

LA PALINOLOGÍA Y SU APLICACIÓN AL ESTUDIO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA VEGETACIÓN DURANTE EL CUATERNARIO (1): CONSIDERACIONES GENERALES

M.^a B. RUIZ ZAPATA * y M. GARCIA ANTON **

RESUMEN

Se analiza la importancia del análisis polínico de los sedimentos de edad cuaternaria. Asimismo se plantea toda la problemática existente en la elaboración y tratamiento de los datos con vistas a la interpretación de carácter paleoclimático.

PALABRAS CLAVE

Palinología. Cuaternario. Metodología.

SUMMARY

In this paper are studied the problems existent from the point of view palynologic, in the analysis of sediments the Quaternary age, for his interpretation paleoclimatic.

KEY WORDS

Palinology. Quaternary. Methodology.

* Departamento de Geología. Universidad de Alcalá

** Departamento de Botánica. Universidad Autónoma (Madrid).

INTRODUCCIÓN

La Palinología es la ciencia que se dedica al estudio de los granos de polen y esporas de los vegetales. Sus ámbitos de aplicación son muy amplios, ya que si bien en un principio pudiera pensarse que sólo interesan a la Botánica, una consideración más detallada pone de manifiesto que su radio de acción es mucho más extenso en función de múltiples enfoques y aplicaciones que puede recibir el objeto de su estudio. Este puede abordarse desde dos perspectivas principales: polen actual y fósil. El polen actual permite, por un lado, contribuir al establecimiento de la taxonomía de determinados grupos vegetales, estudiar el comportamiento biológico del grano de polen durante su transporte, profundizar en el conocimiento de la

denominada «lluvia polínica» de un área determinada, etc. Por otra parte, la palinología tiene interesantes aplicaciones en el campo de la dietética, en el estudio de las alergias o en la prevención de cosechas, por citar algunas de las más conocidas.

En cuanto al polen fósil constituye un importante método de investigación estratigráfica y paleogeográfica, ya que permite la reconstrucción de los paisajes vegetales que se sucedieron en el pasado y aporta a la vez indicaciones sobre las condiciones existentes en diversas épocas.

Aplicado al estudio de materiales procedentes de yacimientos arqueológicos, permite alcanzar una visión del ambiente que acompañó al desarrollo de la humanidad, en lugares y momentos precisos, así como situar estos hechos dentro de un esquema más general de la evolución climática.

OBJETIVOS

Si bien el grano de polen es parte constituyente de la reproducción de las plantas, al tratarse de una partícula es susceptible a ser transportado (a mayor o menor distancia, dependiendo del régimen de vientos y sobre todo de las características morfológicas del grano transportado) y entrar a formar parte de un sedimento; por ello, el estudio palinológico de un sedimento constituye un aspecto importante en las reconstrucciones de carácter paleoclimático, ya que en función de los taxones hallados puede rehacerse la vegetación existente en una zona, para un período de tiempo determinado. Los cambios de vegetación detectados van ligados fundamentalmente a cambios climáticos, si bien es preciso tener en cuenta otros factores como el fuego, unas condiciones locales determinadas, cambios sucesionales, etc., pueden determinar variaciones importantes en la acumulación de los granos de polen de un sedimento.

Así, pues, la utilización de los datos de carácter palinológico va orientada a:

- Reconstruir el paisaje vegetal pasado y los cambios sufridos por esa vegetación a lo largo del tiempo.
- Seguir la evolución de la flora y las vías de migración de los distintos componentes vegetales.
- Reconstruir las condiciones paleoclimáticas y paleoecológicas y determinar la edad, relativa, de los sedimentos.

METODOLOGÍA

Para poder llevar a cabo dichas reconstrucciones, es preciso ajustarse a una estricta metodología, tanto en la toma de muestras en el campo como en su posterior tratamiento en el Laboratorio. La premisa fundamental en ambos casos es la de mantener un alto grado de asepsia, con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación, así como un metódico y cuidadoso tratamiento de los datos, a la hora de la interpretación.

La extracción de las muestras se procurará realizar desde unas condiciones climáticas determinadas, ya que un exceso de lluvia o fuertes vientos podrán ser causa de contaminación por polen actual aeronavegante. Por otro lado, habrá que evitar la contaminación entre los distintos niveles a muestrear; para ello se precisa una buena limpieza de los utensilios cada vez que vaya a realizarse una extracción, tanto en sondeos como en cortes verticales; en este último caso, además, la toma de muestras se realizará desde la parte inferior a la superior, con objeto de que el material que cae al limpiar el corte no afecte a los niveles más bajos.

