

Precisiones metodológicas acerca de los indicios paleopalinológicos de agricultura en la Prehistoria de la Península Ibérica

J. A. López Sáez *
L. López Merino *

ABSTRACT

The separation of the pollen of wild Poaceae species from that of domesticated cereal crops is of considerable importance to archaeologist studying Holocene vegetational and agricultural change. This paper assesses the reliability of one available key for identifying sub-fossil grass pollen from the Iberian Peninsula Prehistory.

1. INTRODUCCIÓN

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 (MCDONNELL y PICKETT, 1993; ALMQUIST-JACOBSON y SANGER, 1995). Investigaciones en este sentido han mostrado que el ambiente prehistórico ha influido el desarrollo cultural y material de las poblaciones humanas, que por ende se han convertido en el principal agente de influencia sobre el entorno (LÓPEZ SÁEZ y LÓPEZ GARCÍA, 1992; LÓPEZ GARCÍA *et al.*, 1997). En este sentido, la aplicación de estudios paleopalinológicos en las investigaciones arqueológicas (Arqueopalinología) ha permitido dilucidar pautas de evolución de la vegetación a escala regional, así como inferir hipótesis de tipo paleoclimático (BRYANT y HOLLOWAY, 1983; BERGLUND, 2000, 2001).

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), informando 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, la existencia de una cabaña ganadera, el establecimiento de cultivos (fundamentalmente cereales y leguminosas), sobre el grado de contaminación de las aguas y la evolución temporal del

¹ Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Historia, Departamento de Prehistoria, Laboratorio de Arqueobotánica. C/ Duque de Medinaceli, 6 – 28014 Madrid. E-mail: alopez@ih.csic.es

trofismo, la utilización selectiva del fuego, el origen natural o antrópico de los incendios, la relación entre los períodos 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 (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 1998, 2000, 2003; GALOP y LÓPEZ SÁEZ, 2002).

No obstante, creemos que la Arqueopalinología 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 (MCDONNELL y PICKETT, 1993).

La percepción palinológica de las primeras actividades antrópicas reposa en la utilización clásica de los llamados “indicadores polínicos de antropización” (IVERSEN, 1949; BEHRE, 1981, 1986, 1988). A pesar de que la caracterización de las primeras trazas de antropización es aún delicada (RICHARD, 1994), 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, por precaución sólo la convergencia de varias señales de antropización debe ser considerada como significativa de una intervención antrópica (BARBIER *et al.*, 2001).

Si el desarrollo de actividades pastoriles es fácilmente constatable a nivel palinológico, gracias a la aparición de cortejos polínicos específicos (*Chenopodiaceae*, *Urtica dioica* tipo, *Rumex acetosa* tipo, *Rumex acetosella* tipo, *Plantago lanceolata* tipo, *Plantago major/media* tipo, etc.) (GALOP, 1998, 2000; LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2003), o de microfósiles no polínicos de ecología coprófila indicadores de tales actividades (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2000; GALOP y 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 (BOWER, 1998; TWEDDLE *et al.*, 2005). 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 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; BOWER, 1998).

El objetivo fundamental de este trabajo será, por tanto, discernir en el registro paleopalinológico cuáles son los criterios que se deben seguir a la hora de establecer qué porcentajes de cereal determinados, y bajo qué condiciones tafonómicas concretas, pueden ser considerados como válidos para admitir la existencia de actividades agrícolas en el entorno inmediato de un yacimiento arqueológico.

2. MORFOLOGÍA POLÍNICA DEL TIPO CEREALIA: CRITERIOS Y DIAGNOSIS

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 presente o no en los espectros polínicos (BOWER, 1992; BUI-THI, 2003; LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2003). Esta cuestión resulta muy 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 silvestre. En general, el diáme-

tro del grano de polen en *Cerealia* es superior a 40-45 μm –algunos autores como MOORE *et al.* (1991: 100) sitúan el tamaño límite en 37 μm - y el diámetro exterior del anillo que rodea el poro (*anulus*) debe sobrepasar 8-10 μm , mientras que en las gramíneas silvestres los diámetros son inferiores (BEUG, 1961; FEDOROVA, 1964; KÖHLER y LANGE, 1979; MOORE *et al.*, 1991; DIOT, 1992; REILLE, 1992, 1995; IRIARTE y ARRIZABALAGA, 1995). Algunos laboratorios especializados en investigaciones paleopalinológicas, fundamentalmente en contexto higróturboso, 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 (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2003).

