restan sino preliminares ante la parquedad de los datos palinológicos conocidos. En Madrid, LÓPEZ GARCÍA (1997) emprendió una monografía sintética sobre los resultados derivados de análisis paleopalinológicos sea cual fuere su contexto (yacimientos arqueológico, turbera), que representan el único intento de síntesis para toda la zona centro española, incluyendo aquí ambas mesetas. Ninguna síntesis reseñable, en estos términos, se conoce para las comunidades autónomas de Extremadura, Asturias, Cantabria y La Rioja. Para la zona sureste podemos citar la síntesis de LÓPEZ GARCÍA (1991), así como los trabajos de CARRIÓN *et al.* (1999, 2001) y CARRIÓN (2002), que han hecho de esta región una de las mejores conocidas a nivel peninsular. En Galicia las

síntesis son numerosas, unas centradas en ciertos sistemas montañosos (RAMIL REGO, 1993), y otras más en la problemática relativa al proceso de antropización y comienzo de la agricultura (AIRA RODRÍGUEZ & VÁZQUEZ VARELA, 1985). Finalmente, en el País Vasco contamos con la recopilación llevada a cabo por IRIARTE & ZAINTA (1996).

El segundo hándicap reside en la deficiencia de las dataciones disponibles. La mayor parte de las fechas radiocarbónicas conocidas han sido realizadas con el fin de fijar la cronología de las grandes etapas de la historia de la vegetación, siendo muy raras aquellas que conciernen directamente a las señales de antropización e incluso a las primeras evidencias polínicas de actividad humana. Debido a ello, todo intento de aproximación a los modelos y ritmicidades de la antropización en la Península Ibérica ha de ser tomado con cautela, pues existe aún un cierto riesgo de incertidumbre.

La percepción palinológica de las primeras actividades antrópicas reposa en la utilización clásica de los llamados "indicadores polínicos de antropización" (IVERSEN, 1949; TURNER, 1964; VAN ZIST, 1966; BERGLUND, 1969; BEHRE, 1981, 1986, 1988; JALUT, 1991; RICHARD, 1994a, 1994b, 1995, 1997). A parte de estos marcadores, deberíamos también citar las variaciones coincidentes de las frecuencias polínicas de ciertos taxones arbóreos o arbustivos, principalmente de heliófilos pioneros como abedul o avellano (GALOP, 1998); la aparición de plantas cultivadas (cereales, ciertas leguminosas, *Fagopyrum*); el desarrollo o la aumentación de la representación polínica de plantas relacionadas con prácticas agropastoriles (especies mesícolas, ruderales o nitrófilas) (BARBIER *et al.*, 2001); evidencias de *nicotiana* o *etiosium* (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 1998, 2000); la disminución de la

cobertura arbórea y la aparición de claros, etc. A pesar de estos principios metodológicos de base, debe reconocerse que la caracterización de las primeras trazas de antropización es aún delicada (RICHARD, 1994a), pues a menudo se apoya sobre indicadores polínicos muy discretos o puntuales a nivel porcentual, que revelarían una presión antrópica débil o actividades extensivas lejanas (GALOP, 2000; GALOP & LÓPEZ SÁEZ, 2002). Por precaución, sólo la convergencia de varias señales de antropización debe ser considerada como significativa de una intervención antrópica (GALOP, 1998; BARBIER *et al.*, 2001).

Si el desarrollo de actividades pastorales es fácilmente constatable a nivel palinológico, gracias notablemente a la aparición de cortejos polínicos específicos (Chenopodiaceae, *Urtica*, *Rumex acetosa* tipo, *Rumex acetosella* tipo *Plantago lanceolata* tipo *Plantago major/media* tipo etc.) (GALOP, 1998, 2000), o de microfósiles no polínicos de ecología coprófila indicadores de tales actividades (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2000; GALOP & LÓPEZ SÁEZ, 2002), la cuestión sobre la aparición de los cereales, y por tanto de las primeras manifestaciones polínicas de agricultura, resulta aún una problemática a resolver.

Desde que el hombre comenzara a arar la tierra, los cereales han sido el grupo más importante de plantas cultivadas, aportando una contribución única a la nutrición humana y teniendo un papel determinante en el desarrollo de la agricultura. Por lo tanto, las investigaciones sobre los cereales se enmarcan directamente en el seno de cualquier investigación arqueobotánica, muy especialmente con respecto a las evidencias fundamentadas en su cultivo (RÖSCH *et al.*, 1992).

Uno de los mayores problemas con que se enfrenta un palinólogo, que trabaje en

contexto arqueológico, es la interpretación paleoecológica y paleoeconómica que debe darle a los porcentajes con que aparece el polen de cereal, esté éste presente o no en los espectros polínicos. Esta cuestión resulta particularmente interesante en aquellas regiones donde ciertos géneros cuentan tanto con especies domésticas como silvestres, habiendo sido estas últimas sometidas a un proceso de domesticación progresiva por el hombre con la consiguiente selección genética (DIOT, 1992).

Afortunadamente, la morfología polínica nos permite diferenciar sin problema alguno el polen de cereales o gramíneas domesticadas del de aquéllas de carácter salvaje. El diámetro del grano de polen en *Cerealia* es superior a 45 μm y el diámetro exterior del anillo que rodea el poro debe sobrepasar 8-10 μm , mientras que en las gramíneas silvestres ambos diámetros son inferiores (BEUG, 1961; FEDOROVA, 1964; DIOT, 1992). Algunos laboratorios especializados en investigaciones paleopalinológicas, fundamentalmente en contexto higroturboso, cometen el error de rehidratar sus muestras, lo que conlleva un elevado aumento de la talla de todos los pólenes, con el consiguiente riesgo de confusión entre las gramíneas silvestres respecto de las cultivadas.

Toda vez que un grano de polen ha sido identificado y asignado al grupo *Cerealia*, puede resultar muy interesante una identificación morfológica más precisa utilizando contraste de fase, sobre todo si se cuenta paralelamente con otros datos arqueobotánicos de índole carpológica. El contraste de fase permite diferenciar los pólenes de los géneros *Triticum*, *Hordeum* y *Avena* (BEUG, 1961: 39). En los trigos (*Triticum* sp) la exina aparece ornamentada de islotes de pequeñas punteaciones, mientras que en la cebada (*Hordeum*

sp) la ornamentación es más regular (no en islotes) de puntuaciones más gruesas. En la avena (*Avena* sp) aparecen manchas irregulares, no puntuaciones. El centeno (*Secale*) es mucho más fácil de identificar, pues se diferencia del resto de cereales por su forma oval, y porque el anillo que rodea al poro es festoneado, con un contorno muy irregular.