El material a tratar en el laboratorio se tomará de la parte central de la muestra, con objeto de evitar las zonas exteriores y así anular cualquier posible contaminación en el muestreo. En cuanto a la cantidad de material a tratarse, ésta varía de 10 a 200 grs., dependiendo de la naturaleza lito-

lógica del sedimento. Esta misma condicionará a su vez el tipo de tratamiento, pero en cualquier caso consiste en un ataque mediante ácidos y álcalis [VAN CAMPO (1950), FRENZEL (1969) (ver BASTIN (1964))], con objeto de eliminar en lo posible el material detrítico y el humus; en caso de sedimentos pobres se someterá al material a la denominada técnica de enriquecimiento [GIRARD, M. et RENAULT-MISKOVSKY (1969)], que permite concentrar una cantidad de granos de polen varias veces superior al que se obtendría por el método clásico [COUTEAUX (1962)].

Posteriormente se procede al montaje del residuo obtenido en portaobjetos bien sobre gelatina glicerinada, quedando los pólenes en posición fija, o bien sobre glicerina, permitiendo pequeños desplazamientos necesarios para una mejor identificación.

El siguiente paso es la observación de los granos de polen y esporas fósiles al microscopio, que determinará la identidad de la planta que los ha producido gracias a las características peculiares de cada uno (forma, talla, ornamentación, aperturas...). Esta determinación se llevará a cabo gracias a la ayuda de colecciones de referencia de granos de polen actuales llamadas Palinotecas [ERDTMAN (1960)], de un microscopio de comparación (que permite observar al mismo tiempo el polen actual y el fósil), de ficheros iconográficos y fotografías y de una bibliografía de morfología polínica [ERDTMAN (1969)].

La determinación y recuento de los pólenes que se encuentra en los portaobjetos se realiza por líneas, teniendo en cuenta que para que la representación estadística del contenido polínico sea fiable y permita la comparación de los datos se precisa: **obtener** al menor 30 taxones, **contar** al menos 200 esporomorfos y **observar** al menos el 0,1 por 100 del residuo [RENAULT-MISKOVSKY (1969)].

Para poder interpretar los datos polínicos obtenidos en los diferentes niveles estratigráficos se realiza una representación gráfica de los porcentajes de las distintas especies halladas, mediante la elaboración de **diagramas polínicos**, definidos por FAEGRI como «el eslabón que enlace los distintos procesos técnicos, desde la toma de muestras hasta la interpretación».

Los espectros polínicos de cada nivel estratigráfico estudiado se plasman en los denominados **diagramas detallados**, que reflejan la representación de la frecuencia y el porcentaje de cada taxón, correspondientes a la vegetación arbórea (AP) y no arbórea (NAP), ordenados, en principio, alfabéticamente, ya que la agrupación ecológica corresponde a una etapa posterior, la interpretativa. A este diagrama se le añade el **Diagrama global**, calculado sobre el total de polen y esporas, y que expresa la relación que existe entre AP/NAP. A todo ello se adjuntan datos como son la columna estratigráfica, valores absolutos de polen para cada nivel, el número de muestra, etc. (figura 1).

Existen también **diagramas sintéticos** realizados a partir del diagrama detallado. Así, pues, el diagrama constituye el principal instrumento para reconstruir la vegetación, ya que los avances y retrocesos de los porcentajes de las especies a lo largo del

tiempo se consideran como un parámetro característico que muestra la variación y por tanto la evolución de dichos taxones.

CONSIDERACIONES PREVIAS A LA INTERPRETACIÓN

Para interpretar los cambios de vegetación que darán la clave de posteriores conclusiones es preciso considerar una serie de factores que a continuación se exponen:

a) Puesto que el presente es la referencia para el pasado es preciso conocer, en primer lugar, la composición y estructura de las formaciones vegetales actuales, así como las características autoecológicas de las plantas a las que corresponden los pólenes hallados. La claridad de la imagen así reconstruida dependerá del grado de exactitud del tipo de vegetación correspondiente a los espectros (lo que implica conocimientos florísticos, geobotánicos y de ecología vegetal).

El estudio de la estructura (densidad, frecuencia y cobertura) y de la composición de la comunidad vegetal actual permitirá establecer la sucesión de dichas comunidades o, lo que es lo mismo, el desarrollo histórico de la estructura y de la composición. Por todo ello, en la construcción de un modelo de ecosistema es preciso basarse en la relación AP/NAP.

b) En segundo lugar hay que tener en cuenta la relación que existe entre el polen y la planta que lo produce, así como la cantidad de polen de cada especie vegetal. Autores como POKROVSKAIA (1950), ERDTMAN (1969), etc., demostraron que la producción de granos de polen varía de unas especies a otras, siendo por ello, que su conocimiento es uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de la interpretación.