Una vez que un grano de polen ha sido identificado y asignado al tipo *Cerealia*, puede resultar muy interesante una identificación morfológica más precisa utilizando contraste de fase (BEUG, 1971; ANDERSEN, 1978) o microscopia electrónica de barrido (KÖHLER y LANGE, 1979), sobre todo si se cuenta paralelamente con otros datos arqueobotánicos de índole carpológica. Especialmente, 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 punteaciones más gruesas. En la avena (*Avena* sp) aparecen manchas irregulares, no punteaciones. 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 (REILLE, 1992: 406). Lo mismo podría afirmarse del maíz (*Zea mays*), que si bien tiene la típica forma circular del polen de las gramíneas, el diámetro de éste es excepcionalmente grande, superior a las 60-70 μm (FAEGRI *et al.*, 1989: 285; REILLE, 1992: 407). El esparto (*Lygeum spartum*), una gramínea silvestre de ambientes áridos, tiene un polen alargado, no circular como la gran mayoría de especies de la familia, con un diámetro del lado mayor que puede llegar incluso a medir 80 μm (REILLE, 1992), aunque sin embargo su típica forma alargada y su apariencia de *boomerang* nos permite su identificación inequívoca a nivel específico.

Por otro lado, muchas especies de gramíneas alopoliploides (*Festuca*), u otras que por efecto de la hibridación o de aspectos relacionados con la variación nutricional (*Agropyrum*, *Hordeum*, *Glyceria*, *Lygeum*), exhiben granos de polen de tamaño equiparable al de las especies y variedades cultivadas de cereal (BEUG, 1961; VAN ZEIST *et al.*, 1975; ANDERSEN, 1978; O'CONNELL, 1987). Cuando estas plantas aparecen en momentos claramente preagrícolas, la confusión entre unas y otras se obvia fácilmente; mientras que cuando lo hacen en ámbitos de incipiente o desarrollada actividad agrícola, o en las inmediaciones de la adopción de tales prácticas, incorrectas interpretaciones pueden originar serios problemas (MARTÍNEZ CORTIZAS *et al.*, 1993: 458-459).

La talla absoluta de un polen es un carácter palinomorfológico esencial para la diagnosis a nivel de género o especie, por lo que la relación entre dicha talla y el clima es un factor que debe tenerse muy en cuenta (USINGER, 1979: 51). De hecho, 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 40 μm (TWEDDLE *et al.*, 2005: 16). Éste es el caso de algunas especies de los géneros *Aegilops* (*A. triaristata*), *Agropyrum* (*A. junceum*, *A. repens*), *Ampelodesmos*, *Bromus* (*B. erectus*), *Glyceria* o *Melica* (*M. ciliata*) (PEÑALBA, 1989; REILLE, 1992, 1995). Estos hechos, de cualquier manera, deben considerarse como excepciones dentro del patrón morfométrico de cada género respectivo, pues obedecen a particularidades específicas concretas que no pueden generalizarse al resto de especies de cada uno de los géneros antes nombrados.

Una práctica aconsejable para evitar problemas diagnósticos es considerar que el diámetro mínimo que ha de tener un polen de cereal sea de 45 μm , ya que esta talla es difícilmente alcan-

zable incluso por las gramíneas silvestres antes citadas que excepcionalmente alcanzan diámetros fuera de lo común. En cualquier caso, como queda reflejado en el trabajo de TWEDDLE *et al.* (2005), la separación morfológica entre las especies cultivadas y las silvestres de la familia Poaceae no siempre es fácil, especialmente en muestras fosilizadas, y únicamente una perfecta preservación de éstas puede permitir tal diagnóstico.