Algunas gramíneas silvestres, de ambientes húmedos, en ocasiones tienen pólenes que pueden fácilmente confundirse con los de un cereal, pues su diámetro de grano puede ser incluso superior a las 50µm. Éste es el caso de algunas especies de los géneros *Aegilops*, *Agropyrum* (especialmente *A. junceum*), *Bromus* y *Glyceria* (REILLE, 1992, 1995) o *Ampelodesma*. En estos casos, sobre todo cuando se trabaja en contextos húmedos naturales (turberas, paleolagos) en términos de dinámica de la antropización e inicio de las actividades agrícolas (GALOP, 1998), surge la duda sobre si los pólenes asignados a cereales en los análisis polínicos corresponden realmente a éstos o a gramíneas silvestres que, por vivir en estos ambientes húmedos, tienen pólenes relativamente grandes y fácilmente confundibles con los de *Cerealia*. Realmente, podríamos considerar que la presencia por sí sola de pólenes de cereal atribuibles al tipo *Cerealia* no debería constituir una evidencia irrefutable del desarrollo de actividades agrícolas, sino que sería la conjunción de todo un elenco de diversos factores los que podrían atestiguar sin duda alguna tales hechos. Muy acertadamente, VISET et al. (2002), en referencia al desarrollo de la agricultura durante el Mesolítico final en el noroeste de Francia, consideran que la presencia por sí sola de polen de cereal no justifica el desarrollo de actividades agrícolas, sino que éstas se confirman, a parte de por la identificación de polen de *Cerealia*, por la constatación conjunta de evidencias de deforestación, incendio, desarrollo de landas arbustivas típicas de las etapas degradativas del bosque y, finalmente, por una elenca de palinomorfos indicativos de la antropización del medio en los términos establecidos por BEHRE (1981).

tación conjunta de evidencias de deforestación, incendio, desarrollo de landas arbustivas típicas de las etapas degradativas del bosque y, finalmente, por una elenca de palinomorfos indicativos de la antropización del medio en los términos establecidos por BEHRE (1981).

De hecho, las ocurrencias aisladas de granos de polen atribuibles al tipo *Cerealia* son frecuentes durante la primera mitad del Holoceno e incluso durante el Pleistoceno superior (AUBERT, 1993; JALUT et al., 1996), sin que ningún otro indicador de antropización aparezca, en periodos en que toda posible domesticación vegetal que implique cultivo debe ser rechazada en Europa occidental. Estas ocurrencias puntuales en ningún caso deben ser consideradas como la prueba de una actividad agrícola. En estos casos, es preferible suponer la existencia de granos de polen de Gramineae (Poaceae) adscribibles al tipo *Cerealia*, como algunos de los palinomorfos antes referidos. Además, algunas especies de cereales "salvajes" pudieron haber tenido un papel relativamente importante en los cortejos estépico del final del Tardiglaciario, e incluso en los inicios del Holoceno (JALUT et al., 1996). Esto último, por ejemplo, podría eventualmente sugerir la presencia de pólenes de *Secale cereale* type en niveles del final de Tardiglaciario en la secuencia irlandesa de Tory Hill (O'CONNELL et al., 1999).

Las plantas favorecidas por las actividades humanas pueden subdividirse en dos categorías (BEHRE, 1981; SEGERSTRÖM, 1991: 68; VUORELA, 1992; WALLIN, 1996: 303-304; LÓPEZ GARCÍA et al., 1997):

a) apófitos: son las plantas indígenas que están positivamente influenciadas por el hombre y son, por tanto, indicadoras de

prados, pastos y tierras removidas. Este grupo incluye a *Artemisia*, Asteraceae p.p., *Cannabis/Humulus* tipo Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, *Plantago major/media* tipo Gramineae p.p., *Campanula* tipo *Polygonum aviculare* tipo, *Polygonum bistorta* tipo Leguminosae p.p., *Rumex acetosa* tipo *Rumex acetosella* tipo y *Urtica dioica* tipo entre otras.

b) antropócoras: son plantas que puede considerarse que han sido introducidas por el hombre, el cual ha sido, por tanto, el vector dispersor de sus semillas. Usualmente son indicadoras de actividades de arado. En este grupo se incluyen, por ejemplo, *Plantago lanceolata* tipo por su papel de planta que coloniza las tierras abandonadas (BEHRE, 1981: 229), los cereales, las leguminosas cultivadas, ciertas Chenopodiaceae que también son indicadoras de terrenos arados, *Portulaca oleracea*, etc.

La detección palinológica de la modificación humana del medio ambiente puede incluso proporcionar evidencias de una presencia humana antes de que la evidencia arqueológica esté disponible. La precisión con la cual la influencia humana se puede detectar, a partir de los espectros polínicos, es facilitada enormemente por la existencia de actividades agrícolas, las cuales alteran sensiblemente el entorno (MOORE *et al.*, 1991: 9). En comunidades agrícolas es lógico esperar la documentación de elementos que impliquen la destrucción de la vegetación natural, las diversas introducciones de las especies cultivadas, la presencia de malas hierbas asociadas a tales cultivos e incluso a actividades de arado, quema y pastoreo (BEHRE, 1981, 1986; LÓPEZ GARCÍA *et al.*, 1997); e incluso la recuperación de la vegetación que sigue el abandono del sitio, que normalmente no se recupera hasta el punto de la

cubierta original (DELCOURT, 1987). Sin embargo, el reconocimiento de posibles actividades preagrícolas, a partir de los estudios polínicos, es más difícil de prever. Como en toda investigación que suponga la recreación de comunidades del pasado (paleoreconstrucciones), el estudio florístico y fitosociológico de las comunidades agrícolas modernas, y su lluvia polínica, pueden asistir a entender los efectos de la humanidad en la vegetación del pasado.

En definitiva, consideramos que la opción más válida, sin duda indiscutible, es afirmar el desarrollo de actividades de cerealicultura cuando, además de la identificación de pólenes de cereal, se constatan en los espectros polínicos actividades indirectas relacionadas con los cultivos (roza, quema, deforestación para aclarados, erosión de la capa superficial del suelo, aparición de pirófitas, antropización del medio, etc.).

Es posible que, en ocasiones, se de la convergencia de todos los factores antes comentados pero no se identifique polen de cereal. En estos casos, aun cuando pudiéramos afirmar el desarrollo de actividades de cerealicultura de manera indirecta -la ausencia de evidencia no implica evidencia de ausencia-, la prudencia es el mejor aliado en cuanto no tenemos evidencias directas por la presencia de pólenes de cereal. Y aún incluso aunque se llegaran a identificar pólenes de cereal, tendríamos que tener en cuenta en que porcentaje. BERGLUND (1985) ha demostrado claramente que la ausencia de cereales en los espectros polínicos no revela la inexistencia de actividades agrícolas, sino posiblemente un cierto retardo en el registro polínico de esta actividad, cuyo origen pudiera ser imputado al efecto "filtro" causado por la cobertura forestal o la lejanía de las zonas cultivadas. Estos elementos podrían

explicar el *décalage* existente entre las primeras señales polínicas de antropización y la aparición de los primeros pólenes de cereales registrados en los espectros polínicos. Este tipo de asincronismo es relativamente frecuente en las secuencias polínicas procedentes de zonas altas, mientras que son más raros en las situadas a media o baja altura (GALOP, 1998, 2000).

Los cereales pertenecientes a los géneros *Avena*, *Hordeum* y *Triticum* son autógamos, es decir que se autopolinizan, por lo que la dispersión de su polen por el viento es obviamente mínima (HEIM, 1970). VUORELA (1973), así mismo, ha constatado que la dispersión polínica de *Avena* y *Hordeum* es muy limitada durante la floración pero se incrementa considerablemente durante el proceso de cosecha y molienda. Incluso, a lo largo de la ruta de transporte del cereal recogido, se produce una eliminación de ciertos desperdicios, implicando una redispersión del polen. SUBBA REDDI & REDDI (1986: 56) han demostrado, además, que muchos cereales tienen una producción polínica muy baja: *Avena sterilis* (32-3200 granos por antera), *Hordeum vulgare* (2410 granos/antera), *Panicum millaceum* (1050 granos/antera), *Triticum aestivum* (2910 granos/antera) o *Zea mays* (2000-3400 granos/antera). Ambos factores -nula dispersión y escasa producción polínica- limitan la evidencia de cultivos prehistóricos en los espectros polínicos derivados de yacimientos arqueológicos, incluso cuando el área de cultivo estuviera cercana a la zona de muestreo. Esto último contrasta fuertemente con la situación observada en suelos que fueron cultivados previamente, donde grandes cantidades de pólenes de cereal no son en nada infrecuentes (BEHRE, 1976, 1981). En conclusión, las diferencias observadas en la concentración polínica en las especies