El número de granos de polen por flor es fácil de conocer, pero no así lo que produce una planta a lo largo del año o varios años, ya que el número de flores por inflorescencia y el número de éstas varía con la especie, el individuo y las características meteorológicas. Así PHOL, en 1967, y FAEGRI e IVERSEN en 1975, calcularon la cantidad de polen producido por la vegetación existente en una hectárea y la relación con la frecuencia de la floración de varias especies, demostrando con ello la complejidad de estos datos. Esto presenta interés tan sólo para establecer un modelo teórico, propuesto como **Productividad general de polen** (cuadro 1), calculado para un individuo medio de cada especie en cincuenta años.

Así, por ejemplo, resultaba que un 30 por 100 de **Pinus**, de **Quersus** y de **Fagus** representaban en la realidad un 5 por 100 de **Pinus**, un 35 por 100 de **Quersus** y un 60 por 100 de **Fagus** [BRADLEY (1984)]; esta interpretación debe complementarse, además, por el factor del transporte a larga distancia; sin embargo, ayuda a entender el papel de una planta en una región, aunque no hable de valores absolutos.

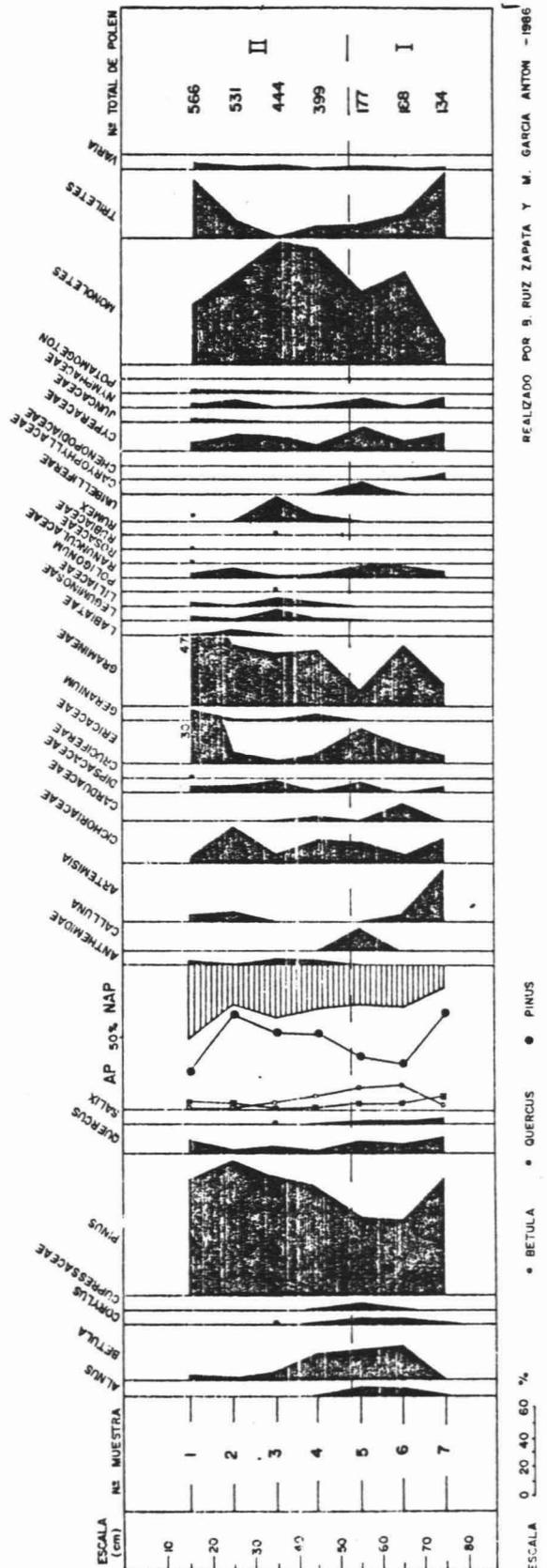


Fig. 1 Diagrama polínico. Macizo de Peñalara (BZ).
 Polinic diagram. Peñalara masif (BZ).

REALIZADO POR S. RUIZ ZAPATA Y M. GARCIA ANTON - 1986

• PINUS • QUERCUS • BETULA

ESCALA 0 20 40 60 80 %

Los cambios en el porcentaje de una especie se asimilan al reflejo de cambios similares en la composición de la vegetación; el problema que esto representa es que aparentes cambios en el porcentaje de las especies pueden interpretarse como resultado de las variaciones en los porcentajes de otras especies.