Para facilitar lo hasta ahora comentado, aportamos a continuación una clave diagnóstica, modificada de FAEGRI *et al.* (1989: 285), que permite separar los distintos tipos polínicos de la familia Poaceae (Gramineae) (P = diámetro polar; E= diámetro ecuatorial):

1. Polen > de 60 µm	2
1. Polen 40-60 µm: Cereal tipo (= <i>Cerealia</i> tipo)	3
1. Polen < 40 µm. Diámetro del anillo < 10 µm: Gramíneas silvestres	7
2. Polen circular (P/E = 1)	<i>Zea mays</i>
2. Polen alargado no circular (P/E > 1)	<i>Lygeum spartum</i>
3. P/E > 1.25. Poro lateral	<i>Secale cereale</i>
3. P/E < 1.5. Poro (sub-)apical	4
4. Diámetro del anillo > 12 µm	5
4. Diámetro del anillo entre 10-12 µm: <i>Hordeum</i> tipo	6
5. Exina con estructura de grano simple (en islotes pequeños de punteaciones):	<i>Triticum</i> tipo
5. Exina con estructura de grano doble (con machas irregulares, no punteaciones):	<i>Avena</i> tipo
6. Polen > 44 µm. Límite exterior del anillo indiferenciable	<i>Elymus</i> s.l.
6. Polen < 47 µm. Incluye:	<i>Triticum</i> tipo, <i>Hordeum</i> tipo, <i>Agropyrum</i> tipo
7. Polen < 26 µm. Columela indistinta	<i>Phragmites</i>
7. Polen 26-40 µm	Gramineae silvestres indiferenciadas

Un hecho muy importante, que no podemos pasar por alto, es el medio de montaje de las láminas palinológicas, pues dependiendo del elegido los tamaños medidos pueden variar sustancialmente y hacernos caer en el error (BEUG, 1961). FAEGRI *et al.* (1989: 285) y MOORE *et al.* (1991: 100) señalan que para convertir medidas realizadas sobre pólenes montados en aceite de silicona a las respectivas en gelatina de glicerina son necesarios factores de conversión del orden de x 1.1 a x 1.3 en el tamaño del grano de polen y de x 1.1 a 1.5 en el diámetro del poro. Es probable que muchas referencias a tamaños excepcionalmente grandes de pólenes de algunas especies de gramíneas silvestres obedezcan precisamente a este error metodológico, más cuando en las publicaciones concernientes no queda reflejado el medio de montaje de las láminas palinológicas.

El estudio de CUSHING (1961), a tal respecto, es bien significativo, pues demuestra claramente como la conservación de los pólenes en gelatina de glicerina altera las propiedades físicas de la exina polínica, provocando una deformación plástica del polen, el cual toda vez montado en un porta puede sufrir la presión derivada del cubre, aumentando así su tamaño. Estos hechos parecen acentuarse según aumenta el tiempo en que los pólenes permanecen conservados en tal medio de montaje, siendo mucho menor su incidencia si la lectura al microscopio óptico se realiza inmediatamente tras finalizar los procesos químicos inherentes a la disciplina paleopalínológica.

3. LA PERCEPCIÓN PALEOPALINOLÓGICA DE ACTIVIDADES AGRÍCOLAS

En los casos anteriores, sobre todo cuando se trabaja en contextos húmedos (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 factores los que podrían atestiguar sin duda alguna tales hechos.

Muy acertadamente, VISSET *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 un conjunto de palinomorfos indicadores de la antropización del medio en los términos establecidos por BEHRE (1981).

De hecho, las evidencias aisladas de granos de polen atribuibles al tipo *Cerealia* son frecuentes durante los dos primeros milenios del Holoceno e incluso durante el Pleistoceno superior en diversos estudios paleoambientales de Europa Occidental (PEÑALBA, 1989; AUBERT, 1993; VAN DER KNAPP y VAN LEEUWEN, 1994, 1995; JALUT *et al.*, 1996), sin que ningún otro indicador de antropización aparezca, en períodos en que toda posible domesticación vegetal que implique cultivo debe ser rechazada. Estas ocurrencias puntuales en ningún caso deben ser consideradas como la prueba de una actividad agrícola (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2003). En estos casos, es preferible suponer la existencia de granos de polen de Poaceae adscribibles al tipo *Cerealia*, como algunos de los palinomorfos antes referidos. Además, algunas especies de cereales “silvestres” pudieron haber tenido un papel relativamente importante en los cortejos esteparios 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* en niveles del final del Tardiglaciario en la secuencia irlandesa de Tory Hill (O’CONNELL *et al.*, 1999), de una curva continua de *Cerealia* en algunas secuencias tardiglaciares de Serra da Estrela en Portugal (VAN DER KNAPP y VAN LEEUWEN, 1997; LÓPEZ SÁEZ, 2005).