autógamas de cereal, en suelos precultivados o basureros, e incluso en niveles habitacionales asociados a actividades humanas, es muy evidente en los análisis polínicos (BEHRE, 1981: 227), pues conllevan porcentajes excepcionalmente altos de tales palinomorfos. RICHARD (1994b: 309) hace también mención a la polución polínica proveniente de aquellos vegetales consumidos o conservados *in situ* (*Cerealia*, *Allium* sp), cuya sobrerrepresentación puede enmascarar la de otros palinomorfos y, por otro lado, dar la sensación de representar un cultivo muy cercano o extenso que no es tal. ROBINSON & HUBBARD (1977) han resumido perfectamente tales hechos, demostrando que porcentajes excesivamente altos de polen de cereal no suelen obedecer a un cultivo cercano sino al aporte indirecto de los granos de polen junto a espigas, espiguillas u otras estructuras florales, en el momento de la recolecta o durante la conservación de los granos de cereal para su posterior manufacturación. En suma, todos estos inconvenientes no vienen sino a enfatizar la dificultad de reconstruir el patrón de cultivo del cereal en las etapas pioneras de la agricultura.

El centeno (*Secale cereale*), a diferencia de la mayoría de cereales, es una especie alógama, con una gran productividad polínica y una buena capacidad dispersiva de su polen, siendo la presencia de éste el mejor y más real indicador de su cultivo (BEHRE, 1981: 227). Sin embargo, VUORELA (1973), en su estudio sobre la lluvia polínica actual alrededor de campos cultivados en Finlandia, sugiere la poca capacidad polinizante del centeno, la cual es debida-parcialmente- al elevado tamaño relativo de su grano de polen, el cual puede afectar sensiblemente a su transporte y dispersión con las corrientes de aire. Curiosamente, el centeno tiene una alta producción polínica de hasta 13200-19000 gra-

nos por antera (SUBBA REDDI & REDDI, 1986: 56), en comparación con otros cereales que antes se comentaron. Los estudios que nosotros hemos realizado, sobre la capacidad dispersiva de este taxón en la estepa arbolada de la zona situada al sur de los Urales (Rusia), parte de los cuales han sido ya publicados (VICENT *et al.*, 2000), están de acuerdo con las conclusiones derivadas del estudio de VUORELA (1973), pues en ninguna de las muestras investigadas apareció polen de *Secale cereale* en la lluvia polínica actual, cuando en cambio es uno de los cereales cultivados hoy en día en la región.

A menudo se ha considerado, en referencia al polen de cereal, que porcentajes polínicos altos en los espectros arqueopalinológicos respondían a la proximidad inmediata a la zona de estudio de campos cultivados de cereal. Sin embargo, estudios de lluvia polínica actual han mostrado resultados muy dispares. Así, HEIM (1970) afirma que porcentajes del orden del 10 al 15% de polen de cereal reflejarían una proximidad ciertamente cercana de campos de cereal; de BEAULIEU (1977), en cambio, constata que los cereales no sobrepasan el 1% de la suma base polínica más que a distancias siempre inferiores a 100 metros de las zonas cultivadas, desapareciendo completamente a mayores distancias.

Puesto que no solamente importa la distancia respecto a las áreas cultivadas, sino también el grado de cobertura de la vegetación herbácea local, de la densidad de bosques, del método de cosecha y de las posibles vías o factores que hayan podido afectar a la dispersión del polen de los cereales, una ocurrencia aislada de *Cerealia* no debe significar obligatoriamente la presencia de agricultura en una determinada zona (VUORELA, 1973: 12). Durante la Prehistoria, cuando tuvo que desarrollarse una agricul-

tura primitiva, los campos de cultivo variaban su posición constantemente, siguiendo los aclarados realizados en el bosque y bajo un sistema de barbecho que mantuviera la riqueza potencial de los suelos. Por lo tanto, una ocurrencia aislada de pólenes de cereales debería ser interpretada en términos de una práctica agrícola global, quizá a nivel regional, que no implicara la existencia de zonas cultivadas exactamente en el mismo punto de muestreo. Además, otras prácticas antrópicas, como la trashumancia o trasterminancia ganaderas, se constituyen también con eventuales vectores de transporte de los granos de polen de cereales (MOE & VAN DER KNAPP, 1990), redundando en una práctica social que no debe encerrarse en un marco geográfico delimitado, más cuando los porcentajes de *Cerealia* son realmente bajos.

RICHARD (1985), por su parte, en sus investigaciones paleopalinológicas de los hábitat lacustres neolíticos del Jura (Francia), ha confirmado igualmente los problemas de interpretación que sustentan los porcentajes de cereal en los diagramas polínicos, al afirmar que, en ocasiones, porcentajes desproporcionados de cereal, en zonas en las que hipotéticamente era imposible cualquier tipo de cultivo a no menos de 300 metros de distancia, podían obedecer bien a un aporte humano en la recolección de cereal en su momento óptimo de floración (y polinización), bien al transporte no intencional del polen junto a sus estructuras productoras (espigas o espigillas de las inflorescencias de gramíneas) hasta la zona de estudio. El estudio de lluvia polínica llevado a cabo por el mismo autor (RICHARD, 1983, 1985) demostró que los porcentajes de polen de cereal en la actualidad nunca sobrepasaron el 2% en el seno de campos de cultivo, confirmando entonces que el análisis palinológico emprendido en el entorno de sus yacimientos ar-

queológicos reflejaba un cortejo polínico que no respondía a su deposición natural, sino que venía fuertemente influenciado por las actividades de origen antrópico contemporáneas a tal deposición. Además, RICHARD (1985) demostró que la realización de un estudio paleopalínológico paralelo en sedimentos de origen natural (paleolago), que no arqueológicos, sí reflejaba fidedignamente una lluvia polínica sin influencia antrópica en el proceso de sedimentación, en el cual el porcentaje de cereal jamás alcanzaba valores desproporcionados (siempre fueron inferiores al 1%). De la misma manera, VUORELA *et al.* (1992) confirman porcentajes de cereal de hasta el 15-35% entre los siglos XIII y XVI A.D. en Finlandia, y llegan a la misma conclusión: "estos porcentajes no se deben a un cultivo local, sino que proceden posiblemente del almacenamiento de cereal por el hombre para su alimentación o la del ganado. En conclusión, RICHARD (1985) no pudo por menos que admitir la existencia, como en la gran mayoría de los yacimientos arqueológicos, de ciertas anomalías tafonómicas de la sedimentación polínica, que son generalmente debidas a fenómenos de origen antrópico, y que en la mayoría de los casos dificultan, impiden o, incluso, han dado lugar a interpretaciones paleoecológicas y paleoeconómicas totalmente erróneas.

Sin embargo, y aun estando fuertemente de acuerdo a lo apuntado por los autores anteriores, no podemos por menos que especificar que los problemas tafonómicos derivados del contexto arqueopalínológico no pueden ser extrapolables a todos los yacimientos, sino que cada uno de ellos tiene sus propias particularidades, a partir de las cuales deben realizarse las correcciones interpretativas pertinentes (GROENMAN-VAN WAATERINGE, 1993; VICENT *et al.*, 2000).