CUADRO 1
PRODUCTIVIDAD GENERAL DE POLEN (PHOL, 1967)

Designación de especies	Productividad polínica en 50 años	Productividad relativa
	Millones de granos	
Alnus.....	362.720	17.7
Pinus sylvestris.....	322.750	15.8
Tilia cordata.....	280.450	13.7
Corylus avellana.....	270.480	13.6
Picea excelsa.....	270.750	13.4
Carpinus betulus.....	141.700	7.7
Quercus sessiliflora..	34.410	1.6
Fagus silvatica.....	20.450	1.0

Para evitar estos problemas es preciso comparar los datos correspondientes a muestras superficiales, con las condiciones recientes y así poder llegar a conocer la representatividad del diagrama. Para ello es necesario recoger varias muestras superficiales para solventar el problema de la posible destrucción de los granos de polen o del fuerte influjo del NAP local; de este modo se podrá determinar las relaciones numéricas entre las especies, géneros y Familias, que constituyen la cobertura vegetal de una región y el número de plantas esparcidas sobre la superficie del suelo. Así pueden llegar a determinarse algunos **coeficientes de transición**. GRIT-CHOUK en 1940 (en POKROVSAIA, 1950) realizó esto en distintos paisajes naturales de la URSS europea, y aunque la esquematización fue inevitable a nivel de familias y géneros llegó a establecer las bases para la interpretación de los diagramas polínicos, con vistas a la reconstrucción de la cobertura vegetal y del clima, definiendo que **la composición de los espectros polínicos** refleja fielmente, en conjunto, las características de la vegetación de una región y que **cada zona de vegetación** está caracterizada por su espectro esporo-polínicos, que difieren localmente tanto cualitativa como cuantitativamente (cuadro 2).

La relación que existe entre el espectro polínico y la vegetación original se define como **el valor R** [DAVIS (1966)] y refleja el contraste que existe entre el conjunto de especies grandes productoras de polen y el de bajas productoras; IVERSEN, por su parte [FAEGRI & IVERSEN (1975)], propuso una reducción numérica, basada en la clasificación de los árboles en tres grandes grupos:

- A) **Especies muy productoras**, como Pinus (Pino), Bétula (Abedul), Alnus (Aliso), Corylus (Avellano).
- B) **Especies de producción moderada**, como Picea (Abeto rojo), Quercus (roble) y enci-

nas), Fraxinus (Fresno), Fagus (Haya), Tilia (Tilo), Hedera (Hiedra)...

- C) **Especies poco productoras**, que pueden sumarse o no al total, si bien muchas de ellas son buenas indicadoras, y que comprenden las plantas entógamas y algunas autógamias como Ilex (Acebo), Viscum (Muérdago), Vitis (Vid)...

Por tanto, si queremos que el diagrama ofrezca una composición real de la vegetación, IVERSEN propone (cuadro 3) que el grupo A) se reduzca dividiendo por 4 el número de pólenes hallados, antes de ser sumados al grupo B). Ahora bien: al introducir el polen en alguno de estos grupos es preciso tener en cuenta: la efectividad de la dispersión del polen, la periodicidad de la floración y la relación entre las plantas macho/hembra.

Por otra parte, la producción de polen también varía, dando más polen si se trata de un bosque poco denso. Así los árboles que rodean los caminos de las áreas cultivadas distorsionan los diagramas. Todo esto implica el no poder establecer valores de R de uso general. Por ello si la muestra tomada en superficie refleja bien la vegetación actual puede servir, el problema está en que los espectros actuales son pocos y muy distorsionados, especialmente por los cultivos.

De todo esto se deduce que la curva de cada especie es relativa y depende de **la frecuencia** de la especie y de **la composición** del resto del bosque.

c) Otro aspecto importante a tener en cuenta en los diagramas polínicos es el conocimiento de la **frecuencia absoluta de polen** (APF) que representa el número de granos de polen por unidad de superficie de preparación o por unidad de volumen. El APF compensa de algún modo los problemas inherentes al porcentaje relativo, ya que cada dato de polen puede ser evaluado independientemente de otros pólenes coetáneos en el espacio y en el tiempo.

Pocos datos existen para calcular la producción de polen por unidad de área; además, estos valores varían con el clima, las condiciones ecológicas, la edad y el tipo de cobertura vegetal. Por otra parte, son poco conocidos los valores sobre la atenuación de los mismos con la distancia y el clima. Por ello pocas veces los datos de APF tienen gran valor en la interpretación de casos dudosos. El cálculo de APF tiene tres fases:

- 1.ª Establecer el polen absoluto de la preparación.
- 2.ª Establecer el polen en el depósito.
- 3.ª Establecer el polen para un intervalo de tiempo.

El punto tercero es relativamente fácil, mediante la secuencia estratigráfica y la datación absoluta. El punto segundo se resuelve tomando una unidad de volumen (10 c.c.) y así se conoce la cantidad de polen por unidad de área y unidad de tiempo. En cuanto al primer punto, los problemas que se presentan son los más interesantes y las posibles soluciones se agrupan en dos categorías:

en el caso de los desplazamientos normales en la horizontal. Esta selectividad del transporte, tanto en viento como en agua, implica variaciones dentro de la cuenca de sedimentación. Por otra parte, el transporte de los granos vesiculados (como *Pinus*) se ve favorecido tanto por el viento como por las corrientes de agua, lo que puede originar enriquecimientos anómalos.

