

KATERI SANCHIS MONTESINOS\*

## ANÁLISIS POLÍNICO DE LA SECUENCIA DE COVA DE BOLUMINI (BENIMELI-BENIARBEIG)

### RESUMEN

Se exponen los resultados obtenidos del análisis polínico de Cova de Bolumini (Benimeli-Beniarbeig), yacimiento arqueológico con una larga secuencia cultural que abarca desde el Paleolítico Superior Final hasta la Edad del Bronce. Se confeccionaron dos diagramas polínicos, uno que incluye las asteráceas ligulifloras (muy abundantes en este estudio polínico) y otro sin ellas, para saber si la sobrerrepresentación de un táxon polínico puede distorsionar la interpretación de los resultados cuantitativos. Se diferencian dos zonas polínicas, A y B, y en ambas la vegetación dominante es una pradera xerófila, interrumpida por grupos de carrascas y arbustos termófilos. Esta vegetación responde a distintas condiciones en la zona A y en la B. Si bien en la zona A (niveles precerámicos) las formaciones herbáceas proliferan gracias a un clima más riguroso y seco, en la zona B (fase neolítica) el hombre, deforestando extensos espacios para sus cultivos y pastos, degrada la cubierta vegetal de los alrededores de la cueva, siendo sustituido el bosque por comunidades herbáceas, ricas en especies pirófitas y nitrófilas.

### RÉSUMÉ

L'on présente les résultats de l'analyse pollinique de la «Cova de Bolumini» (Benimeli-Beniarbeig, Alicante), gisement archéologique avec une longue séquence culturelle qui s'étend du Paléolithique Supérieur Final à l'âge du Bronze. Deux diagrammes polliniques ont été réalisés, l'un comprenant les astéracées liguliflores (très abondantes dans cette étude), l'autre sans elles pour vérifier dans quelle mesure la surreprésentation de ce taxon pollinique pouvait fausser l'interprétation des résultats quantitatifs. L'on distingue deux zones polliniques, A et B, dans lesquelles prédominent les herbacées xérophiles, parsemées de groupes de *Quercus rotundifolia* et d'arbustes thermophiles. Cette végétation est due à différentes raisons dans les deux zones. Si dans la zone A (niveaux précéramiques) les formations herbacées se développent sous un climat assez froid et sec, dans la zone B (phase néolithique) c'est l'homme qui, en éliminant les arbres sur d'importantes surfaces, pour ses cultures et ses pâturages, dégrade la couverture végétale des alentours de la grotte. Les formations forestières sont substituées par des communautés herbacées riches en espèces pyrophytes et nitrophiles.

\* Dpto. Prehistoria y Arqueología. Universitat de València.

## 1. INTRODUCCIÓN

El sector norte de la provincia de Alicante, donde se ubica Cova de Bolumini, es prolífico en yacimientos arqueológicos, que han sido objeto de minuciosos estudios, no solamente del material arqueológico (cerámica, sílex o hueso) sino también de los carbones, la estratigrafía, la fauna, el polen...

Cova de Bolumini (Benimeli-Beniarbeig) presenta una interesante y larga secuencia cultural muy similar a la de otras cuevas cercanas y ha sido objeto de varios estudios paleoambientales, concretamente la fauna y los carbones, por lo que pareció interesante abordar también su análisis polínico a fin de comparar los resultados obtenidos.

### MARCO FÍSICO, CLIMA Y VEGETACIÓN

#### *Marco físico*

La cueva se encuentra situada en la ladera meridional de la Sierra de Segaria a 350 m. s.n.m.. Esta alineación montañosa, que sobrepasa escasamente los 500 m de altitud, se extiende de NE a SW por los términos municipales de Ondara, Benimeli, Rafol de Almunia y Vergel (PLA BALLESTER, 1972) (Fig.1).

La Sierra de Segaria, situada en la comarca de la Marina Alta o el Marquesat, forma parte de la Cordillera Bética que se extiende por el sureste de Valencia y la provincia de Alicante. La gran unidad estructural bética pertenece al sistema alpino y sus partes norte y este constituyen el Prebético externo, formado por sedimentos secundarios y terciarios.