EL FUTURO DE LA ARQUEOPALINOLÓGIA

Uno de los problemas que aún persisten es la falta de comunicación entre palinólogos y arqueólogos, aunque debemos reconocer que ya se ha recorrido un gran camino en este diálogo. Los arqueólogos deben adquirir los conocimientos básicos sobre lo aportado por los datos palinológicos, y reconocer como la palinología puede llegar a ser una parte más, ciertamente importante, de sus propias excavaciones e investigaciones.

La mayoría de los arqueopalínólogos están familiarizados con la terminología arqueológica y el proceso de excavación, y son capaces de concebir las mismas problemáticas propuestas por el arqueólogo, entre las que no pueden desdenarse las limitaciones de tipo económico inherentes a su disciplina. En base a todo ello, antes de una excavación, el diseño de ésta y la previsión conjunta, entre arqueólogo y palinólogo, del número y localización de las muestras, es un requisito imperativo, de la misma manera que el mantenimiento de tal cooperación toda vez que la excavación progresa.

Como afirma RICHARD (1985), no es cuestión de obviar y abandonar para siempre las investigaciones palinológicas emprendidas en yacimientos arqueológicos - investigaciones éstas que ciertos laboratorios parecen haber desterrado por completo-, sino que, al menos, es necesario tener en cuenta el aporte polínico de ciertos taxones por medio del hombre e incluso de los animales domésticos. Estudios de lluvia polínica paralelos a la investigación arqueopalínológica (BUI-TIU, 1974; BURJACHIS, 1988, 1990; VICENT *et al.*, 2000), así como análisis palinológicos en sedimentos no arqueológicos

lógicos (turberas, paleolagos) cercanos a los propios yacimientos (RICHARD, 1993; SÁNCHEZ GOÑI, 1993; LÓPEZ GARCÍA & LÓPEZ SÁEZ, 1994a, 1994b; RUIZ ZAPATA *et al.*, 1997; BURJACHS *et al.*, 2000), parecen ser, entonces, las mejores medidas para lograr una interpretación paleoecológica adecuada y correcta del registro paleoambiental y palinológico, así como para inferir cualquier tipo de alteración tafonómica acaecida en los yacimientos arqueológicos durante la sedimentación polínica. Estudios a alta resolución, principalmente en turberas, sedimentos higroturbosos o lacustres, son el mejor camino a seguir para lograr lo antes dicho (RICHARD, 1993; GALOP, 1998).

Es importante señalar que, a día de hoy, la escala de resolución es cada vez más detallada, y en las secuencias polínicas los muestreos acontecen a veces cada centímetro. Si estamos interesados en una investigación pormenorizada de la dinámica de la antropización o sobre el inicio de la agricultura, ésta es, sin duda, la mejor estrategia de estudio (GALOP, 1998).

El examen detallado de los datos palinológicos muestra la existencia de una fuerte variabilidad espacio-temporal en la aparición de los primeros indicios polínicos de antropización, lo que nos incita a concebir esta problemática desde una perspectiva diacrónica y espacial.

La paleopalinología no es una panacea: no siempre es capaz de dar respuestas a todas las cuestiones propuestas por el arqueólogo (BRYANT & HALL, 1993: 284). Sin embargo, muchas veces, esta ciencia resulta la única capaz de aportar cierto tipo de información completamente necesaria a la investigación arqueológica: paleopaisaje, bases paleoeconómicas (agricultura y ganade-

ría), ritmos y dinámicas del proceso de antropización, incidencia del fuego, etc. (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 1998, 2000; GALOP & LÓPEZ SÁEZ, 2002).

Por regla general, la gran mayoría de arqueólogos relacionan la investigación palinológica con la reconstrucción del patrón paleoambiental. Sin embargo, tal reconstrucción no siempre es fácil de establecer por el palinólogo, pues la información arqueológica suele ser ciertamente restrictiva (muestreos puntuales, niveles culturales y cronológicos concretos, etc.). En cambio, el palinólogo sí está capacitado para separar aquellos datos polínicos que reflejen el paleoambiente de otros que procedan de actividades culturales. En adición a la reconstrucción paleoambiental de un yacimiento arqueológico, es probable, sólo en ciertas ocasiones, que el palinólogo sea capaz de determinar un variado rango de fenómenos, tales como dietas prehistóricas, posibles rituales ceremoniales, patrones de subsistencia, uso de plantas nativas o cultivadas, utilización de cierto tipo de artefactos, probable uso de ciertas estructuras arquitectónicas, correlación estratigráfica y cronológica entre diversos perfiles, reconocimiento de la potencialidad o importancia de ciertos yacimientos, etc. (BRYANT & HOLLOWAY, 1983: 210, 1996).

En fin, como afirman BRYANT & HOLLOWAY (1996: 916), el futuro de la arqueopalinología es brillante. Mientras que hace unas décadas los estudios arqueopalinológicos eran más bien raros, en la actualidad no sólo se cuenta con técnicas extractivas especialmente desarrolladas para esta disciplina, sino por igual con delimitaciones de tipo tafonómico que encuadran estos estudios dentro de parámetros de fiabilidad estadística. El

aporte de las nuevas investigaciones arqueopalinológicas ha permitido definir nuevas ideas sobre los hábitos y formas de vida de las culturas del pasado, elementos tales que incluso no eran evidentes antes de los análisis de polen. Y podríamos afirmar, sin ánimo de confundirnos, que la arqueopalinología aún no ha tocado techo. España, afortunadamente, no ha perdido el tren del desarrollo científico de esta disciplina, y diversas escuelas de arqueopalinólogos prosperan hoy en Andalucía, Cataluña, Galicia, Madrid, Murcia y País Vasco.

BIBLIOGRAFÍA

- AIRA RODRÍGUEZ, M.J. & VÁZQUEZ VARELA, J.M. (1985). Nuevos datos palinológicos sobre la agricultura prehistórica en Galicia (España). *Trab. Antropol. Etnol.* 25(2-4):241-252.
- ALMQUIST-JACOBSON, H. & SANGER, D. (1995). Holocene climate and vegetation in the Milford drainage basin, Maine, U.S.A., and their implication for human history. *Veg. Hist. Archaeobot.* 4:211-222.
- ARGANT, J. (2001). What is the meaning of the high percentages of fern spores in archaeological sediment palynological analyses. In: D.K. GOODMAN & R.T. CLARKE (eds), *Proceedings of the IX International Palynological Congress, Houston, Texas, U.S.A., 1996*, pp. 339-345. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, Texas.
- AUBERT, S. (1993). *Étude palynologique de la tourbière de la Bassa d'Ules (val d'Arán, Espagne)*. D.E.A., Université de Toulouse-le Mirail, Toulouse.
- BADAL, E. & ROIRON, P. (1995). La prehistoria de la vegetación en la Península Ibérica. *Saguntum*, 28:29-48.
- BARBIER, D., BURNOUF, J. & VISET, L. (2001). Les diagrammes société/végétation: un outil de diagnostic interdisciplinaire pour la compréhension des interactions homme/milieu. *Quat.* 12(1-2):103-108.
- BARKLEY, F.A. (1934). The statistical theory of pollen analysis. *Ecol.* 47:439-447.
- BASTIN, B. (1964). Essai d'analyse pollinique de loess en Belgique selon la méthode de Frenzel. *Agric.* 12:703-706.
- BEAULIEU DE, J.L. (1977). *Contribution palleanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises*. Thèse, Université de Marseille III, Marseille.
- BEHRE, K.E. (1976). Beginn und Form der Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland nach pollenanalytischen Untersuchungen in Ostfriesland. *Neue Ausgrab. Forsch. Niedersachs.* 10:197-224.
- BEHRE, K.E. (1981). The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23:225-245.
- BEHRE, K.E. (1986). *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. A.A. Balkema, Rotterdam.
- BEHRE, K.E. (1988). The role of man in Europe vegetation history. In: B. HUNTLEY & T. WEBB (eds), *Vegetation History*, pp. 633-672. Kluwer Academic Publications, London.
- BERGLUND, B.E. (1969). Vegetation and human influence in South Scandinavia during prehistoric time. *Oikos Suppl.* 12:9-28.
- BERGLUND, B.E. (1985). Early agriculture in Scandinavia: research problems related to pollen analytical studies. *Nor. Archaeol. Rev.* 18:77-105.
- BERGLUND, B.E. (1991). The cultural landscape during 6000 years in southern Sweden - the Ystad Project. *Ecol. Bull.* 41:1-495.
- BEUG, H.J. (1961). *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
- BIRKS, H.J.B. & BIRKS, H.H. (1980). *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold, London.
- BIRKS, H.H.; BIRKS, H.J.B.; KALAND, P.E. & MOE, D. (1988). *The cultural landscape - past, present and future*. Cambridge University Press, Cambridge.