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; LÓPEZ SÁEZ y LÓPEZ GARCÍA, 2004); 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 (paleoconstrucciones), el estudio florístico y geobotánico de las comunidades agrícolas modernas y su lluvia polínica, pueden ayudar a entender los efectos de las actividades humanas sobre la vegetación del pasado (GALOP y LÓPEZ SÁEZ, 2002).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

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 qué porcentaje.

BERGLUND (1985) ha demostrado que la ausencia de cereales en los espectros polínicos no revela la inexistencia de actividades agrícolas, sino posiblemente un cierto retraso 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. Esta asincronía es frecuente en secuencias polínicas procedentes de zonas altas, mientras que son más raros en las situadas a media o baja altitud (GALOP, 1998, 2000; GALOP *et al.*, 2003).

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 baja (HEIM, 1970; BOTTEMA, 1992; BOWER, 1992). VUORELA (1973) 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 redistribución del polen. SUBBA REDDI y 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 -dispersión y producción polínica escasas- 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 (BOWER, 1992, 1998; LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2003). Esto último contrasta fuertemente con la situación observada en suelos que fueron cultivados previamente, donde no son infrecuentes grandes cantidades de pólenes de cereal (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 de habitación asociados a actividades humanas, es evidente en los análisis polínicos (BEHRE, 1981: 227), pues conllevan porcentajes altos de tales palinomorfos.

RICHARD (1994) hace también mención a la polución polínica proveniente de aquellos vegetales consumidos o conservados *in situ* (*Cerealía*, *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. VUORELA (1973), ROBINSON y HUBBARD (1977), LIESEKLEIBER (1990), BOWER (1992, 1998), DIOT (1992) y JOOSTEN y VAN DEN BRINK (1992) 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 indicador de cultivo (BEHRE, 1981: 227). Sin embargo, VUORELA (1973), en su estudio sobre la lluvia polínica actual alrededor de campos cultivados en Finlandia, enfatiza la escasa

capacidad polinizadora 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 por el aire. Curiosamente, el centeno tiene una alta producción polínica de hasta 13200-19000 granos por antera (SUBBA REDDI y REDDI, 1986: 56), en comparación con otros cereales que antes se comentaron. Los estudios que nosotros hemos realizado, sobre la capacidad dispersiva de este taxon 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 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. HEIM (1970) afirma que porcentajes del orden del 10 al 15% de polen de cereal reflejarían una proximidad ciertamente cercana de campos de cereal; BEAU-LIEU (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, la densidad forestal, el método de cosecha y las posibles vías o factores que hayan podido afectar a la dispersión del polen, una presencia 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 agricultura 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 presencia aislada de pólenes de cereales debería ser interpretada en términos de práctica agrícola global, quizá a nivel regional, no implicando la existencia de zonas cultivadas en el mismo punto de muestreo. Además, otras prácticas antrópicas, como la trashumancia o trasterminancia ganaderas, se constituyen también como eventuales vectores de transporte de los granos de polen de cereales (DAVIDSON, 1980; MOE y 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 hábitats lacustres neolíticos del Jura (Francia), ha confirmado igualmente los problemas de interpretación que conllevan 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 intencionado 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 arqueológicos 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 paleopalinológico 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 AD 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 en 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.

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 arqueopalinológico no pueden ser extrapolables a todos los yacimientos (LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2003), 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). Y en este caso, la mejor estrategia a seguir es, posiblemente, la realización de estudios de lluvia polínica locales, que nos permitan discernir aquellos factores que intervienen en la sedimentación polínica en una determinada comarca, resolviendo incógnitas sobre la presencia/ausencia de polen de cereal con respecto a factores bióticos o abióticos del medio (LIESE-KLEIBER, 1990; VICENT *et al.*, 2000).