Volviendo al transporte aéreo, la dispersión (interrumpida por la lluvia o favorecida por el viento) varía desde centenares de metros a kilómetros; así TAUBER (1967) agrupa las tres maneras fundamentales del transporte aéreo, expresadas en el modo de sedimentación (fig. 2):

— **Sedimentación directa** o formación de depósito a escasa distancia de la unidad de vegetación. Esta queda regulada por la altura de las plantas polinizantes, la localización de las plantas y la velocidad de las corrientes de aire local y su densidad, ya que el polen se mueve en masa.

— **Sedimentación fraccional**, producida por una corriente de aire en remolino. Por ello parte se sedimenta al tiempo que se remobilizan otros granos ya sedimentados. Se trata de un proceso complejo y no detectable en condiciones fósiles.

— **Corrientes de aire movilizadas por acción térmica**, producidas cuando el aire se calienta y al perder densidad asciende, llevando polen a grandes distancias. Se trata, pues, de un transporte de carácter regional y que va a dar lugar a que los porcentajes de los tipos que inicialmente salieron de una unidad de vegetación varíen con la distancia, ya que el aire, al ir perdiendo la capacidad de transporte, va sedimentando polen en relación con su forma, tamaño y peso.

A esto se suma que las partículas suspendidas en el aire, al sedimentarse han de superar los denominados **filtros naturales**, como son los troncos de los árboles (o filtros gruesos), las copas de los árboles (o filtros medios) y el nivel de hierbas y arbustos (o filtros finos).

Esta acción selectiva sobre una unidad mixta de vegetación da una imagen distorsionada que se resuelve mediante la comparación y ajuste con la vegetación actual y su expresión polínica. Los estudios de dispersión, transporte y sedimentación del polen actual son de máximo interés en la construcción de un modelo de ecosistema actual, que será el patrón de comparación. Para ello es preciso conocer la lluvia actual de polen, ya que ofrece la posibilidad de establecer el recubrimiento (porcentaje de superficie que cubre) y su representación polínica.

Para llevar a cabo el estudio del espectro actual se requiere en primer lugar el estudio batánico de la zona y a continuación conocer su espectro polínico mediante:

— recogida de polen del aire, tanto en planos horizontales como verticales y conocer el volumen de aire por unidad de tiempo.

— recogida de polen depositado en 50 gr. de suelo, procedente de un lugar libre de vegetación y no afectado por la erosión o removilización, así

como la recogida de muestra en charcas anuales y en musgos, ya que actúan a modo de trampas.

Para finalizar, es preciso tener en cuenta otra serie de consideraciones, que mal tratadas pueden dar lugar a posibles fuentes de error y que van, como ya se ha ido viendo, desde la identificación de los granos de polen, problemas de carácter aritmético, de contaminación (del equipo de la toma de muestras o en el laboratorio) hasta los problemas de interpretación y que se resumen en los siguientes apartados:

e) El modo de depositarse el polen varía con el **tipo de sedimentación**; no es lo mismo un sedimento de tipo turboso, que recibe el polen local y anemófilo, que un sedimento lacustre o un yacimiento arqueológico, distinto a su vez si se trata de una cueva o por el contrario es un yacimiento abierto. En el caso de los yacimientos existe además contaminación por parte de los animales, de un alto porcentaje de plantas entógamas, por lo que las plantas ruderales de alrededor estarán bien representadas. También un factor importante es la **orientación**, con respecto a los vientos dominantes, del depósito en cuestión.

f) Los problemas de **erosión y redeposición** son relativamente fáciles de soslayar, ya que la erosión es un problema puramente estratigráfico, y en cuanto a la redeposición y otros desplazamientos de los granos de polen, éstos pueden detectarse mediante la observación de las exinas, su color y capacidad

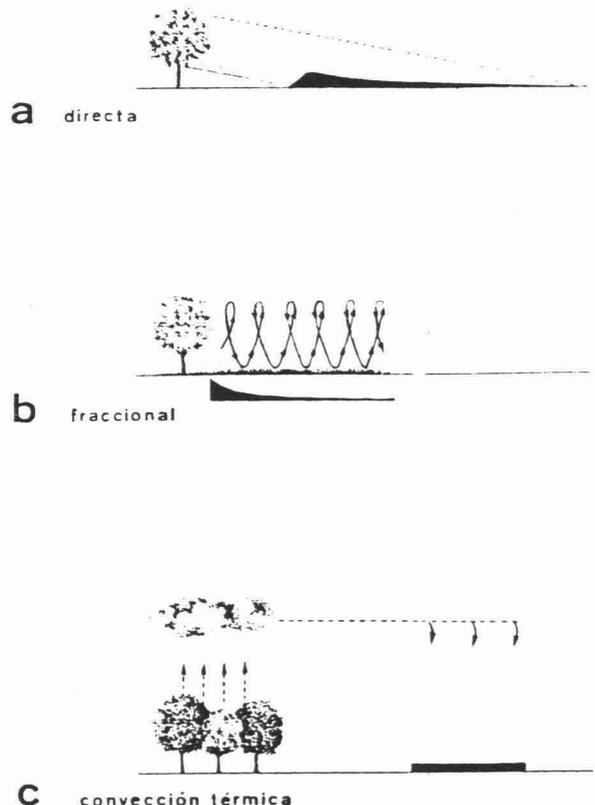


Fig. 2 Tipos de transporte aéreo y sedimentación.
Aerial transport type and sedimentation.

