

ANALISIS DE POLEN Y PALINOGRAMA

E. YLL

Recogida de muestras

Las seis muestras analizadas se recogieron en columna, de un corte existente en el interior de la cueva, en el "sector B" unidad de excavación C-III, correspondiendo a tres niveles estratigráficos bien determinados (N-I, N-II y N-III) y a un nivel cerámico superior (Nivel Superficial). Tienen entre sí una distancia de unos 30 cm.

La muestra 1 se encuentra en la base de la estratigrafía. Las muestras 2, 3 y 4 están tomadas inmediatamente por encima de los tres niveles de ocupación principales: la inferior en el N-III y las superiores en el N-II. La muestra 5 corresponde al nivel cerámico y la muestra 6 a un estrato bien definido comprendido entre la arcilla roja cocida y una laminación de cal.

Este tipo de muestreo, obedece sobre todo a un deseo de determinar una posible evolución desde la base de la estratigrafía hasta el nivel cerámico superior, y no a un estudio exhaustivo de la dinámica de la sedimentación polínica a lo largo de todo el relleno, para lo que sin duda se hubiera tenido que seguir un procedimiento mucho más detallado, con la recogida de muestras en distintos puntos, etc...

Nos interesaba, pues, una evolución global del conjunto, con la localización, si ello era posible, de fluctuaciones de la sedimentación y composición polínica, que pudieran significar una influencia climática o antropogénica sobre la cubierta vegetal. El estudio de la fauna encontrada en estos niveles y la localización de unos molinos de mano en el N-I, correspondiente a nuestras muestras de polen 5 y 6, aconsejaban este tipo de trabajo polínico, partiendo de un conocimiento de la problemática de la excavación y de unas hipótesis de trabajo, que el análisis microvegetal podría apoyar o refutar.

Análisis químico

El análisis químico se realizó sobre una muestra constante de 50 gr. siguiendo el método clásico mejorado por B. Guillet y N. Planchais.¹ Este método consiste básicamente en los siguientes pasos:

— Tratamiento con Flh al 70 % con objeto de diluir los carbonatos.
— Tamizado con una malla de 200 micras para la eliminación de los residuos vegetales o minerales más grandes.

— Disolución de los compuestos fluosilicatos por HCl al baño-maría. Repeticiones consecutivas de este tratamiento.

— Aplicación de una solución saturada de Cloruro de sodio (NaCl).
— Lavado con Tetralán baño-maría antes del cambio medio.

— Solución de LUBER con el fin de aclarar parcialmente los residuos vegetales y extraer una parte de los cationes de F.

— Hexametafosfato de sodio. Tratamiento repetido para dispersar las partículas arcillosas.

— Solución densa de ZnCl₂ (cloruro de zinc) para la concentración de los granos de polen y esporas. Dada la composición desfavorable del sedimento en arcillas y limos, se efectuó una doble extracción por densidad = 2 de esta solución, en el primer caso y 1,8 en el segundo.²

— Eliminación del resto de los compuestos orgánicos no esporopólicicos por potasa al 10 % al baño-maría. Repetición.

— Solución de glicerina al 30 %, fenolada y coloración con fucsina básica.

— Cálculo del volumen final del sedimento³ y montaje de una porción homogénea. Medida constante de las muestras depositadas en las placas para la observación microscópica (50 microlitros en todos los casos).

Durante la observación microscópica se calculó también el número de granos de polen y esporas por gramo de sedimento⁴ cuyo resultado reflejamos en el palinograma, y que nos ha parecido bastante rico, tratándose de un sedimento de relleno de cueva y con malas condiciones sedimentológicas.

La proporción de sedimento estudiado ha sido de 0,223, por encima de lo considerado como suficiente (0,1) para la obtención de un espectro fiable.⁵

El palinograma

En el cuadro de la izquierda y al lado del número de cada muestra se han colocado los datos sobre la profundidad donde se ha tomado la

1. GUILLET, B. y PLANCHAIS, N., *Note sur une technique d'extraction des pollens des sols par solution dense*, en "pollen et Spores", XII, págs. 141-145, París, 1969.