El macizo de Segaria, una mole de material calizo, cretácico, con suelos erosionados (litosoles), está delimitado al norte por la marjal de Pego, donde desembocan los reductos acuíferos del relieve kárstico del prebético y al sur por la cuenca media del Girona.

Cova de Bolumini presenta en su entrada una pronunciada rampa de unos 14 m. de longitud, formada por los abundantes derrumbes procedentes de las paredes y techo de la caverna. Por ella se accede al interior, donde se abre una extensa sala de 14 m de largo por 11 de ancho en su parte más amplia. A continuación, siguen una serie de galerías, con muy escasa acumulación sedimentaria (Fig. 2).

#### *Clima actual*

El Levante español posee un clima mediterráneo típico, de inviernos suaves y veranos cálidos y secos. Destaca la acusada aridez estival que influye notablemente en la vegetación, la fauna, los suelos y el relieve.

La temperatura media anual oscila entre 14 y 18°C. Las heladas son escasas en la costa, aunque más frecuentes en el interior montañoso. El ritmo anual se

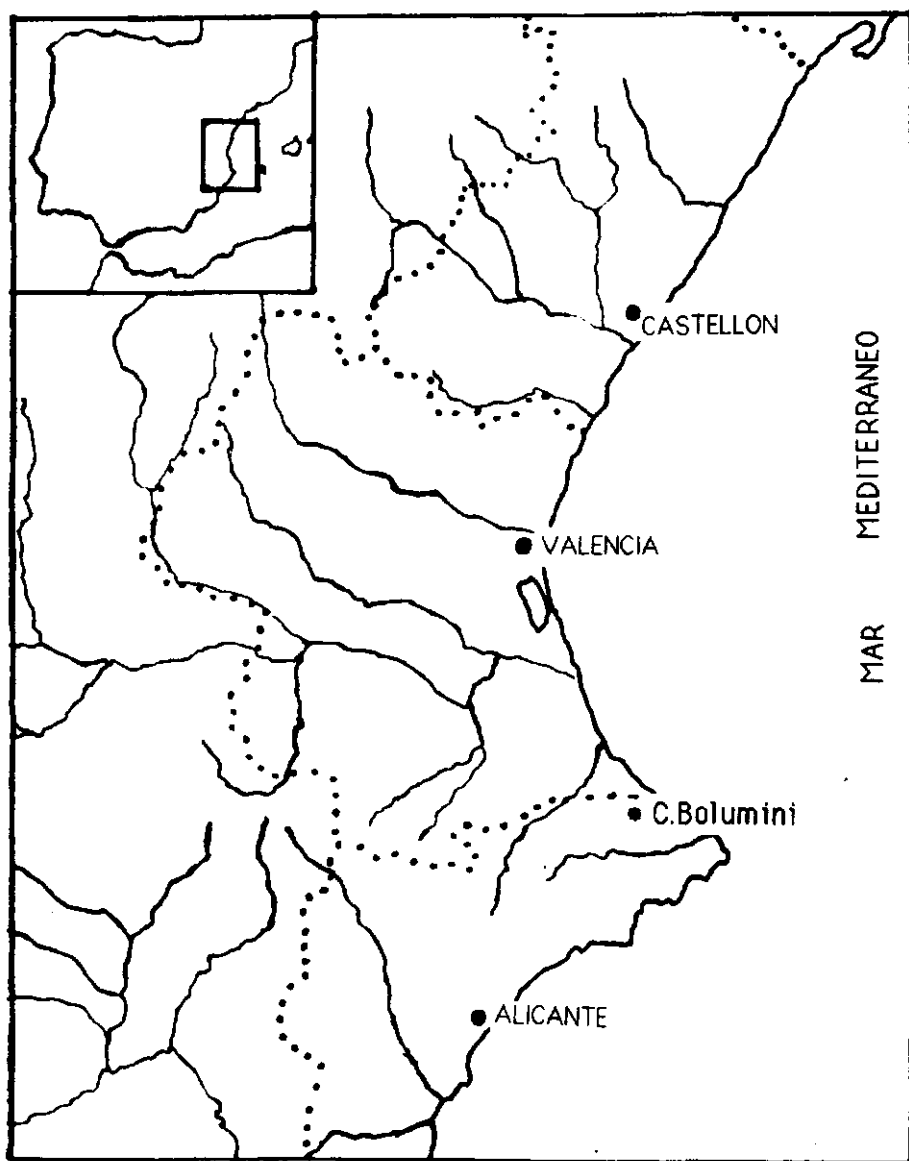


Fig. 1. Localización de Cova de Bolumini

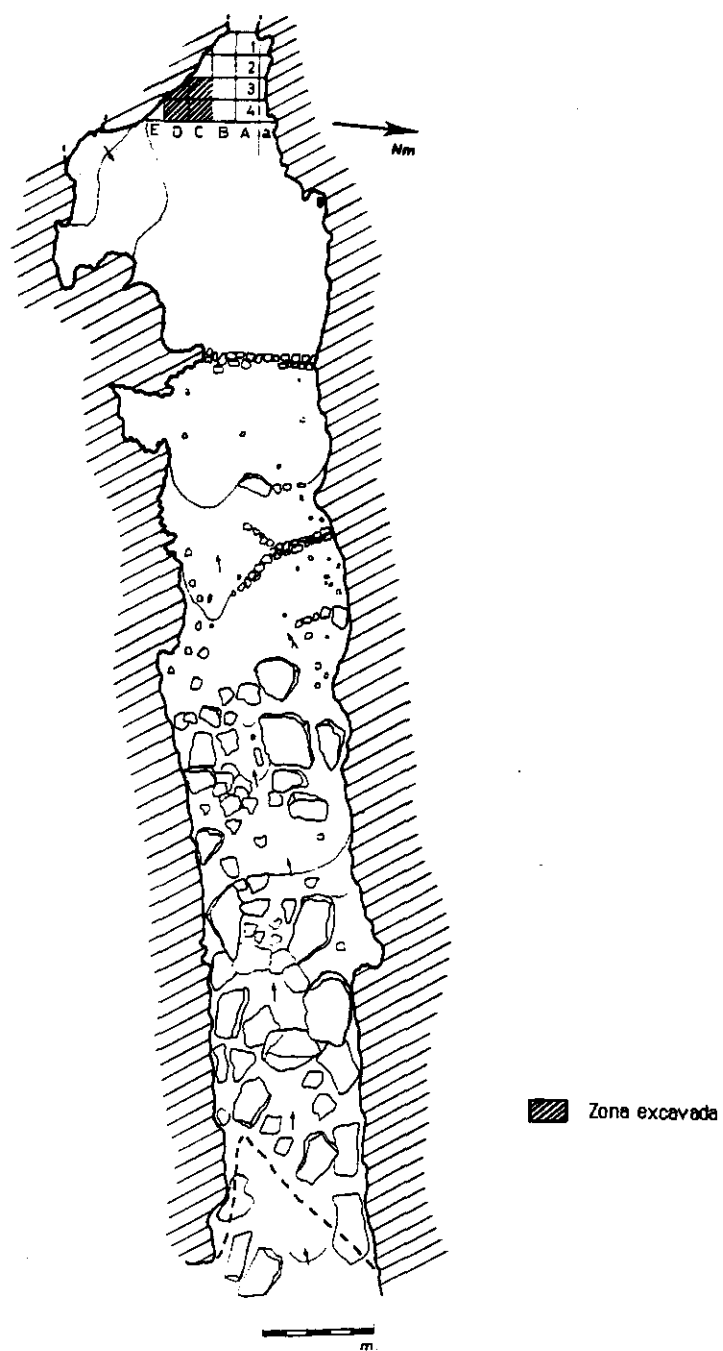


Fig. 2. Plano de la cueva (GUILLEM *et al.*, 1992)

resume en un mínimo en enero y febrero y un máximo en julio y agosto. En invierno las temperaturas mínimas medias oscilan entre 6 y 9°, con un máximo en verano de 22 a 30° en el litoral. Es de destacar el carácter más cálido de las comarcas alicantinas, debido a las penetraciones frías del NE que han de rebasar las estribaciones béticas que favorecen calentamientos de tipo *foehn*.