— **Contaje relativo** (mediante guía), a partir de la introducción de una cantidad conocida de polen exótico en la muestra, siendo [BENNINGHOFF (1962)]:

N = número de granos de polen exótico introducidos.

n = número de granos de polen totales, hallados en la preparación.

A = número de granos de polen no exóticos.

i = porcentaje del polen exótico en la preparación.

$$P = \text{polen nativo} = \frac{100 \cdot A}{100 \cdot i} \times \frac{N}{n}$$

— **Métodos volumétricos absolutos**, mediante la evaluación estadística de los resultados, ya que la evaluación de la riqueza en polen, de un sedimento, permitirá determinar la validez de la interpretación de una variación polínica, es decir, evaluar si el descenso o desaparición de un taxón es real o debido a un efecto estadístico. Así COUR (1974) evaluó la riqueza media de un sedimento (r) según la siguiente fórmula:

$$(r) = \frac{n \cdot 100}{m}$$

donde (f) es la fracción del resto analizado, que siempre ha de ser mayor a 0,1 por 100 y que se calcula del siguiente modo:

$$\% f = \frac{v}{V} \times \frac{l}{L} \times 100$$

y en donde:

m = peso del sedimento seco

v = volumen del residuo en glicerina

V = volumen de la lámina delgada

L = longitud media de la lámina delgada

l = diámetro del campo del objetivo de 6 por el número de líneas observadas.

n = número total de polen y esporas contabilizadas en la lámina

Aplicado esto a todos los sedimentos y a sus correspondientes taxones, se puede llegar no tanto a conocer la riqueza media del conjunto de los análisis, sino a apreciar las variaciones de riqueza del sedimento a lo largo del análisis.

Sin embargo, RENAULT-MISKOVSKY (1974) y ABLIN (1985) establecen que el contaje del valor absoluto no es excesivamente eficaz, ya que el número de pólenes por unidad de superficie o de volumen puede variar con la naturaleza de los sedimentos estudiados y a veces de un nivel vecino a otro. Así, por ejemplo, explican cómo:

— A veces 30 gr. de sedimentos tratados por el método químico clásico implica montar 10 láminas con un total de 900 granos, de donde se deduce que el valor absoluto es de 10 por 900, dividido

entre 30, lo que se traduce en 300 granos por gramo de muestra.

— en algunos casos, 50 gr. tratados mediante líquidos densos suponen que de un total de 10 láminas revisada sólo se obtengan un total de 30 granos, con lo que el valor absoluto es de 6 granos por gramo de muestra.

— y en el caso de sedimentos extremadamente pobres, para los que se precisa métodos de extracción más complejos, de un total de 200 gr. tratados se obtengan 40 esporas y pólenes, repartidos en 4 láminas, con lo que el valor absoluto es de 1/5 de granos por gramo.

Esta disparidad de resultados implica no poder generalizar el uso de PAF para evaluar la densidad de la cobertura vegetal, por lo que se hace preciso confiar en la interpretación, comparada con estudios paralelos, realizados en los mismos sedimentos y otros depósitos sedimentarios, ya que el cálculo del porcentaje del número de polen de árboles puede variar dependiendo del tipo de sedimento. Por ello, los contajes estadísticos se emplean para reconstruir la composición de la cobertura vegetal y así poder evaluar la densidad en relación con los espacios abiertos.

d) Otro aspecto a tener en cuenta es el de **los mecanismos de dispersión del polen**. La cantidad de polen que se deposita por unidad de área depende, como se ha visto, de la frecuencia de la especie en cada región, de la producción absoluta de polen, así como de los mecanismos de dispersión del mismo. No todo el polen y esporas viajan en el mismo medio de transporte; así las plantas anemófilas (polinizadas por el viento) producen grandes cantidades de polen que se desplaza en grandes nubes (salvo los pocos que realizan las funciones vegetativas), hasta que precipitan (**lluvia de polen**), mientras que las plantas entomógamas (polinizadas por insectos) aun produciendo grandes cantidades de polen su dispersión no suele alcanzar grandes distancias.