- BOTTEMA, S. (1975). The interpretation of pollen spectra from prehistoric settlements (with special attention to liguiflorae). *Palaeohist.* 17:17-35.
- BOURQUIN-MIGNOT, C.; BROCHIER, J.E.; CHABAL, L.; CROZAT, S.; FABRE, L.; GUIBAL, F.; MARINVAL, P.; RICHARD, H.; TERRAL, J.F. & THÉRY-PARISOT, I. (1999). La Botanique. In: A. FERDIÈRE (ed.) *Archéologiques*. Errance, Paris.
- BRYANT, V.M. (1969). Late fullglacial and postglacial pollen analysis of Texas sediments. Ph. D. dissertation on file, University of Texas Library, Austin.
- BRYANT, V.M. (1978). Palynology: a useful method for determining palaeoenvironments. *Tex. J. Sci.* 30:25-42.
- BRYANT, V.M. (1988). Preservation of biological remains from archaeological sites. In: C. MATHEWSON (ed.), *Interdisciplinary Workshop on the Physical-Chemical-Biological processes affecting archaeological sites*, pp. 85-115. U.S. Army Corp of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
- BRYANT, V.M. & HALL, S.A. (1993). Archaeological palynology in the United States: a critique. *Am. Antiq.* 58(2):277-286.
- BRYANT, V.M. & HOLLOWAY, R.G. (1983). The role of palynology in archaeology. *Adv. Archaeol. Method Theory* 6:191-224.
- BRYANT, V.M. & HOLLOWAY, R.G. (1996). Chapter 23. New frontiers in Palynology. 23A - Archaeological Palynology. In: J. JANSONIUS & D.C. MCGREGOR (eds), *Palynology: principles and applications*, 3:913-917. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Salt Lake City, Utah.
- BUI-THI, M. (1974). Contribution à l'étude du transport et de la sédimentation des pluies polliniques dans un abri sous-roche. L'abri Vaufrey (Dordogne). Thèse de 3ème. cycle, Université de Bordeaux, Bordeaux.
- BURJACHS, F. (1985). Aplicació de l'anàlisi pol·línica al jaciment arqueològic de la Cova 120 (Alta Garrotxa, Catalunya). Tesis de Licenciatura, Facultat de Lletres, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- BURJACHS, F. (1988). Análisis polínico de los niveles cerámicos de la Cova 120 (Alta Garrotxa, Catalunya). *Acta Salmant.* 65:285-290.
- BURJACHS, F. (1990). *Palinologia dels dòlmens de l'Alt Empordà i dels dipòsits quaternaris de la cova de l'Arbreda (Serinyà, Pla de l'Estany) i del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa). Evolució del paisatge vegetal i del clima des de fa més de 140.000 anys al EN de la Península Ibèrica*. Tesis Doctoral, Publicaciones de la Universitat Autònoma de Barcelona, Edició microfotogràfica 1991, Bellaterra.
- BURJACHS, F.; BLECH, M.; MAZORLI, D. & JULIÀ, R. (2000). Evolución del paisaje vegetal en relación con el uso del territorio durante la Edad del Hierro en el NE de la Península Ibérica. In: R. BUXÓ & E. PONS (eds), *Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'edat del Ferro de l'Europa occidental: de la producció al consum*, pp. 31-42. Publicacions del Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona.
- BURJACHS, F.; GIRALT, S.; ROCA, J.R.; SERET, G. & JULIÀ, R. (1997). Palinología holocena y desertización en el Mediterráneo Occidental. In: J.J. IBÁÑEZ, B.L. VALERO & C. MACHADO, (eds), *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación*, pp. 379-394. Geoforma Ediciones, Logroño.
- CARRIÓN, J.S. (1992). Late Quaternary pollen sequence from Carrihuela Cave, southeastern Spain. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 71:37-77.
- CARRIÓN, J.S. (2001). Condicionantes de la respuesta vegetal al cambio climático. Una perspectiva paleobiológica. *Acta Bot. Malacit.* 26:157-176.
- CARRIÓN, J.S. (2002). A taphonomic study of modern pollen assemblages from dung and surface sediments in arid environments of Spain. *Rev. Palaeob. Palynol.* 120:217-232.
- CARRIÓN, J.S.; ANDRADE, A.; BENNETT, K.D.; NAVARRO, C. & MUNUERA, M. (2001). Crossing forest thresholds: inertia and collapse

- in a Holocene sequence from south-central Spain. *The Holocene*, 11(6):635-653.
- CARRIÓN, J.S.; MUNUERA, M.; NAVARRO, C. & SÁEZ, F. (2000). 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.; VAN GEEL, B.; MUNUERA, M. & NAVARRO, C. (1999). Palaeoecological evidence of pollen sequence in eastern Spain challenges existing concepts of vegetation change. *South Afr. J. Sci.* 95:44-46.
- CATTANI, L. (1989). L'apporto della Palinologia allo studio della Preistoria. In: *Atti della XXVII Riunione Scientifica. Dottrina e metodologia della ricerca preistorica, Ferrara 17-20 Novembre 1987*, pp. 357-365. Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Università degli Studi di Ferrara, Ferrara.
- CLARY, K.H. (1989). Reducing ambiguity in the archaeological pollen record by improving recovery of economic pollen. *Palynol.* 13:281.
- COÛTEAUX, M. (1977). À propos de l'interprétation des analyses polliniques de sédiments minéraux, principalement archéologiques. In: H. LAVILLE, & J. RENAULT-MISKOVSKY (eds), *Approche écologique de l'homme fossile. Suppl. Bull. Assoc. Fr. Etud. Quat.* 47:259-276.
- DAVIDSON, I. (1976). Seasonality in Spain. *Zephyrus*, 26-27:167-173.
- DAVIS, O.K. (1990). Caves as sources of biotic remains in arid western North America. *Palaeogeograph. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 76:331-348.
- DELCOURT, H.R. (1987). The impact of prehistoric agriculture and land occupation on natural vegetation. *Trends in Ecol. Evol.* 2:39-44.
- DIMBLEBY, G.W. (1957). Pollen analysis of terrestrial soil. *New Phytol.* 56:12-28.
- DIMBLEBY, G.W. (1985). *The Palynology of Archaeological Sites*. Academic Press, New York.
- DIOT, M.F. (1984/1985). Aspects particuliers de la démarche palynologique. 2. La palynologie des époques historiques en France. *Nouv. Archéol.* 18:23-26.
- DIOT, M.F. (1992). Études palynologiques des blés sauvages et domestiques issus de cultures expérimentales. In: *Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approches expérimentales et ethnographiques. Monographie du CRA*, 6, pp. 107-111. Centre de Recherches Archéologiques, eds CNRS, Sophia-Antipolis.
- DUPRÉ, M. (1986). Contribution de l'analyse pollinique à la connaissance du paléoenvironnement en Espagne. *Anthropol.* 90(3):589-591.
- DUPRÉ, M. (1988). *Palinología y paleoambiente. Nuevos datos españoles*. Universitat de València, Valencia.
- EIROA, J.J. (1978). Datación radiocarbónica, arqueológica y ambiental en la Cueva del Asno (Soria). In: *C-14 y Prehistoria de la Península Ibérica*, pp. 113-121. Fundación Juan March, Serie Universitaria 77, Madrid.
- ERDTMAN, G. (1969). *Handbook of Palynology*. Munksgaard, Copenhagen.
- FEDOROVA, R.V. (1964). Occurrence of pollen grains of synanthropic and cultured plants in archaeological monuments. *Pollen et Spores*, 6(1):141-146.
- GALOP, D. (1998). La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée. Geode, Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Toulouse.
- GALOP, D. (2000). Propagation des activités agropastorales sur le versant nord-pyrénéen entre le VI^e et le III^e millénaire av. J.-C.: l'apport de la palynologie. In: *Société et espaces. Actes des Rencontres méridionales de Préhistoire récente*, Toulouse 1998, pp. 101-108. Editions des Archives d'Ecologie Préhistorique, Toulouse.
- GALOP, D. & LÓPEZ SÁEZ, J.A. (2002). Histoire agraire et paléoenvironnement: les apports de la palynologie et des microfossiles non-polliniques. *Trab. Antropol. Etnol.* 42(1-2):161-164.
- GIRARD, M. (1973). Pollens et Paléoenvironnement. In: *L'homme, hier et aujourd'hui. Recueil d'études en hommage à André Leroi-Gourhan*, pp. 317-332. Editions Cujas, Paris.