Con el fin de resolver algunas de las interrogantes antes planteadas, DIOT (1992) propuso un interesantísimo y pionero estudio de la lluvia polínica actual, efectuado sobre cultivos experimentales de diversos trigos, tanto silvestres diploides (*Triticum boeoticum aegilopoïdes*) como domésticos (*T. monococcum* -diploide, 2n-, *T. dicoccum* -tetraploide, 4n-, *T. compactum* y *T. spelta* -hexaploides, 6n-), y el trigo moderno (*T. aestivum*). Su investigación le permitió determinar la capacidad de las estructuras florales de estas plantas (espigas) y de la paja para conservar los pólenes de cereal, lo que podría explicar su abundancia en aquellos lugares donde el trigo fue conservado (silos) o utilizado (áreas de descascarillado), donde sus porcentajes alcanzaban valores altísimos del 20-27%. Igualmente pudo determinar el radio de dispersión del polen de cereal, confirmando que los trigos dispersan muy poco: 10% en el interior de los cultivos, ca. 3% al borde mismo de los campos cultivados, 2,5-3,5% a 10 m de estos, 1,4% a 50 m de distancia.

Finalmente, queremos hacer mención aquí a ciertas asunciones que a veces se consideran, creemos que de manera errónea. ZAPATA (1996), por ejemplo, considera que los datos que aporta la Palinología no son demasiado fiables como indicadores de la presencia de taxones domésticos en la medida en que la discriminación de especies presenta dificultades y tiene, en la mayoría de los casos, una precisión bastante limitada; llegando incluso a admitir que el estudio de los pólenes es poco adecuado para identificar y definir prácticas agrícolas. Estamos completamente de acuerdo en estas apreciaciones, en tanto y en cuanto, salvo raras excepciones, la Paleopalinología no permite una identificación polínica a nivel específico, lo que impide precisar el tipo de cultivo llevado a cabo y las prácticas agrícolas concretas derivadas de éste. Sin embargo, afirmaciones tan acertadas como las de Zapata (*op. cit.*) pueden llevar a ciertos autores (e.g. GUTIÉRREZ CUENCA, 1999) a llegar a suponer que, “salvo en caso extremos -leáse estadísticamente extremos- la Palinología no puede aportar evidencias directas sólidas de la presencia de especies vegetales cultivadas en el registro arqueológico de la Prehistoria Reciente ...”. Esta última afirmación es, por supuesto, completamente errónea e inadecuada; pues si bien, como ya se ha reiterado, la Paleopalinología no es hoy capaz de discernir el cultivo específico de un determinado cereal, sí es capaz, en contra, de aportar evidencias muy sólidas sobre la existencia de actividades agrícolas en la Prehistoria.