Puesto que la dispersión varía según las especies, autores como ERDTMAN, FIRBAS, FEDEROVA [en FAEGRI & IVERSEN (1975)], entre otros, clasificaron a los pólenes en tres grupos:

A) **Los que recorren grandes distancias** (decenas y centenares de kilómetros). A este grupo pertenecen las plantas anemófilas como Pinus, Quercus y la mayor parte de las Betuláceas y posiblemente Picea y Tilia entre las entomófilas.

B) **Los que recorren cortas distancias** (del orden de 1 kilómetro y excepcionalmente 1 metro), como son Larix, Abies...

C) **Los pólenes y esporas de las plantas acuáticas**, que sólo se reparten en las zonas donde habitan.

Por otra parte, debido a su pequeño tamaño, pueden viajar aislados o como agregados más o menos voluminosos y en cualquier caso no todos van a tener la misma velocidad de deposición (que varía de 38 cm/seg. a 2 cm/seg.); a ello se une que los transportes en la vertical, que pueden llevar polen a regiones donde no existe la planta, no son capaces, sin embargo, de movilizar a tantos granos como

CUADRO 2

ESPECTROS ESPORO-POLINICOS DE DISTINTAS ZONAS DE VEGETACION DE LA URSS EUROPEA (GRITCHOUK, 1940)

Complejos de polenes y esporas	Bosques			Estepa		Semide- sierto	
	Tundra	Coni- feras	Mezcla	Grandes hojas	planta plu- mosa		
Polenes de arboles (A.P.).....	30-40	50-85	45-80	30-70	5-30	<10	<5
Otros polenes (N.A.P.).....	20-45	5-25	10-40	20-70	60-85	75-90	90-100
Esporas.....	20-50	10-35	5-15	5-30	<20	<20	<10
Picea.....	<15	40	-	<10	-	-	-
Pinus.....	5-75	40-100	45-80	10-70	35-100	75-100	75-100
Betula.....	50-80	h. 70	h. 50	h. 60	<15	<10	<10
Esencias de grandes hojas....	-	-	<10	>20	h. 30	<10	<10
Ericaceae.....	10-80	h.100	h. 20	-	-	-	-
Gramineae.....	<20	h. 40	5-40	10-30	15-20	10-40	<30
Cyperaceae.....	50-80	h. 65	<15	<15	h. 20	<10	<10
Chenopodiaceae.....	-	-	-	-	<5	5-30	20-70
Artemisa.....	-	-	-	-	-	h. 20	h. 40
Herbaceas diversas.....	h. 75	10-85	45-90	60-90	50-80	25-75	20-40
Sphagnales.....	10-50	20-95	<10	<10	-	-	-
Bryales.....	50-90	h. 90	h. 95	h.100	85-100	90-100	100
Polypodiaceae.....	+	<10	h. 60	h.100	<15	<10	-
Lycopodiaceae.....	+	h.60	h. 30	h. 10	-	-	-

h.- hasta

de absorción de tintes [STANLEY (1966), en FAEGRI & IVERSEN (1975)]. Por otra parte, VAN GIJZEL, en 1967 [FAEGRI & IVERSEN (1975)] demostró que la autofluorescencia de las exinas cambia con el tiempo.

g) Los problemas relacionados con la **floración**, como es el caso de plantas cortadas regularmente, y que en el diagrama no se detectan o el caso de algunos cereales, en los que la flor dura poco tiempo, pero luego su polen es transportado en la época de la mies [UVURELA (1973) en ANTONI (1979)], e incluso la evolución típica de una **colonización**, como es el caso de los pantanos, en los que la vegetación va variando al ritmo de la colmatación. Como se puede apreciar, son datos que interfieren en los resultados, pero en ningún caso están ligados a cambios climáticos, principal objetivo en la interpretación del diagrama polínico.

h) Otro problema es el de que la lluvia de polen no se halle alterado por la naturaleza del sedimento, es decir, que el sedimento no afecta al **estado de conservación de los granos de polen**. A este respecto HAVINGA, durante los veinte años habidos desde 1964 a 1984, realizó investigaciones sobre la corrosión diferencial del polen y esporas en distintos tipos de suelos (turberas de Sphagnum, turberas de Carex y suelos podzol, caracterizados todos ellos por su baja actividad biológica, y en arenas de río y mantillo de alta actividad biológica; esta secuencia presenta una variación de pH que va, respectivamente, de 3,5, -4,1, -3,4, -7,7 y -6,2).

Los tipos de corrosión que se presentaron fueron:

— **Cavitación** o corrosión perforada, aproximadamente circular, en una o más capas de la exina.

— **Adelgazamiento** de la exina.

— **Degradación** de los elementos estructurales y esculturales de la exina [CUSHING (1967) en HAVINGA (1984)].

En los tres tipos de suelo de baja actividad la corrosión predominante fue la de adelgazamiento y degradación, mientras que en los dos tipos de suelo de alta actividad predominó la cavitación. Por otra parte, hay que tener en cuenta que en los medios donde predomina la oxidación sólo quedan los granos más resistentes.