- GIRARD, M. (1975). Prélèvements d'échantillons en grotte et station de terrain sec en vue de l'analyse pollinique. *Bull. Soc. Préhist. Fr.* 72(5):158-160.
- GROENMAN-VAN WAATERINGE, W. (1993). The effects of grazing on the pollen production of grasses. *Veg. Hist. Archaeob.* 2:157-162.
- GROS, R. (1984). Contrôle de validité des analyses sporo-polliniques. *Rev. Paléobiol.* volume spécial:85-95.
- GUILLÉN OTERINO, A. (1988/1989). Resultados de los primeros análisis esporopolínicos en la Cueva del Nispero (Orbaneja del Castillo, Sedano, Burgos). *Zephyrus*, 41-42:101-112.
- HALL, S.A. (1981). Deteriorated pollen grains and the interpretation of Quaternary pollen diagrams. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 32:193-206.
- HAVINGA, A. (1964). Investigations into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores. *Pollen et Spores*, 6:621-635.
- HAVINGA, A. (1971). An experimental investigation into the decay of pollen and spores in various soil types. In: L. BROOKS (ed.), *Sporopollenin*, pp. 446-479. Academic Press, New York.
- HEIM, J. (1970). Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale. Thèse, Université de Louvain, Laboratoire de Palynologie et Phytosociologie, Louvain.
- HOLLOWAY, R.G. (1981). Preservation and experimental diagenesis of pollen exine. Ph. D. dissertation on file, University of Texas Library, Austin.
- HUNTLEY, B. (1990). European vegetation history: palaeovegetation maps from pollen data - 13,000 yr. BP to present. *J. Quat. Sci.* 5(2):103-122.
- IRIARTE, M.J. & ZAPATA, L. (1996). El paisaje prehistórico en el País Vasco. Diputación Foral de Álava, Vitoria.
- IVERSEN, J. (1941). Landnam i Danmarks stenålder. *Dan. Geol. Unders. II Række* 66:1-68.
- IVERSEN, J. (1949). The influence of prehistoric man on vegetation. *Dan. Geol. Under.* 4(3, 6):5-22.
- JALUT, G. (1991). Le pollen traducteur du paysage agraire. In: J. GUILAINE (ed.), *Pour une archéologie agraire*, pp. 345-368. Editions Colin, Paris.
- JALUT, G. (1995). Analyse pollinique de sédiments holocènes de l'étang de Capestang (Hérault). In: J. GUILAINE (ed.), *Temps et espace dans le bassin de l'Aude du Néolithique à l'âge du Fer*, pp. 293-303. Centre d'Anthropologie, Toulouse.
- JALUT, G.; AUBERT, S.; GALOP, D.; FONTUGNE, M. & BELLET, J.M. (1996). Tipo regions F-zg and F-r, the northern slope of the Pyrenees. In: B.E. BERGLUND, H.J.B. BIRKS, M. RALSKA-JAZIEWICZOWA & H.E. WRIGHT (eds), *Palaeoecological events during the last 15000 years - Regional syntheses of Palaeoecological studies of lakes and mires in Europe*, pp. 612-632. John Wiley & Sons Ltd., London.
- JANSSEN, C. (1981). Contemporary pollen assemblages from the Vosges (France). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 33:183-313.
- JULIÀ, R.; NEGENDANK, J.F.W.; SERET, G.; BRAUER, A.; BURJACHS, F.; ENDRES, CH.; GIRALT, S.; LOBO, A.; PARÉS, J.M.; ROCA, J.R. & WANSARD, G. (2000). Origin and evolution of desertification in the Mediterranean environment in Spain. In: P. BALABANIS, D. PETER, A. GHAZI & M. TSOGAS (eds), *Mediterranean Desertification - Research results and policy implications*, 2:67-75. European Commission, Brussels.
- JULIÀ, R.; RIERA, S. & BURJACHS, F. (2001). Holocene short events in the Iberian Peninsula based on pollen records. *Terra Nostra*, 2001/2:42-49.
- KING, J.E.; KLIPPEL, W.E. & DUFFIELD, R. (1975). Pollen preservation and archaeology in Eastern North America. *Am. Antiqu.* 40:180-190.
- LEROI-GOURHAN, A. & RENAULT-MISKOVSKY, J. (1977). La palynologie appliquée à l'archéologie: méthodes, limites et résultats. In: H. LAVILLE & J. RENAULT-MISKOVSKY (eds), *Approche écologique de l'homme fossile. Suppl. Bull. Assoc. Fr. Etud. Quat.* 47:35-51.