A continuación, se detallan en un cuadro los parámetros climáticos de tres estaciones meteorológicas localizadas en las proximidades de la Sierra de Segaria: Denia, Pego y Vall de Laguard/Fontilles (Cuadro 1). Las tres estaciones pertenecen al horizonte bioclimático del Termomediterráneo Superior. La temperatura media anual oscila alrededor de 17-18°, mientras que la temperatura media de las máximas del mes más frío presenta valores en torno a 14-15° y la temperatura media de las mínimas del mes más frío 6-7°. El índice de termicidad varía desde el 385 de Vall de Laguard/Fontilles hasta el 393 de Denia.

Los valores de la precipitación media anual son altos, en torno a 850 mm en Pego y Vall de Laguard/Fontilles y disminuye en Denia (686 mm). Estas elevadas precipitaciones de la Marina Alta obedecen a causas orográficas. El índice de mediterraneidad oscila entre el 0,1 de Pego y Vall de Laguard-Fontilles y 0,13 de Denia.

Según la clasificación de Clavero (1977) la zona donde se ubica Cova de Bolumini pertenece al clima de la *llanura litoral lluviosa* (Gandia), caracterizado por una notable pluviosidad, sobre todo en otoño, debido a la exposición favorable a los vientos del NE. M.P. Fumanal (1986) propone una clasificación morfoclimática basada en el método de Wilson y según ésta, la zona de Denia y Pego pertenecería a la zona D. En dicha zona se manifiesta principalmente el *régimen templado-húmedo* donde tanto lluvias como nevadas esporádicas proporcionan una humedad relativamente repartida durante buena parte del año.

#### *Vegetación potencial y actual del entorno de la cueva*

Para exponer los tipos de vegetación clímax que se desarrollan en el área donde se sitúa C. de Bolumini y en su entorno nos hemos basado en los Mapas de la Serie de Vegetación de España (RIVAS-MARTÍNEZ, 1985) y su memoria (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987). Se han utilizado los mapas nº 19 y 24 correspondientes a Valencia, Alicante y Murcia.

El dominio valenciano se incluye dentro del país del carrascal, donde es la principal clímax climática. Es un bosque xerófilo, cuyo árbol dominante es el *Quercus ilex ssp. rotundifolia*, con un sotobosque más pobre que el encinar.

Se trata de la serie termomediterránea valenciano-tarraconense, murciano-almeriense e ibicenca basófila de *Quercus rotundifolia* (*Rubio longifoliae-Querceto rotundifoliae sigmetum*), un carrascal termófilo litoral, bosque denso, tupido con abundante sotobosque, formado por arbustos y lianas y escasez de herbáceas. Sus principales especies son la propia carrasca, *Rubia longifolia*, *Quercus coccifera*, *Smilax aspera*, etc. El ombroclima es variable y oscila desde el tipo seco al húmedo de Pego.

CUADRO 1. Horizontes bioclimáticos del área de Cova de Bolumini (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987)

Observatorios	Alt.	Años	T	M	m	It	D1h	P	Pv	Im	H.bioclimático
Denia	15	71-85	17,84	15,5	6	393,4	3,4	686,8	61,5	0,13	Termomediterráneo superior
Pego	82	50-85	17,23	14,6	6,9	387,3	1,8	841,3	77,2	0,1	Termomediterráneo superior
Vall de Laguard-Fontilles	437	62-85	17,52	14,1	6,9	385,2	1,4	857,2	73,6	0,1	Termomediterráneo superior

**Alt:** Altitud sobre el nivel del mar

**Años:** Número de años correlativos de observaciones

**T:** Temperatura media anual

**M:** Temperatura media de las máximas del mes más frío

**m:** Temperatura media de las mínimas del mes más frío

**It:** Índice de termicidad

**D1h:** Número de días al año con temperatura mínima  $\leq 0^{\circ}\text{C}$

**P:** Precipitación media anual en milímetros

**Pv:** Precipitación media del verano: junio+ julio+ agosto

**Im:** Índice de mediterraneidad

**H. bio.:** Horizonte bioclimático

Este tipo de vegetación clímax ha sido degradado por la constante presión antrópica que ha dado lugar a etapas de sustitución. En un primer momento, los carrascales son reemplazados por coscojares y lentiscales: *Rhamno-Quercetum cocciferae* en el área sublitoral y continental y *Quercu-lentiscetum* en el litoral.