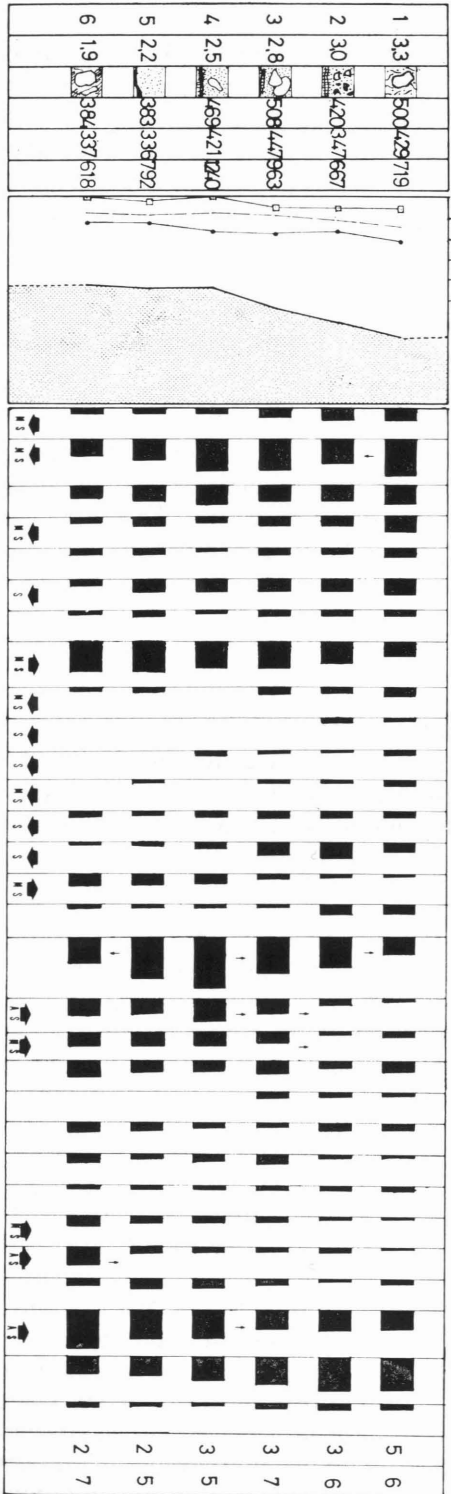
2. GUILLET, B. y PLANCHAIS, N., *Note sur une technique d'extraction des pollens des sols par solution dense*, Op. cit., París, 1969.

3. LOUBLIER, Y., *Application de l'analyse pollinique à l'étude du paleoenvironnement du remplissage würmien de la grotte de l'Abreda (Espagne)*, Tesis Universidad de Montpellier, Montpellier, 1978.

4. COUR, P., *Nouvelles techniques de détection de flux et des retombées polliniques; étude des sédimentations de pollens et spores à la surface du sol*, "Pollen et Spores", págs. 102-141, 1974.

5. COUR, P., *Nouvelles techniques...*, Op. Cit., pág. 140, 1974.

N°muestra
 Profundidad
 Litología
 N° granos
 Suma-base
 Q = granos/gr.



- Pinus halep. •
- " syles. •
- Pinus
- Quercus ilex •
- " pubesc. •
- " suber •
- " faginea •
- Cupresaceae
- Alnus
- Betula
- Corylus
- Ulmus
- Castanea
- Buxus
- Ericaceae
- Olea
- Gramineae
- Compositae t. •
- " l. •
- Artemisia •
- Caprifoliaceae
- Sanguisorba •
- Rumex
- Cruciferae
- Labiatae
- Chenopodiaceae
- Plantago
- Cichoriaceae
- Esporas mon.
- " tri.
- Varia
- Indeterminables

Palinograma general de la cavidad

"COVA FOSCA"

fracción de sedimento para analizar; la litología general señalada en el corte estratigráfico; el número de granos contados en total para cada muestra; la suma-base donde se han contabilizado todos los granos de polen, excluyendo las filicales, los granos indeterminables (por sus condiciones de oxidación) y los "varía" (no han podido ser atribuidos a ninguna especie o taxón en concreto); y el coeficiente Q. que refleja el número del contenido esporopolínico en granos por gramo de sedimento analizado.

En un segundo recuadro se han situado las curvas de frecuencias de *Pinus*, *Quercus* y especies caducifolias para el valor A.P. y de las Filicales para N.A.P.

Pinus

Se han podido determinar dos tipos polínicos distintos de *Pinus*, el *halepensis* y el *sylvestris*. Dada la dificultad de determinación de los granos de estas especies y el elevado grado de oxidación del sedimento, ha habido un elevado número de granos que han tenido que colocarse simplemente como "*pinus*" sin precisiones morfológicas de otro tipo.

Quercus

Han sido clasificados morfológicamente en cuatro tipos: *ilexcoccifera*, *robur-pubescens*, *suber* y *faginea*. La diversidad de especies de *Quercus* no implica sin embargo un clima o cubierta vegetal muy determinado, ya que es normal encontrar estas especies en los análisis de la Península Ibérica.

Cupresaceae

Se han encontrado bastantes granos pertenecientes a esta familia. Es muy posible que pertenezcan al género *Juniperus*. Actualmente el Enebro, por ejemplo, es abundante en la zona. Es frecuente en colinas y montañas secas, sobre todo en lugares pedregosos, e indica un incierto grado de sequedad.