- LÓPEZ GARCÍA, P. (1978). Resultados polínicos del Holoceno en la Península Ibérica. *Trab. Prehist.* 35:1-44.
- LÓPEZ GARCÍA, P. (1982). Polen para arqueólogos. *Rev. Arqueol.* 21:8-13.
- LÓPEZ GARCÍA, P. (1985). Resultados de análisis polínicos del Holoceno en la Meseta española procedentes de yacimientos arqueológicos. *Anal. Asoc. Palinól. Leng. Esp.* 2:283-288.
- LÓPEZ GARCÍA, P. (1986). Estudio palinológico del Holoceno español a través del análisis de yacimientos arqueológicos. *Trab. Prehist.* 43:143-158.
- LÓPEZ GARCÍA, P. (1991). El cambio cultural del IV al II milenios a. C. en la comarca noroeste de Murcia. Volumen I. C.S.I.C., Madrid.
- LÓPEZ GARCÍA, P. (1997). El Paisaje Vegetal de la Comunidad de Madrid durante el Holoceno Final. Serie Arqueología, Paleontología y Etnografía, Monográfico 5, Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid, Madrid.
- LÓPEZ GARCÍA, P.; ARNANZ, A.; UZQUIANO, P. & LÓPEZ SÁEZ, J.A. (1997). Los elementos antrópicos en los análisis arqueobotánicos como indicadores de los usos del suelo. In: J.M. GARCÍA RUIZ & P. LÓPEZ GARCÍA, (eds), *Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos*, pp. 41-59. Instituto Pirenaico de Ecología, Zaragoza.
- LÓPEZ GARCÍA, P. & LÓPEZ SÁEZ, J.A. (1994a). El paisaje andaluz en la Prehistoria: datos paleopalínológicos. *Rev. Esp. Micropaleontol.* 26:49-59.
- LÓPEZ GARCÍA, P. & LÓPEZ SÁEZ, J.A. (1994b). Comparison of peats and archaeological samples in the Andalusian region, Spain. In: O.K. DAVIS (ed.), *Aspects of archaeological palynology: methodology and applications*, pp. 127-139. American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series n° 29, Houston, Texas.
- LÓPEZ GARCÍA, P. & LÓPEZ SÁEZ, J.A. (2000). Le paysage et la phase Épipaléolithique-Mésolithique dans les Pré-Pyrénées Aragonaises et le Bassin Moyen de l'Èbre à partir de l'analyse palynologique. In: *Les derniers chasseurs cueilleurs d'Europe occidentale, Actes du colloque international de Besançon octobre 1998*, pp. 59-69. Annales Littéraires: 699, Série "Environnement, sociétés et archéologie", 1, Presses Universitaires Franco-Comtoises, Besançon.
- LÓPEZ GARCÍA, P., LÓPEZ SÁEZ, J.A. & MACÍAS ROSADO, R. (2002). La Paleopalínología en el Laboratorio de Arqueobotánica del Departamento de Prehistoria, Instituto de Historia, CSIC: 1977-2002. *Trab. Prehist.* 59:143-156.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A., DÍAZ FERNÁNDEZ, P.M. & SÁNCHEZ VILLAPADIerna, J.J. (1991a). La Criptogamia: Ciencia complemento de la Arqueología. *Trab. Prehist.* 48:383-393.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A. & LÓPEZ GARCÍA, P. (1992). Dinámica del paisaje: un modelo de interpretación a través de la Paleopalínología. In: J.F. MARTÍN DUQUE (ed.), *V Jornadas sobre el Paisaje: Transformaciones del Paisaje en áreas de influencia de grandes núcleos urbanos*, pp. 375-385. Segovia.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A., LÓPEZ GARCÍA, P. & MACÍAS ROSADO, R. (1991b). Análisis polínico del yacimiento arqueológico de El Raso de Candelada (Ávila). *Actas de Gredos*, 11:39-44.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A., VAN GEEL, B., FARBOSTEXIER, S. & DIOT, M.F. (1998). Remarques paléocologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France. *Rev. Paléobiol.* 17(2):445-459.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A., VAN GEEL, B. & MARTÍN SÁNCHEZ, M. (2000). Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica. In: V. OLIVEIRA JORGE, *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica. Actas 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, Vila-Real, Portugal, setembro de 1999*, 9: 11-20. Adecap, Porto.
- LOWE, J.J. (1982). Three Flandrian pollen from the Teith valley, Perthshire, Scotland: Analysis of deteriorated pollen. *New Phytol.* 90:371-385.
- MARISCAL, B. (1994). Variación de la vegetación de Soria según el registro polínico del yacimien-

- to de Fuentesauco (2700-2200 B.P.). In: **II Congreso Nacional del Medio Ambiente, vol. II**, pp. 377-392. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MARTIN, P.S. (1963). **The last thousand years, a fossil pollen of the American Southwest**. University of Arizona, Tucson.
- MCANDREWS, J.H. (1988). Human disturbance of North America forests and grasslands: the fossil pollen record. In: B. HUNTLEY & T. WEBB III (eds), **Handbook of Vegetation Science**, pp. 673-697. Kluwer, Dordrecht.
- MCANDREWS, J.H. & KING, J.E. (1976). Pollen of the North American Quaternary: the top twenty. *Geosci. Man* 15:41-49.
- MOE, D. & VAN DER KNAPP, W.E. (1990). Transhumance in mountain areas: additional interpretation of three pollen diagrams from Norway, Portugal and Switzerland. In: D. MORE & S. HICKS (eds), **Impact of prehistoric and medieval man on the vegetation: man at the forest limit**. PACT, 31:91-102.
- MOORE, P.D., WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. (1991). **Pollen analysis**. 2nd. edition. Blackwell Scientific Publications, London.
- MORZADÉC-KERFOURN, M.T. (1977). Remarques concernant la corrosion des grains de pollen dans les sédiments soumis à l'altération. In: H. LAVILLE & J. RENAULT-MISKOVSKY (eds), **Approche écologique de l'homme fossile. Suppl. Bull. Assoc. Fr. Etud. Quat.** 47:51-52.
- NAVARRO, C. (2000). **Potencial analítico de los registros polínicos en cuevas. Tafonomía y paleoecología**. Tesis Doctoral (inédit.), Universidad de Murcia, Murcia.
- O'CONNELL, M.; HUANG, C.C. & EICHER, U. (1999). Multidisciplinary investigations, including stable-isotope studies, of thick Late-glacial sediments from Tory Hill, Co. Limerick, western Ireland. *Palaeogeogr. Palaeoecimatol. Palaeoecol.* 147:169-208.
- OREJAS, A.; RUIZ DEL ÁRBOL, M. & LÓPEZ, O. (2002). Los registros del paisaje en la investigación arqueológica. *Arch. Esp. Arqueolog.* 75:287-311.
- PEARSALL, D.M. (1989). **Paleoethnobotany: A Handbook of Procedures**. Academic Press, New York.
- PONS, A. & REILLE, M. (1986). Nouvelles recherches polléanalytiques à Padul (Granada): la fin du dernier glaciaire et l'Holocène. In: F. LÓPEZ VERA (ed.), **Quaternary climate in the Western Mediterranean. Proceedings of the Symposium on climatic fluctuations during the Quaternary in Western Mediterranean Regions**, pp. 405-420. Universidad Autónoma, Madrid.
- RAMIL REGO, P. (1993). Evolución climática e historia de la vegetación durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno en las regiones montañosas del Noroeste Ibérico. In: A. PÉREZ ALBERTI, L. GUTIÁN RIVERA & P. RAMIL REGO (eds), **La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos**, pp. 25-60. Xunta de Galicia, A Coruña.
- REILLE, M. (1990). **Leçons de palynologie et d'analyses polliniques**. Editions du C.N.R.S., Paris.
- REILLE, M. (1992). **Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord**. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
- REILLE, M. (1995). **Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Supplement 1**. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
- RENAULT-MISKOVSKY, J. & LEROI-GOURHAN, A. (1981). Palynologie et archéologie: nouveaux résultats, du Paléolithique Supérieur au Mésolithique. *Bull. Assoc. Fr. Etud. Quat.* 32:121-128.
- RICHARD, H. (1983). **Nouvelles contributions à l'histoire de la végétation franco-comtoise tardiglaciaire et holocène à partir des données de la palynologie**. Thèse de 3ème cycle. Faculté des Lettres, Université Franche-Comté, Besançon.
- RICHARD, H. (1985). Un exemple de pollution anthropique dans les analyses polliniques: les habitats néolithiques du Grand Lac de Clairvaux (Jura). In: J. RENAULT-MISKOVSKY M. BUI-THI & M. GIRARD. **Palynologie**