La siguiente etapa subserial está representada por el matorral, formado por tomillares, romerales, salviares de las alianzas *Rosmarino-Ericion* (pisos termo y mesomediterráneo) y *Sideritido-Salvion lavandulifoliae* (piso mesomediterráneo). Por último, cuando la degradación es extrema, la vegetación dominante son los retamares, espartales, pastizales vivaces del *Lygeo-Stipetea*.

Según Rivas-Martínez y Armaiz (1984) la región donde se sitúa Cova de Bolumini pertenece al piso termomediterráneo cuyos parámetros son:

TERMOMEDITERRÁNEO     $T > 17$ ,  $m > 5$ ,  $M > 14$ , H: XII-II

Correspondiendo la T a la temperatura media anual; la m, media de las mínimas del mes más frío; M, media de las máximas del mes más frío; y H, meses en los que estadísticamente las heladas son posibles.

La vegetación que crece en la ladera meridional de la Sierra de Segaria corresponde a una etapa subserial o de sucesión, ya que la degradación a la que ha sido sometida por la acción antrópica ha sido muy acentuada. En este macizo montañoso aparece una vegetación baja, de matorral, perteneciente a la alianza *Rosmarino-Ericion*, con restos de vegetación arbustiva, la cual no frena la erosión y la roca madre aflora en muchos puntos.

#### ARQUEOLOGÍA

##### *Campañas*

J.V. Lerma (1979) dió a conocer la Cova de Bolumini, al publicar unos materiales recogidos en superficie en el interior de la cueva y que pertenecen a la Edad del Hierro I.

Posteriormente se realizó un pequeño sondeo al fondo de la sala interior, junto a la pared (ARANEGUI, BONET, 1979).

En 1985 se excavó un pequeño sector (cuadrículas B4, C3-4 y D3-4) situado al fondo de la cueva junto a una de las paredes (MATA 1986, 1988). Se trataba de conocer la secuencia estratigráfica completa y se profundizó hasta los 277 cm, sin alcanzar niveles estériles.

Se continuaron los trabajos en 1987 bajo la dirección de la Dra. C. Mata y D. R. Martínez-Valle, llegando a los 336 cms pero sin alcanzar la roca natural de la cueva.

Las muestras para el análisis polínico se han extraído del corte que quedó tras las dos últimas campañas arqueológicas.

### *Estratigrafía*

La estratigrafía es prácticamente horizontal, con cierta inclinación hacia el corte sagital izquierdo. El sedimento es arcilloso y más húmedo cuanto más profundo.

La coloración es bastante uniforme, diferenciándose, a grandes rasgos, dos paquetes separados por una laminación horizontal concrecionada y presente en toda la superficie excavada. El paquete superior presenta un color oscuro, marrón-negro (7.5YR-4/2, 5YR-2/2 según las cartas Munsell) que se aclara y se convierte en marrón-rojizo bajo la costra (10YR-5/2, 7.5YR-3/2, 7.5YR-4/4).

La fracción gruesa es, en general, escasa siendo de pequeña dimensión e incrementándose en los estratos inferiores.

De arriba abajo se han diferenciado cinco niveles arqueológicos (GUILLEM, 1992; MATA *et al.*, inédito):

Nivel I: capas superficiales con material arqueológico muy heterogéneo. Es un nivel de color marrón oscuro y con abundantes cantos pequeños que llega hasta los 187 cms.

Nivel II: los materiales arqueológicos son más homogéneos. Presenta abundantes carbones y la fracción gruesa ha disminuído considerablemente. El color es gris y se extiende hasta los 214 cms.