Grandes árboles caducifolios

Se han encontrado *Alnus* (Aliso), *Betula* (Abedul), *Ulmus* (Olmo) y *Castanea* (Castaño). Es frecuente encontrarlos asociados en los análisis polínicos. En conjunto señalan un ambiente húmedo y templado, aunque en este caso, sus bajos porcentajes no son muy significativos. Constatan, cuando menos, su presencia en las proximidades de la cueva. Actualmente se encuentran relegados a lugares más resguardados, con mayor humedad, y algo más bajos.

En concreto, la curva polínica de *Castanea*, es una de las más antiguas de la Europa Occidental. Perfiles de este tipo se encontraban hasta hace poco en Europa Oriental: Gianitsa, antes del 7270 ± 70 B.P.

en Grecia.⁶ Generalmente acompañan a especies cultivadas como *Juglans*, *Olea*, *Secale*, *Vitis* o *Cerealía*.⁷ Sin embargo pólenes de castaño se han señalado en épocas donde el cultivo del árbol es difícil de imaginar: Dordogne hacia 4800 B.P. (Couteaux) o en la costa ligur hacia 6500 B.P.⁸

Corylus

Lo encontramos presente sólo en los niveles medios e inferiores de la columna. Se suele hallar en bosques o barrancos. Demuestran una humedad media y clima templado. Generalmente se adapta bastante bien. La asociación de *Pinus*, *Quercus* y avellano, parecen señalar una cubierta vegetal natural, sin la intervención del factor humano (Verdelpino).⁹ Su desaparición posterior no sólo puede representar el establecimiento de condiciones climáticas más cálidas, sino también la hipotética intervención humana.

Buxus y *ericáceas*

Están presentes en todas las muestras. Registran procesos inversos. Es posible que las ericáceas se adaptaran mejor a los claros dejados por la paulatina disminución de las especies A.P. El desarrollo paralelo de las ericáceas con las herbáceas lo encontramos también en gran número de análisis polínicos.

Olea

La permanencia de este taxon en todo el palinograma, junto con otras especies como el *Buxus* y *Quercus* indican unas condiciones generales cálidas.

N.A.P.

Entre las especies no arbóreas destacan por su número las gramíneas y las compuestas, que registran un aumento sensible paralelo a la disminución lenta de las especies arbóreas. Las chichorias son también importantes, registrando la misma evolución que aquéllas. La presencia de *Artemisia* constante y en niveles medios cuantitativamente, no parece representar frío de ningún tipo, sino sin duda la existencia de un paisaje bastante abierto. En caso contrario sería inexplicable su presencia acompañando a especies arbóreas termófilas, sobre todo el *Ulmus*, como sucede en los niveles más profundos.

6. BOTTEMA, S., *Late Quaternary vegetation history of north western Greece*, en Rijksuniversiteit to Groningen, 1974.

7. PLANCHAIS, N., *Histoire de la végétation Post-würnienne des plaines du bassin de la Loire, d'après l'analyse pollinique*, Thèse, Montpellier, 1971.

8. VERNET, J. L., *Précisions sur l'évolution de la végétation depuis le Tardiglaciaire dans la région Méditerranéenne, d'après des charbons de bois de l'Arma du Nasino (Savone, Italia)*, en Bull. AFEQ, n.º 39, págs. 65-72, 1974.

9. LOPEZ, P., *Análisis polínico de Verdelpino (Cuenca)*, en Noticia de los trabajos de 1976, en Instituto Español de Prehistoria, 81, 83, Madrid, 1977.

Las condiciones de humedad en los niveles inferiores parece que se acrecientan un poco, pero desde luego en niveles muy bajos, ya que ni los valores de las filicales, ni desde luego, los de *Cyperáceas*, incluidas en "varia" por su escasa representación, son acentuados.

En general pues, parecen indicar las herbáceas una tendencia hacia la sequedad. El mismo proceso siguen el Rumex, Labiadas y Plantago. Las segundas, más significativas, se desarrollan especialmente bien en las laderas y colinas secas y soleadas, frecuentemente con roquedo.

La desaparición de las Caprifoliáceas a partir de los 2,5 m. no es extraña, siendo los géneros pertenecientes a esta familia, propios de los lugares boscosos medianamente húmedos (*Viburnum* y *Sambucus* sobre todo).

Explicación de los X2 internos y finales

Para la explicación de la evolución en la representación de los distintos taxones y con la finalidad de evitar cualquier tipo de interpretación errónea dependiente de una observación puramente visual, se ha optado por la aplicación de un sistema estadístico elemental, que pudiera cuantificar y valorar esa evolución, otorgándole una significación matemática.