CUADRO 3
REDUCCION NUMERICA DE LOS VALORES DE POLEN EN BASE A LA PRODUCCION POLINICA DE LA PLANTA (FAEGRI&IVERSEN, 1975)

	Numero de granos	Porcentaje original	Porcentaje despues de la conversion
Pinus	120	54.5	30
Betula	24	10.9	6
Quercus	16	7.3	16
Tilia	4	1.8	16
Fagus	24	10.9	24
Corylus	32	14.6	8

RESUMEN

De todo lo anteriormente expuesto podemos resumir cómo el análisis polínico de los sedimentos tiene como objetivos fundamentales:

- Reconstruir la asociación vegetal.
- Conocer los cambios sufridos por esa vegetación.
- Seguir la evolución de la flora y las vías de migración de los distintos componentes.

— Reconstruir las condiciones paleoclimáticas y paleoecológicas.

Todo ello en base a una estricta metodología, tanto en la extracción como en el tratamiento de las muestras, así como de un cuidadoso análisis de los datos, desde el reconocimiento de los granos de polen, el estudio de la productividad, la estructura y composición del biotopo actual, los mecanismos de dispersión del polen y su estado de conservación dentro del sedimento.

BIBLIOGRAFÍA

- ABLIN, D. (1985): "Analyse pollinique de depots lacustres de Ceysnac (Plio-Pleistocene du Velay. Mssif Central Français): Flore, Vegetation et Climat". *Tesis Doctoral*.
- ANTONI, H. (1979): "El hombre en los ecosistemas del pasado a través de la Palinología", *Col. Cientif/Arqueología*. México.
- BASTIN, B. (1964): "Essaie d'analyse pollinique des loess en Belgique, selon la méthode de Frenzel", *Agricultura*, 12: 703-706.
- BENNINGHOFF, W. S. (1962): "Calculation of pollen and spores density in sediments by addition of exotic pollen in know quantities", *Pollen et Spores*, 4 (2): 223-233.
- BRADLEY, R. S. (1984): "Quaternary Paleoclimatology", 9 Allen and Unwin. London.
- COUTEAUX, M. (1962): "Notes sur le prelevement et la preparatio de certains sediments", *Pollen et Spores*, 4: 317-312.
- COUR, . (1974): "Nouvelles techniques de detection des flux et retombees polliniques: étude de la sedimentation des pollens et des spores ó la surface du sol". *Pollen et Spores*, 16, 1: 103-141. Paris.
- DAVIS, M. B. (1966): "Determination of absolute pollen frequency", *Ecology*, 47: 310-311.
- DUPRE OLIVIER, M. (1979): "Breve manual de análisis polínico", Inst. "Juan Sebastián Elcano", C.S.I.C. (Valencia).
- ERDTMAN, G. (1960): "The acetolysis method", *Svens. Bot. Tidskr.*, 54: 561.
- ERDTMAN, G. (1969): "Handbook of Palynology: An introduction to the study of pollen grains and spores", *Munksgaard*. Copenhagen.
- FAEGRI, K., e IVERSEN, J. (1975): "Textbook of pollen analysis", *Scand. Univ. Book. Munksgaard. Blackwell Scf. Public*. Oxford.
- GIRART, M. et RENAULT-MISKOSKY, J. (1969): "Nouvelles techniques de preparation en Palynologie appliquées a trois sediments du Quaternaire final de l'Abri Cornille (Istres, Bouches du Rhone)", *Bull. l'Afeq.*, 4: 275-284.
- GRITCHOVK. V. P. (1940): "Les methodes de tratitement de séries sedimentaires pauvress en debris organiques, en vue de l'analyse pollinique", *Prob. geo. phys.*, t. VIII.
- HAVINGA, G. (1984): "A 20-years experimental investigations into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in varius soils types", *Pollen et Spores*, vol. XXVI, núms. 3-4: 541-558.
- POKROVSKAIA, I. M. (1950): "Essaie de caracterisation de la teneur en pollen. Analyse polynique", *Ann. du Serv. In. de la URSS d'Europ. Prob. Geogr. Phys. N. XI Geol. BRGM*.
- PONS, A. (1970): "Le Pollen", *Que sais je?*, nº 738. Press. Univ. Francia.
- SAEZ, C. (1979): "Polen y Sporas", *H. Blume*. Madrid.
- TAUBER (1967): "Differential pollen dispersion and filtration", en Cushing, E. J., y E. H. Wrig (ed.): *Quaternary Paleocology*, 131-142. Yale Univ. Press. New Haven.
- VAN CAMPO, M. (1950): "Une methode de preparation tres rapide des tourbes en vue de leur analyse polynique", *Bull. Soc. Bot. Fr.*, tomo 97. Paris.