Nivel III: hasta los 266 cms. El color se vuelve más oscuro y los cantos siguen escasos y de pequeño tamaño; los carbones abundan. Los restos arqueológicos están casi ausentes.

Nivel IV: presenta gran cantidad de cantos de pequeño tamaño y carbones. El color se oscurece y es casi negro, alcanza los 289 cms. La industria cerámica es abundante, con gran cantidad de cerámica cardial neolítica. Este nivel está separado del inferior por una costra calcárea de aproximadamente dos cms de grosor.

Nivel V: se diferencian dos subniveles por sus características sedimentológicas:

Va: desde los 289 cms hasta los 310 cms. La coloración cambia y se convierte en tonos más rojizos, rojizos-amarronados. Sólo se recuperaron restos óseos de fauna silvestre.

Vb: hasta los 336 cms. Las arcillas son más rojizas, con una pequeña fracción gruesa de aristas redondeadas. Se ha hallado algún instrumento de sílex y restos de fauna silvestre:

### *Secuencia cultural*

Los materiales recogidos proceden de un sondeo de tres m<sup>2</sup>, por tanto los resultados obtenidos sólo podrán verificarse con posteriores excavaciones en extensión. Al no existir un estudio sedimentológico completo, se han utilizado los niveles arqueológicos para situarse en el diagrama polínico. Hasta el momen-



to, se han definido cinco horizontes culturales interrumpidos por *hiatus* intermedios (GUILLEM, 1992), que de techo a suelo son:

#### Nivel I

Los restos encontrados pertenecen a distintos períodos, del Bronce Final, romano, islámico y contemporáneo. Los elementos constructivos en las capas inferiores y la mayor abundancia de cerámicas del Bronce Final indican una ocupación permanente de la cueva hacia mediados del siglo VIII aC., por los paralelos tipológicos con los niveles iniciales de Vinarragell y Saladares. Posteriormente la cueva sería visitada esporádicamente en época histórica.

#### Nivel II

La cueva estaría desocupada en el Bronce Pleno para volver a constatarse una actividad humana al final del Horizonte Campaniforme de Transición (HCT) o principios de la Edad del Bronce. Sería utilizada como cueva de enterramiento, inhumaciones de tipo colectivo. La presencia de un plato de borde vuelto y fondo convexo y de un botón piramidal con perforación en V, objetos característicos del HCT, sitúan este nivel en un momento muy temprano dentro del Bronce Antiguo, con fuerte arraigo en la tradición cultural campaniforme.

#### Nivel III

Tras una nueva desocupación de la caverna, se documenta un nivel del Neolítico IIB (Horizonte Precampaniforme, ca. 2800-2200/2100 aC.) El material arqueológico es escaso y no ayuda a precisar la adscripción temporal dentro del NIIB . Se encuentra cerámica sin decoración, un punzón óseo y una cuenta de collar de piedra verde.

#### Nivel IV

La cueva se vuelve a desocupar durante el Neolítico IIA (Horizonte de las Cerámicas Esgrafiadas), para posteriormente estar habitada en algún momento del Neolítico I (ca. 5000-3400 aC.) u Horizonte de las Cerámicas Impresas. Los restos cerámicos presentan decoraciones impresas cardiales y de gradina, incisas y plásticas.

#### Nivel V

Por debajo de la costra calcárea, el nivel es precerámico. Las escasas piezas líticas halladas parecen sugerir un momento indeterminado del Paleolítico Superior Final.

En conclusión, nos encontramos ante una cueva con una larga secuencia cultural, inconclusa hasta el momento.

#### ANÁLISIS POLÍNICO DE LA CUEVA

##### *Muestreo*

Del corte sagital izquierdo, que mide 1,55 m de profundidad, se han extraído las muestras cada cinco cms. La laminación calcárea se ha muestreado en el corte frontal proximal por estar mejor representada. Se ha omitido el análisis de los niveles superficiales y de la cultura del Bronce por estar removidos. En total se han examinado 25 muestras, de las cuales 15 están encima del nivel de costra que recorre todo el perfil y 9 debajo.