BIBLIOGRAFÍA

- 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", *Vegetation History and Archaeobotany*, 4, pp. 211-222.
- ANDERSEN, S. T. (1978), "Identification of wild grass and cereal pollen", *Danmarks Geologiske Undersøgelse Arbog*, 1978, pp. 69-92.
- AUBERT, S. (1993), *Étude palynologique de la tourbière de la Bassa d'Ules (val d'Arán, Espagne)*, Toulouse, Université de Toulouse-le Mirail.
- BARBIER, D., BURNOUF, J., VISET, L. (2001), "Les diagrammes société/végétation : un outil de dialogue interdisciplinaire pour la compréhension des interactions homme/milieu", *Quaternaire*, 12 (1-2), pp. 103-108.
- BEAULIEU, J. L. (1977), *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises*, Marseille, Université de Marseille III.
- BEHRE, K. E. (1976), "Beginn und Form der Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland nach pollenanalytischen Untersuchungen in Ostfriesland", *Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen*, 10, pp. 197-224.
- BEHRE, K. E. (1981), "The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams", *Pollen et Spores*, 23, pp. 225-245.
- BEHRE, K. E. (1986), *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*, Rotterdam, A. A. Balkema.
- BEHRE, K. E. (1988), "The rôle of man in Europe vegetation history". In: HUNTLEY, B. y WEBB, T. (eds.), *Vegetation History*, Dordrech, Kluwer Academic Publications, pp. 633-672.
- BERGLUND, B. E. (1985), "Early agriculture in Scandinavia: research problems related to pollen analytical studies", *Norwegian Archaeological Review*, 18, pp. 77-105.
- BERGLUND, B. E. 2000. "The Ystad Project – A case study for multidisciplinary research on long-term human impact", *Pages Newsletter*, 8 (3), pp. 6-7.
- BERGLUND, B. E. 2001. "Cultural landscapes in NW Europe. Is there a link to climate changes? ", *Terra Nostra*, 2001/3, pp. 68-75.
- BEUG, H. J. (1961), *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, Stuttgart, Gustav Fisher Verlag.
- BOTTEMA, S. (1992), "Cereal-type pollen in the Near East as indicators of wild or domestic crops". In : ANDERSON, P. C. (ed.), *Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approches expérimentales et ethnographiques. Monographie du CRA*, 6, Sophia-Antipolis, Centre de Recherches Archéologiques, Éditions du C.N.R.S., pp. 95-106.
- BOWER, M. A. (1992), "Cereal pollen dispersal: a pilot study", *Cambridge Archaeological Journal*, 2, pp. 236-241.
- BOWER, M. A. (1998), *A critical path to the characterisation of agriculture through the pollen of cereals*. Cambridge, University of Cambridge.
- BRYANT, V. M., HOLLOWAY, R. G. (1983), "The role of palynology in archaeology", *Advances in Archaeological Method and Theory*, 6, pp. 191-224.
- BUI-THI, M. (2003), "Les pollens comme témoins d'activités agricoles". In : ANDERSON, P. C., CUMMINGS, L. S., SCHIPPERS, T. K. y SIMONEL, B. (eds.), *Le traitement des récoltes : un regard sur la diversité, du Néolithique au présent. XXIII^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, Antibes, Éditions APDCA, pp. 493-506.
- CUSHING, E. J. (1961), "Size increase in pollen grains mounted in thin slides", *Pollen et Spores*, 3 (2), pp. 265-274.
- DAVIDSON, I. (1980), "Trashumance in Spain and ethnoarcheology", *Antiquity*, 54, pp. 144-147.
- DEL COURT, H. R. (1987), "The impact of prehistoric agriculture and land occupation on natural vegetation", *Trends in Ecology and Evolution*, 2, pp. 39-44.
- DIOT, M. F. (1984/1985), "Aspects particuliers de la démarche palynologique. 2. La palynologie des époques historiques en France", *Nouvelles de l'Archéologie*, 18, pp. 23-26.
- DIOT, M. F. 1992. "Études palynologiques des blés sauvages et domestiques issus de cultures expérimentales". In : ANDERSON, P. C. (ed.), *Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approches expérimentales et ethnographiques. Monographie du CRA*, 6, Sophia-Antipolis, Centre de Recherches Archéologiques, Éditions du C.N.R.S., pp. 107-111.