Así procedimos en primer lugar, hallando las distancias del X2 para cada especie y nivel independientemente, y lo representamos en el palinograma con pequeñas flechas entre los niveles que indican la existencia de un cambio significativo y el sentido de éste. Se han observado así procesos que de otra forma hubieran resultado, sin duda, engañosos. Por ejemplo, no existe para ninguna especie arbórea caducifolia un cambio significativo entre cada uno de los niveles, a pesar de su desaparición, acusada en algunos niveles (4 y 6). Únicamente se han detectado un cambio significativo entre los taxones de A.P. en el tipo *Pinus sylvestris*, que desciende entre los niveles 1 y 2.

Por otro lado observamos como las herbáceas representan mucho mejor el cambio de la cubierta vegetal de un estrato a otro, sobre todo en el caso de las Gramíneas, con cambios en sentidos opuestos. En general representan procesos más acelerados que los árboles y también más uniformes direccionalmente.

Para evitar una posible distorsión en la interpretación general de estos procesos parciales estratigráficos, se ha situado en la parte inferior del palinograma, la dirección de la evolución general, de la muestra 1 a la 6, en el caso de que la hubiera, y su intensidad (significativo, muy significativo, altamente significativo) en base a las distancias globales del X2.

Se observa entre los taxones A.P. una evolución casi siempre significativa, sobre todo en el caso de las caducifolias, en descenso, siendo la excepción las *Cupresaceae* y *Ericaceae*, que por su significado ecológico (se tratan de familias, por lo general, representantes de lugares secos) se adaptaron, e incluso evolucionaron favorablemente al establecimiento de unas nuevas condiciones.

Las herbáceas, registran una evolución ascendente entre muy y altamente significativa, especialmente también en las consideradas como representativas de un clima seco.

En general encontramos una evolución descendente de los taxones A.P., exceptuando los más secos, y con una evolución progresiva entre las N.A.P., acentuada en el caso de los taxones secos.

Distancias entre niveles (tabla 1. Gráfico A)

Para realizar una representación gráfica entre los niveles estudiados, se estableció la matriz a partir del cálculo del X² (Tabla 1) a partir de la cual se dibujó el dendograma correspondiente (Gráfico A).

Los estratos más cercanos son el 4 y el 5, después están aparejados el 3 con el 6 y el 2 con el 1. La distancia más lejana es la de la primera muestra con respecto a la cuarta.

	2	3	4	5	6
1	0,081	0,170	0,296	0,254	0,140
2	X	0,103	0,223	0,189	0,097
3		X	0,126	0,087	0,080
4			X	0,044	0,171
5				X	0,145
6					X

TABLA 1

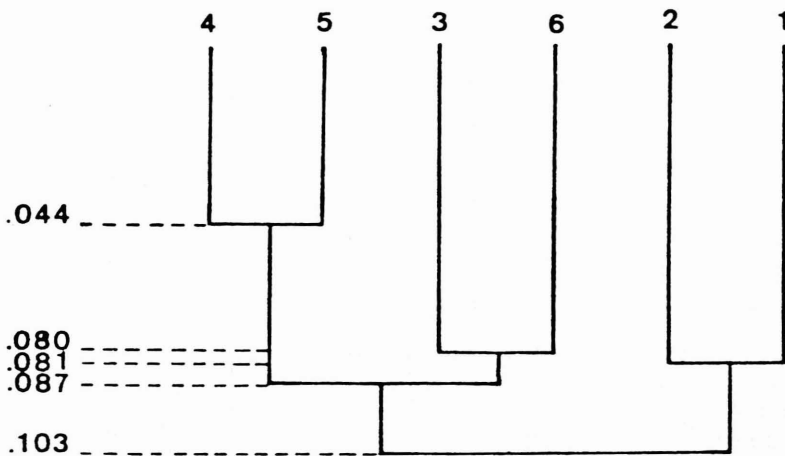


Gráfico A

Los niveles 4 y 5 registran el máximo de plantas secas, que parecen señalar una tendencia climática general hacia la sequedad; tienen también el mínimo del conjunto de los árboles.

Se ha establecido también para estas agrupaciones la matriz de distancias (Tabla 2) y el dendograma correspondiente (Gráfico B).

	AS	HH	AH	Fil
HS	0,14	0,30	0,36	0,15
AS	X	0,20	0,24	0,05
HH		X	0,157	0,162
AH			X	0,23
Fil.				X

TABLA 2

La distancia mínima se registra paradójicamente entre las filicales y los árboles "secos", lo que puede señalar una mejor adaptación de las pteridofitas a los pinos y las encinas que a los bosques de caducifolios más húmedos y termófilos.