##### *Metodología*

Las muestras han sido tratadas con el llamado «método químico clásico» (DELCOURT *et al.*, 1959; DIMBLEBY, 1961) para la eliminación sucesiva de carbonatos, silicatos y materias orgánicas por diferentes ácidos y bases (disgregación y lavado, HCL, HF, HCL caliente, KOH al 10%, HCL y KOH al 10%). Se ha efectuado una concentración en líquido denso (Thoulet d=2) para enriquecer polínicamente las muestras (GIRARD, RENAULT-MISKOVSKY, 1969).

Finalizado el proceso químico, se procedió a la coloración del residuo de las muestras con safranina y se montaron en gelatina glicerizada para la determinación y recuento de los pólenes y esporas al microscopio.

Han sido leídas de una a seis preparaciones según la riqueza polínica, procurando llegar siempre a un mínimo de 150 granos. Es importante resaltar que de la muestra 6 a la 20, situadas por encima de la costra calcárea, una y, a veces, dos preparaciones fueron suficientes para llegar a los 200 e incluso 300 y 400 pólenes, excluyendo las compuestas ligulifloras. Sin embargo, por debajo de la laminación de carbonatos fueron necesarias de 3 a 6 preparaciones para llegar a 150 pólenes totales sin compuestas y, en ocasiones, no se alcanzó dicha suma.

##### *Representación de los resultados*

El diagrama polínico de C. de Bolumini se ha representado siguiendo las indicaciones de Faegri e Iversen (1975). Las columnas de la izquierda indican los estratos, las industrias, los niveles arqueológicos, la profundidad y el número de las muestras. A continuación se representan los árboles y arbustos. En las especies arbustivas de sotobosque se han incluido las ericáceas, ya que *Erica multiflora*, que alcanza 1,5 ó 2 m de altura, es una de las plantas más características de los matorrales, pinares y encinares aclarados valencianos.

Luego se representa la curva de las oscilaciones de los pólenes arbóreos (AP)

y pólenes no arbóreos (NAP) , incluyendo en estos últimos todas las herbáceas y las esporas de filicales. Los tipos polínicos de las herbáceas más frecuentes y con valores más altos se han presentado en esta columna también.

Las columnas siguientes indican los porcentajes de los táxones herbáceos y las filicales, monolete y trilete. Por último, se hace referencia al número de táxones y al total de pólenes contados (suma polínica) en cada espectro polínico.

Se ha efectuado un recuento relativo, es decir, se han calculado los porcentajes en relación a la suma total de polen de cada muestra. Se ha respetado la misma escala en todos los táxones y en los casos en que los porcentajes son inferiores a 2%, se han representado con puntos.

Las cicoriáceas, tipo polínico con frecuencia sobrerrepresentado en los diagramas de los yacimientos arqueológicos, tienen tasas muy elevadas en Bolumini. Por ello se confeccionaron dos diagramas, con el fin de poder compararlos y ver hasta qué punto tan altos porcentajes de un táxon pueden distorsionar los datos cuantitativos y dificultar una buena interpretación del diagrama. En un diagrama (fig. 4) las asteráceas ligulifloras están representadas mientras se excluyeron de la suma polínica en el otro (fig. 3), en el que los porcentajes de las ligulifloras se han calculado en relación con el total de herbáceas.

En cuanto a la denominación de los distintos tipos polínicos se ha seguido para las familias la clasificación de Cronquist (1981) y para los géneros y especies la de Tutin *et al.* (1964-1980).

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

##### *Descripción del diagrama*

El diagrama polínico 1 (fig.3) se caracteriza fundamentalmente por la uniformidad de la curva: polen arbóreo (AP)/polen no arbóreo (NAP), a lo largo de toda la secuencia. Las tasas de AP oscilan entre el 30% y el 16%. El árbol dominante en todos los espectros es la carrasca acompañada del pino y del quejigo y un sotobosque rico en *Phillyrea*, *Ericaceae* y *Olea*. El sauce aparece de forma continua en la mitad superior del diagrama, mientras los árboles caducifolios hacen acto de presencia en algunas de las muestras.