- FAEGRI, K., KALAND, P. E., KRZYWINSKI, K. (1989), *Textbook of Pollen Analysis* (4th. Edn.), Chichester, John Wiley y Sons.
- FEDOROVA, R. V. (1964), "Ocurrence of pollen grains of synanthropic and cultured plants in archaeological monuments", *Pollen et Spores*, 6 (1), pp. 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*, Toulouse, Geode / Laboratoire d'Ecologie Terrestre.
- GALOP, D. (2000), "Propagation des activités agro-pastorales 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*, Toulouse, Éditions des Archives d'Ecologie Préhistorique, pp. 101-108.
- GALOP, D., LÓPEZ SÁEZ, J. A. (2002), "Histoire agraire et paléoenvironnement: les apports de la palynologie et des microfossiles non-polliniques", *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 42 (1-2), pp. 161-164.
- GALOP, D., MAZIER, F., LÓPEZ SÁEZ, J. A., VANNIERE, B. (2003), "Palynologie et histoire des activités humaines en milieu montagnard. Bilan provisoire des recherches et nouvelles orientations méthodologiques sur le versant nord des Pyrénées", *Archéologie du Midi Médiéval*, 21, pp. 159-170.
- GROENMAN-VAN WAATERINGE, W. (1993), "The effects of grazing on the pollen production of grasses", *Vegetation History and Archaeobotany*, 2, pp. 157-162.
- GUTIÉRREZ CUENCA, E. (1999), "La agricultura en la Prehistoria reciente de la región cantábrica: evidencia arqueológica y modelos explicativos", *Nivel Cero*, 6-7, pp. 61-84.
- HEIM, J. (1970), *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale*, Louvain, Université de Louvain.
- IRIARTE, M. J., ARRIZABALAGA, A. (1995), "Aportación de la palinología al conocimiento de la primera economía de producción en Euskal Herria", *Cuadernos de Sección. Prehistoria-Arqueología*, 6, pp. 141-153.
- IVERSEN, J. (1949), "The influence of prehistoric man on vegetation", *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, IV (3, 6), pp. 5-22.
- JALUT, G., AUBERT, S., GALOP, D., FONTUGNE, M., BELLET, J. M. (1996), "Type regions F-zg and F-r, the northern slope of the Pyrenees". In: BERGLUND, B. E., BIRKS, H. J. B., RALSKA-JAZIEWICZOWA, M. y WRIGHT, H. E. (eds.), *Palaeoecological events during the last 15000 years – Regional syntheses of Palaeoecological studies of lakes and mires in Europe*, Chichester, John Wiley y Sons Ltd., pp. 612-632.
- JOOSTEN, J. H. J., VAN DEN BRINK, L. M. (1992), "Some notes on pollen entrapment by rye (*Secale cereale* L.)", *Review of Palaeobotany and Palynology*, 73, pp. 145-151.
- KÖHLER, E., LANGE, E. (1979), "A contribution to distinguishing cereal from wild grass pollen grains by LM and SEM", *Grana*, 18, pp. 133-140.
- LIESE-KLEIBER, H. (1990), "Les pollens de céréales: un indicateur pour les types d'économies préhistoriques?". In: *Un monde villageois. Habitat y Milieu Naturel en Europe de 2000 à 500 AV. J.-C.*, Besançon, Ministère de la Culture et de la Communication, pp. 135-142.
- 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: GARCÍA RUIZ, J. M. Y LÓPEZ GARCÍA, P. (eds.), *Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos*, Zaragoza, Instituto Pirenaico de Ecología, pp. 41-59.
- LÓPEZ SÁEZ, J. A. (2005), "Precisiones paleopalínológicas sobre la aparición de la agricultura en la Serra da Estrela (Portugal)", *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 45 (3-4), pp. 175-183.
- LÓPEZ SÁEZ, J. A., LÓPEZ GARCÍA, P. (1992), "Dinámica del paisaje: un modelo de interpretación a través de la Paleopalínología". In: MARTÍN DUQUE, J. F. (ed.), *V Jornadas sobre el Paisaje: Transformaciones del Paisaje en áreas de influencia de grandes núcleos urbanos*, Segovia, Academia de Historia y Arte de San Quirce, pp. 375-385.
- LÓPEZ SÁEZ, J. A., LÓPEZ GARCÍA, P. (2004), "La agricultura en el Valle Amblés (Ávila, España) durante el III milenio cal BC. Consideraciones arqueopalínológicas", *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 44 (3-4), pp. 169-180.
- LÓPEZ SÁEZ, J. A., LÓPEZ GARCÍA, P., BURJACHS, F. 2003. "Arqueopalínología: Síntesis crítica", *Polen*, 12, pp. 5-35.