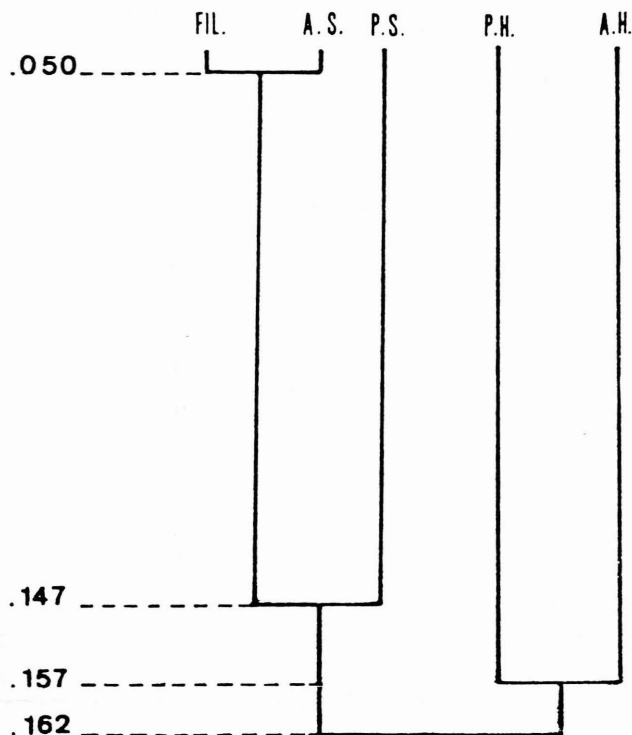


Gráfico B

Evolución general de los conjuntos vegetales

Con el fin de establecer alguna relación entre el conjunto vegetal se realizan dos gráficos triangulares. En el primero (Gráfico C) se tuvo en cuenta las filicales, los taxones húmedos y los secos, no dando ningún tipo de relación evolutiva clara. Mientras en el segundo (Gráfico D), en el que se utilizaron para su realización las filicales, las herbáceas y los árboles, resulta un movimiento claro de "boomerang", desarrollado por el conjunto de los árboles, que retroceden en la muestra 4, para volver a recuperarse a partir de este punto, igualando los niveles 6 y 2.

Asociaciones de significado ecológico-vegetal

Todos los taxones se han agrupado en cuatro grupos (Arboles secos —AS—; Arboles húmedos —AH—; Herbáceas secas —HS—; y Herbáceas húmedas —HH—); según la interpretación anteriormente hecha para el palinograma y su comportamiento ecológico general.

En los taxones más dudosos, respecto a su clasificación absoluta en alguno de estos apartados, se ha optado por escoger su significado preponderante, según todos los factores que han podido tenerse en cuenta.

Sin duda alguna, en circunstancias distintas, geográficas, climáticas, antrópicas, etc..., estos taxones hubieran representado para nosotros o bien otras especies distintas, de las que hemos considerado dentro del "tipo", o bien otro tipo de adaptación distinta de la especie al medio, en el caso de un desarrollo multidireccional del eco-sistema.

La clasificación, teniendo en cuenta estas objeciones y las que pudieran hacerse desde esta dialéctica general, la hemos realizado como se indica seguidamente en la tabla que incluimos a continuación:

ARBOLES		HERBACEAS	
Secos	Húmedos	Secas	Húmedas
<i>Cupresaceae</i>	<i>Alnus</i>	<i>Artemisia</i>	<i>Caprifoliaceae</i>
<i>Pinus</i>	<i>Betula</i>	<i>Compositae</i>	<i>Sanguisorba</i>
<i>Quercus</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Rumex</i>	
<i>Corylus</i>	<i>Castanea</i>	<i>Cruciferae</i>	
<i>Buxus</i>		<i>Labiatae</i>	
<i>Ericaceae</i>		<i>Chenopodiaceae</i>	
<i>Olea</i>		<i>Plantago</i>	
		<i>Chichoriae</i>	

Puede ser especialmente discutible la interpretación de *Pinus* y *Quercus*, pero dado el proceso general del palinograma y los tipos encontrados de estos taxones hemos preferido clasificarlos de esta forma, antes que dejarlos como neutros, y menos, como húmedos. Se ha tenido en