- Archéologique. Actes des Journées du 25-26-27 janvier 1984. Notes et monographies techniques N° 17, pp. 279-297. Editions du C.N.R.S., Paris.
- RICHARD, H. (1991). Perception palynologique de l'évolution de la végétation riveraine des lacs jurassiens : réalité ou fiction ? In: *Congres national des Sociétés savantes, Chambéry, Pré-protogéologie*, pp. 149-159. Editions du C.T.H.S., Besançon.
- RICHARD, H. (1993). Palynological Micro-Analysis in Neolithic Lake Dwellings. *J. Archaeol. Sci.* 20:241-262.
- RICHARD, H. (1994a). Indices polliniques d'une néolithisation précoce sur le premier plateau du Jura (France). *Comptes Rendus Acad. Sci. Paris, série IIa*, 318:993-999.
- RICHARD, H. (1994b). Évaluation de l'impact de l'homme sur la végétation: l'apport de la palynologie. *Hist. & Mes.* 9(3/4):305-316.
- RICHARD, H. (1995). Indices d'anthropisation dans les diagrammes polliniques du massif jurassien. *Palynoscience*, 3:37-49.
- RICHARD, H. (1997). Indices polliniques de néolithisation du Massif jurassien aux VI^e et V^e millénaires. *Quat.* 8(1):55-62.
- ROBINSON, M. & HUBBARD, R.N.L.B. (1977). The transport of pollen in the bracts of hulled cereals. *J. Archaeol. Sci.* 4:197-199.
- RÖSCH, M.; JACOMET, S. & KARG, S. (1992). The history of cereals in the region of the former Duchy of Swabia (*Herzogtum Schwaben*) from the roman to the post-medieval period: results of archaeobotanical research. *Veg. Hist. Archaeobot.* 1:193-231.
- RUIZ GÁLVEZ, M. (2000). El conjunto dolménico de la Dehesa Boyal de Montehermoso. In: *Extremadura Arqueológica VIII. El Megalitismo en Extremadura (Homenaje a Elías Diéguez Luengo)*, pp. 187-207. Mérida.
- RUIZ ZAPATA, B.; ANDRADE, A.; DORADO, M.; GIL, M.J.; FRANCO, F.; LÓPEZ, P.; LÓPEZ SÁEZ, J.A.; ARNANZ, A.M. & UZQUIANO, P. (1997). Paleobotánica: Concepto y Métodos. In: P. LÓPEZ, *El Paisaje Vegetal de la Comunidad de Madrid durante el Holoceno Final*, pp. 61-93. Serie Arqueología Paleontología y Etnografía, Monográfico Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid, Madrid.
- RUIZ ZAPATA, B.; DORADO VALIÑO, M.; GIL GARCÍA, M.J.; MARTÍN ARROYO, T.; VALDEOLMILLOS RODRÍGUEZ, A. & ANDRADI OLALLA, A. (1996). Reflexiones sobre la Paleontología del Cuaternario y su aplicación en la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática II: Interpretación de los cambios de vegetación. *Geogaceta*, 20(1):221-224.
- SÁNCHEZ GOÑI, M.F. (1993). Criterios de basitafonómica para la interpretación de análisis palinológicos en cueva: el ejemplo de la región cantábrica. In: M.P. FUMANAL & J. BERNABEU (eds), *Estudios sobre Cuaternario: medios sedimentarios, cambios ambientales, hábitat humano*, pp. 117-130. Universitat de València, València.
- SÁNCHEZ GOÑI, M.F. (1994). The identification of European Upper Palaeolithic interstadials from cave sequences. *AASP Contrib. Ser.* 29:161-182.
- SÁNCHEZ GOÑI, M.F. (1996). Les changements climatiques du Paléolithique Supérieur. Enquête sur le rapport entre paléoclimatologie et préhistoire. *Zephyrus*, 49:3-36.
- SEGERSTRÖM, U. (1991). Soil pollen analysis - An application for tracing ancient arable patches. *J. Archaeol. Sci.* 18:165-175.
- SUBBA REDDI, C. & REDDI, N.S. (1986). Pollen production in some anemophilous angiosperms. *Grana*, 25:55-61.
- TURNER, C. (1964). The anthropogenic factor in vegetational history. *New Phytol.* 3:73-89.
- TURNER, C. (1985). Problems and pitfalls in the application of palynology to pleistocene archaeological sites in Western Europe. In: J. RENAULT-MISKOVSKY, M. BUI-THI & M. GIRARD, *Palynologie Archéologique. Actes des Journées du 25-26-27 janvier 1984. Notes et monographies techniques N° 17*, pp. 347-373. Editions du C.N.R.S., Paris.

- TURNER, C. & HANNON, G.E. (1988). Vegetational evidence for late Quaternary climatic changes in southwest Europe in relation to the influence of the North Atlantic Ocean. *Philos. Transl. R. Soc. Lond.* 318:451-485.
- VAN POST, L.; VON WALTERSTORFF, A. & LINDQUIST, S. (1925). Bronsaldersmanteln fran Gerumsberget i Vastergotland. *K. Vitterh. Hist. Antik.akad. Monogr.* 15:1-39.
- VAN ZEIST, W. (1966). Archaeology and Palynology in the Netherlands. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 4:45-65.
- VICENT, J.M. (1993). Departamento de Prehistoria del Centro de Estudios Históricos (C.S.I.C.). In: M.I. MARTÍNEZ NAVARRETE, *Teoría y Práctica de la Prehistoria: Perspectivas desde los extremos de Europa*, pp. 19-35. Reunión Hispano-Rusa de prehistoriadores (Madrid, Santander, Granada, 1990). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, Santander, C.S.I.C., Madrid.
- VICENT, J.M.; RODRÍGUEZ ALCALDE, A.L.; LÓPEZ SÁEZ, J.A.; DE ZAVALA MORENCOS, I.; LÓPEZ GARCÍA, P. & MARTÍNEZ NAVARRETE, M.I. (2000). ¿Catástrofes ecológicas en la estepa?. *Arqueología del Paisaje en el complejo minero-metalúrgico de Kargaly (Región de Orenburg, Rusia)*. *Trab. Prehist.* 57(1):29-74.
- VISSET, L.; CYPRIEN, A.L.; CARCAUD, N.; OUGUERRAM, A.; BARBIER, D. & BERNARD, J. (2002). Les prémices d'une agriculture diversifiée à la fin du Mésoolithique dans la Val de Loire (Loire armoricaine, France). *Compt. Rendus Palevol.* 1:51-58.
- VUORELA, I. (1973). Relative pollen rain around cultivated fields. *Acta Bot. Fenn.* 102:1-27.
- VUORELA, I. (1992). Indicator species and human activities in pollen analysis. In: E. GRÖNLUND (ed.), *The First meeting of Finnish palaeobotanists; state of the art in Finland, May 2-4, 1990*, pp. 41-50. Publications of Karelian Institute 102, University of Joensuu, Joensuu.
- VUORELA, I. (1995). Two examples on pollen analysis as a key to the history of a wreck. *Pact.* 47:91-94.
- VUORELA, I.; SAKSA, A.; LEMPIÄINEN, T. & SAARNISTO, M. (1992). Pollen and macrofossil data on deposits in the wooden fortress of Käkisalmi, dated to about AD 1200-1700. *Ann. Bot. Fenn.* 29:187-196.
- WALLIN, J.E. (1996). History of sedentary farming in Ångermanland, northern Sweden, during the Iron Age and Medieval period based on pollen analytical investigations. *Veg. Hist. Archaeobot.* 5:301-312.