- LÓPEZ SÁEZ, J. A., VAN GEEL, B., FARBOS-TEXIER, S., DIOT, M.F. (1998), "Rémarques paléoécologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France", *Revue de Paléobiologie*, 17 (2), pp. 445-459.
- LÓPEZ SÁEZ, J. A., VAN GEEL, B., MARTÍN SÁNCHEZ, M. (2000), "Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica". In: OLIVEIRA JORGE, V. (coord. ed.), *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica. Actas 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. IX, Vila-Real, Portugal, setembro de 1999*, Porto, Adecap, pp. 11-20.
- MARTÍNEZ CORTIZAS, A., RAMIL REGO, P., LLANA RODRÍGUEZ, C. (1993), "Edafología y palinología: aplicación al estudio de yacimientos al aire libre en Galicia". In: OLIVEIRA JORGE, V. (coord.), *Actas 1º Congresso de Arqueologia Peninsular, Porto, 12-18 de Outubro de 1993, Vol. I, Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 23 (1-2), Porto, pp. 449-469.
- MCDONNELL, M. J., PICKETT, S. T. A. 1993. *Humans as components of ecosystems: the ecology of subtle human effects and populated areas*, New York, Springer Verlag.
- MOE, D., VAN DER KNAPP, W. E. (1990), "Transhumance in mountain areas: additional interpretation of three pollen diagrams from Norway, Portugal and Switzerland", *PACT*, 31, pp. 91-102.
- MOORE, P. D., WEBB, J. A., COLLINSON, M. E. (1991), *Pollen analysis*, 2nd. edition. London, Blackwell Scientific Publications.
- O'CONNELL, M. (1987), "Early cereal-type pollen records from Connemara, Western Ireland and their possible significance", *Pollen et Spores*, 29 (2/3), pp. 207-223.
- 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", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 147, pp. 169-208.
- PEÑALBA, M. C. (1989), *Dynamique de la végétation tardiglaciaire et holocène du centre-nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique*, Marseille, Université d'Aix-Marseille III.
- REILLE, M. (1992), *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord*, Marseille, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie.
- REILLE, M. (1995), *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Supplement 1*, Marseille, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie.
- RICHARD, H. (1983), *Nouvelles contributions à l'histoire de la végétation franc-comtoise tardiglaciaire et holocène à partir des données de la palynologie*, Besançon, Université Franche-Comté.
- RICHARD, H. (1985), "Un exemple de pollution anthropique dans les analyses polliniques: les habitats néolithiques du Grand Lac de Clairvaux (Jura)". In: RENAULT-MISKOVVVKY, J., BUI-THI, M. y GIRARD, M. (eds.), *Palynologie Archéologique. Actes des Journées du 25-26-27 janvier 1984. Notes et monographies techniques N° 17*, Paris, Éditions du C.N.R.S., pp. 279-297.
- RICHARD, H. (1994), "Indices polliniques d'une néolithisation précoce sur le premier plateau du Jura (France)", *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris, série Ila*, 318, pp. 993-999.
- ROBINSON, M., HUBBARD, R. N. L. B. (1977), "The transport of pollen in the bracts of hulled cereale", *Journal of Archaeological Science*, 4, pp. 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", *Vegetation History and Archaeobotany*, 1, pp. 193-231.
- SUBBA REDDI, C., REDDI, N. S. (1986), "Pollen production in some anemophilous angiosperms", *Grana*, 25, pp. 55-61.
- TWEDDLE, J. C., EDWARDS, K. J., FIELLER, N. R. J. (2005), "Multivariate statistical and other approaches for the separation of cereal from wild Poaceae pollen using a large Holocene dataset", *Vegetation History and Archaeobotany*, 14, pp. 15-30.
- USINGER, H. (1979), "Une relation entre la taille du pollen et le climat?", *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Série B Botanique*, 27, pp. 51-55.
- VAN DER KNAAP, W. O., VAN LEEUWEN, J. F. N. (1994), "Holocene vegetation, human impact, and climatic change in Serra da Estrela, Portugal", *Dissertationes Botanicae*, 234, pp. 497-535.

- VAN DER KNAAP, W. O., VAN LEEUWEN, J. F. N. (1995), "Holocene vegetation and degradation as responses to climatic change and human activity in the Serra da Estrela, Portugal", *Review of Palaeobotany and Palynology*, 89, pp. 153-211.
- VAN DER KNAAP, W. O., VAN LEEUWEN, J. F. N. (1997), "Late Glacial and early Holocene vegetation succession, altitudinal vegetation zonation, and climatic change in the Serra da Estrela, Portugal", *Review of Palaeobotany and Palynology*, 97 (3/4), pp. 239-285.
- VAN ZEIST, W., WOLDRING, H., STAFERT, D. (1975), "Late Quaternary vegetation and climate of Southwestern Turkey", *Palaeohistoria*, 17, pp. 53-143.
- 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)", *Trabajos de Prehistoria*, 57 (1), pp. 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 Mésolithique dans la Val de Loire (Loire armoricaine, France)", *Comptes Rendus Paleovol*, 1, pp. 51-58.
- VUORELA, I. (1973), "Relative pollen rain around cultivated fields", *Acta Botanica Fennica*, 102, pp. 1-27.
- 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", *Annales Botanici Fennici*, 29, pp. 187-196.
- ZAPATA, L. (1996), "Modos de subsistencia en el Cantábrico oriental durante el cuarto milenio B.C.". In: *I Congreso del Neolítico a la Península Ibérica. Gavà-Bellaterra, 1995, Rubricatum*, 1 (1), pp. 101-108.