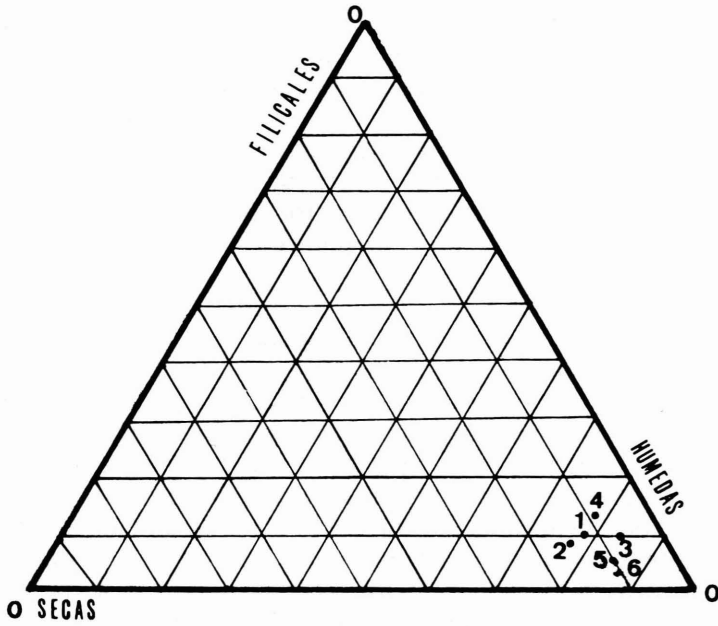


GRAFICO C

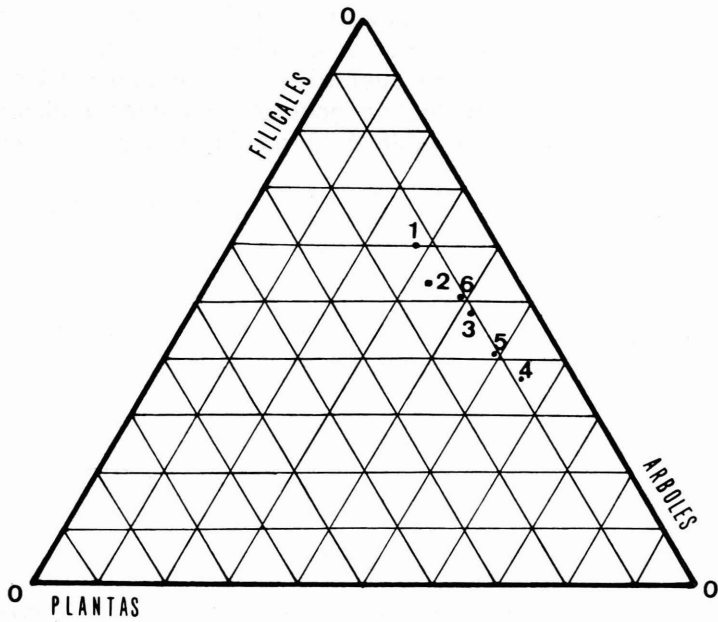


GRAFICO D

cuenta también el relieve y la cubierta vegetal actual y el comportamiento de estas especies.

Es también evidente que entre los árboles secos no pueden tener la misma significación los pinos que las encinas, por ejemplo, pero ha de tenerse en cuenta que se trata de agrupaciones muy generales, con las cuales se intenta una operatividad de los taxones, de cara a establecer evoluciones o tendencias globales, en el desarrollo del contenido polínico de los diferentes estratos.

Cuadro de frecuencias

	1	2	3	4	5	6
HS	.26	.31	.40	.51	.47	.38
	.78	.77	.83	.90	.86	.88
AS	.52	.46	.43	.39	.39	.50
HH	.02	.03	.02	.004	.02	.01
AH	.10	.09	.07	.049	.04	.03
	.08	.06	.05	.009	.02	.02
Fil.	.12	.13	.10	.09	.11	.10

Como se puede observar los niveles 1 y 2 registran el mínimo nivel de seco (no llegan al 80 %), tienen el máximo de húmedo (10 %) y el máximo de filicales (13 %). El mínimo de plantas secas (26 % y 31 %) es lo que determina el mínimo de sequedad y no los árboles, que representan valores elevados en este sentido. De la misma forma que es el máximo de AH lo que determina el máximo de humedad.

Los niveles 3 y 6 se pueden considerar como intermedios, tienen igual representación de filicales y moderadas frecuencias de plantas y árboles secos respecto a los otros niveles.

Dado que el "boomerang" de los árboles resultaba significativo, y por otro lado la tendencia hacia la sequedad se demuestra como cierta, dibujamos en un mismo gráfico los segmentos de las asociaciones de los distintos niveles, a partir de las respectivas frecuencias, para los árboles por una parte, y para los taxones secos por otra (Gráfico F). La homogeneidad entre los estratos en las especies arbóreas está representada por un trazo continuo, y la de los taxones secos por una línea de puntos.

La acción humana. La hipótesis de la deforestación

Se puede observar que mientras las especies secas mantienen una homogeneidad casi total entre todos los estratos, exceptuando el corte que hay entre las muestras 2 y 3, los árboles presentan una asociación muy accidentada y tienen una doble homogeneidad entre dos estratos.

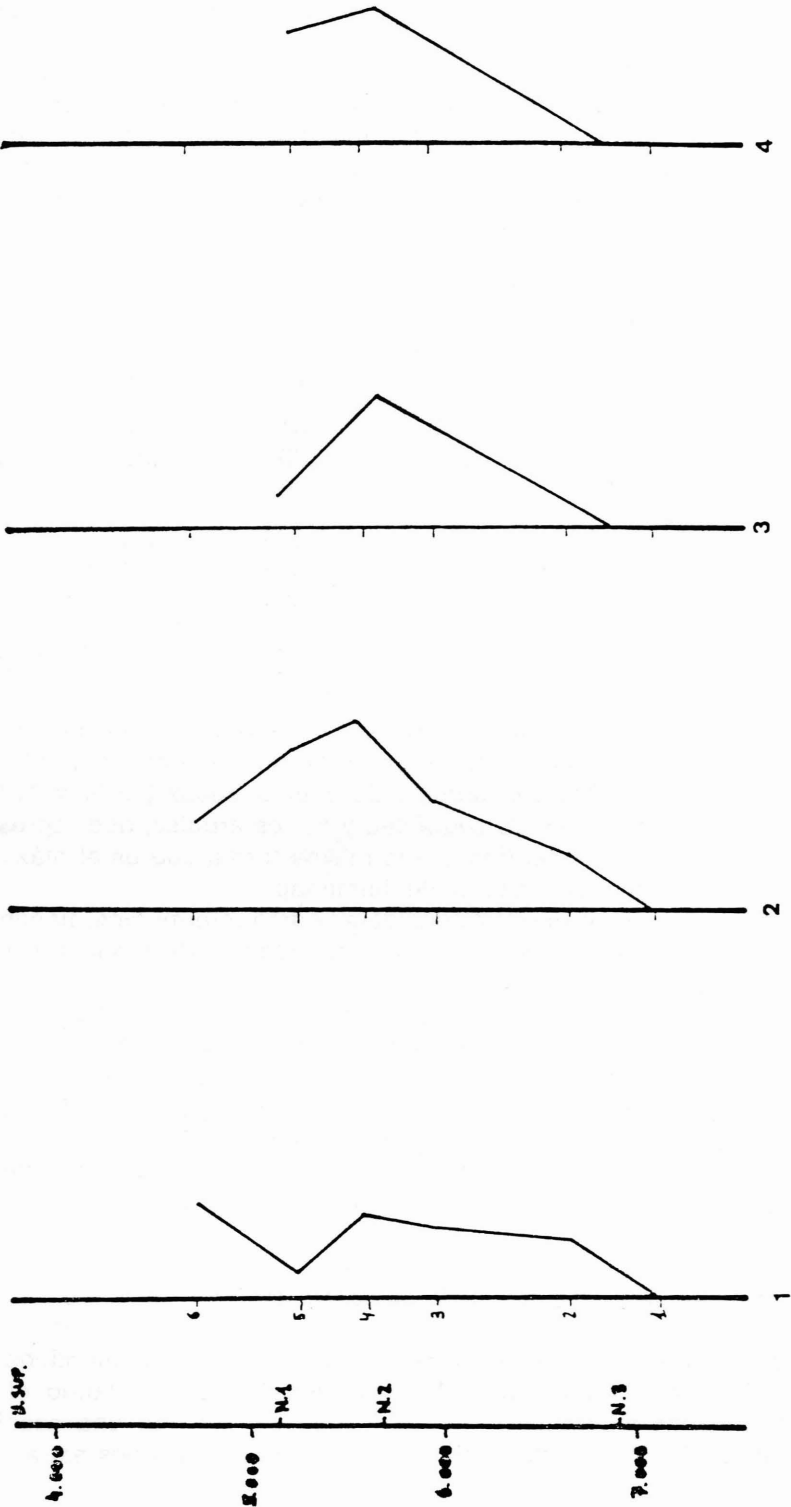


Gráfico E. Diferencia en las velocidades relativas y absolutas

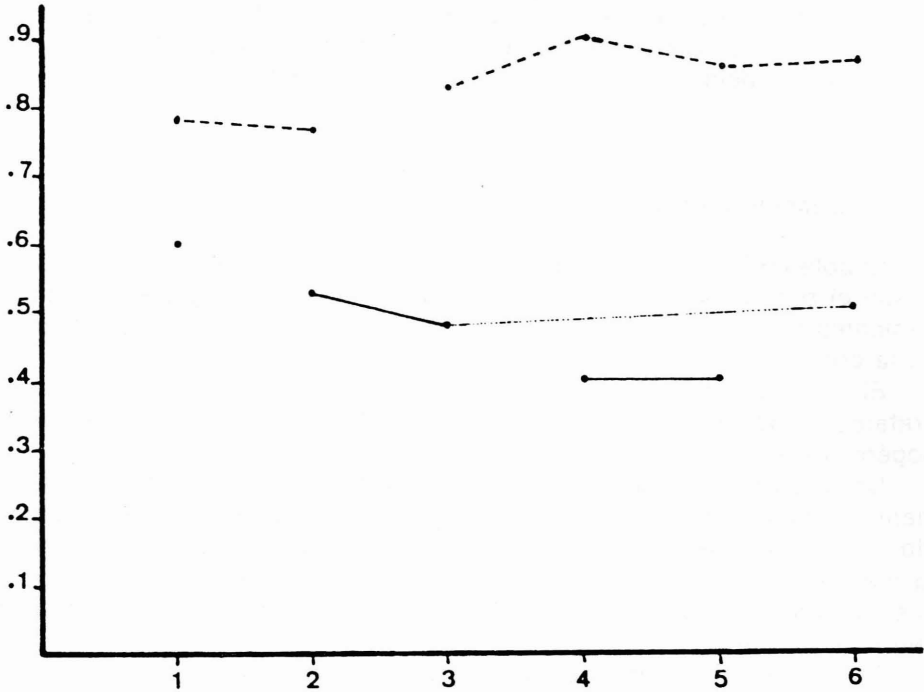


Gráfico F

La primera asociación es precisamente entre 2 y 3, después de una ruptura entre el 1 y el 2, esta doble coincidencia puede derivar perfectamente de una posible acción humana, que deforestara parte de la cobertura vegetal, de una manera moderada, entre los niveles 1 y 2, especialmente en el ámbito próximo a la cavidad. Esto explicaría el descenso de los árboles para volver a cobrar su homogeneidad, y por otro lado el ascenso, tras el corte brusco, de las especies secas, que ocuparían el espacio cedido por los árboles.

A partir de este punto la evolución de las especies secas es totalmente homogénea, en ligero descenso, mientras que los árboles no mantienen una línea continua de evolución. La posible unidad entre los niveles 3 y 6 queda bruscamente cortada por un descenso claro, homogéneo, entre las muestras 4 y 5, que reflejaría una estabilización momentánea de la cubierta arbórea, observando también un ligero descenso de los taxones secos, y que demostraría el momento posterior a una segunda deforestación, esta vez mucho más definida y seguida de una recuperación inmediata de los taxones pertenecientes a los árboles, lo cual excluye ciertamente cualquier interpretación de tipo exclusivamente climático.

Esta diferencia en las velocidades de desarrollo relativas y absolutas puede verse también perfectamente en el gráfico E.

La curva 1 representa las distancias sucesivas. La 2 las distancias al estrato 1. La 3 las distancias sucesivas reagrupando los niveles dos a dos, y la 4 la distancia al estrato 1-2, reagrupando también los niveles dos a dos.

Reconstrucción paleoambiental

El polen refleja una variedad en la composición del paisaje, que abarca desde el bosque termófilo caducifolio a calveras, secas y peladas en las vertientes cálidas, pero no refleja la importancia de los distintos taxones en la composición del paisaje.

El análisis polínico refleja una serie de cambios que pueden interpretarse como una tendencia a la sequedad y una posible acción antropogénica determinada en la deforestación.

Un elemento fundamental, y que da al paisaje un carácter completamente distinto al actual, es la presencia de un bosque caducifolio termófilo, compuesto de olmos, aliso, castaño y abedul, que podría extenderse desde las partes bajas de la Rambla Carbonera, con un curso de agua, que por entonces sería constante, ascendiendo por los barrancos hasta cerca de la cueva.

En este espacio encontraríamos ardillas, lirón, careto, ratón de campo, jabalíes, ciervos, corzos, tejones, oso pardo, zorros y estacionalmente liebres.

Alrededor de la cueva, ya hacia arriba, encontraríamos un bosque abierto de coníferas y encinas alternando con grandes claros, en las pendientes rocosas sobre todo.

En las laderas rocosas y con predilección en las orientadas hacia el mediodía, estaría el biotopo preferido por cabras salvajes, uros, conejos, équidos, lince, lobos y temporalmente ciervos, liebres y garduñas. También se hallarían en esta zona especies de microfauna como topillos, ratiillas nivales y moluscos terrestres, como *Pomatios elegans*, en las partes con sotobosque o bosque abierto, la *Rumina decollata* en los espacios más secos y soleados y *Helicigona arbustorum* en las partes umbrías.

Es en la zona umbría y en aquella que rodearía inmediatamente la cueva, donde se registrarían los niveles de deforestación más importantes.