En cuanto a los pólenes no arbóreos, las asteráceas ligulifloras destacan por sus altos porcentajes que, a partir de la muestra 22 ofrece valores más moderados. Mientras en el diagrama 2 (fig.4) los porcentajes de cicoriáceas se calculan en relación con la suma total de los palinomorfos, en el diagrama 1 (fig.3) sólo se hace en relación con las herbáceas. Excluyendo este tipo polínico, son *Poaceae* y *Anthemideae/Carduaceae*, las que dominan el grupo de las herbáceas. Otros táxones importantes son las Filicales monoletes, *Brassicaceae* y, con menor relevancia, *Plantaginaceae*, *Chenopodiaceae*, *Liliaceae*, *Apiaceae*, *Artemisia*, *Centaurea*, *Rubiaceae*, *Urticaceae* , filical trilete. En el conjunto de las herbáceas se registran muchas que no superan el 2%, pero cuya presencia es constante a lo largo de la

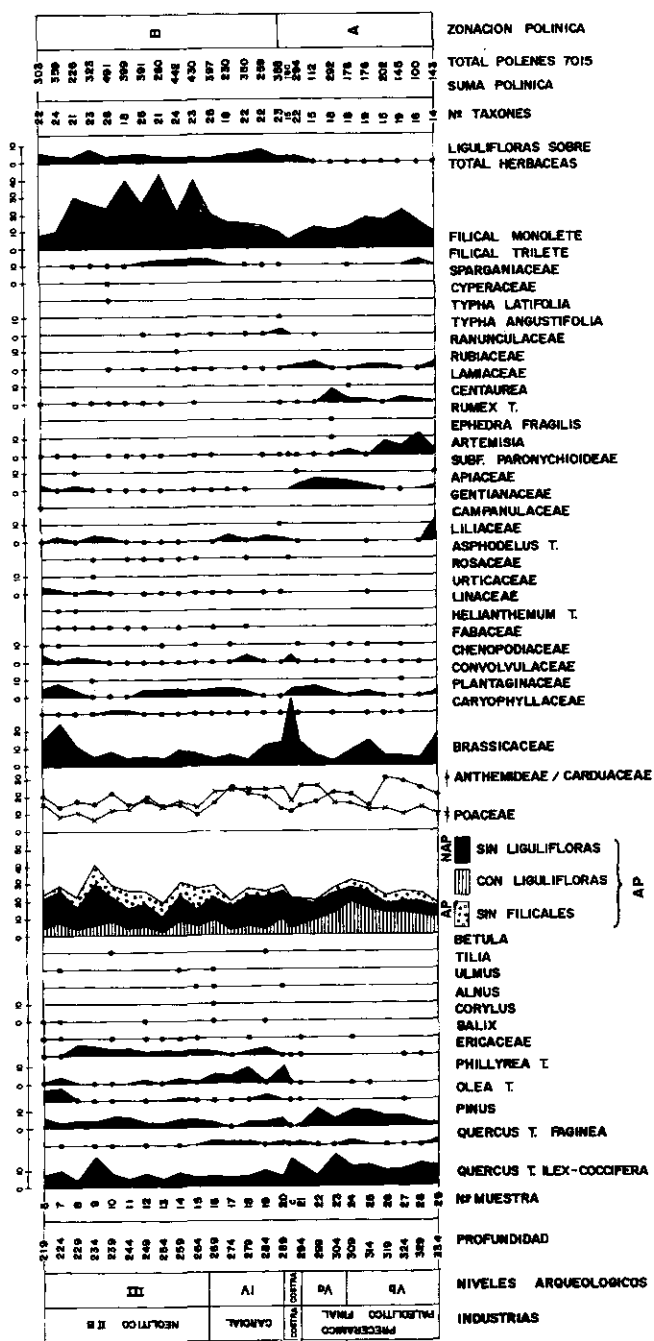


Fig. 3. Diagrama 1 (sin ciceriáceas)

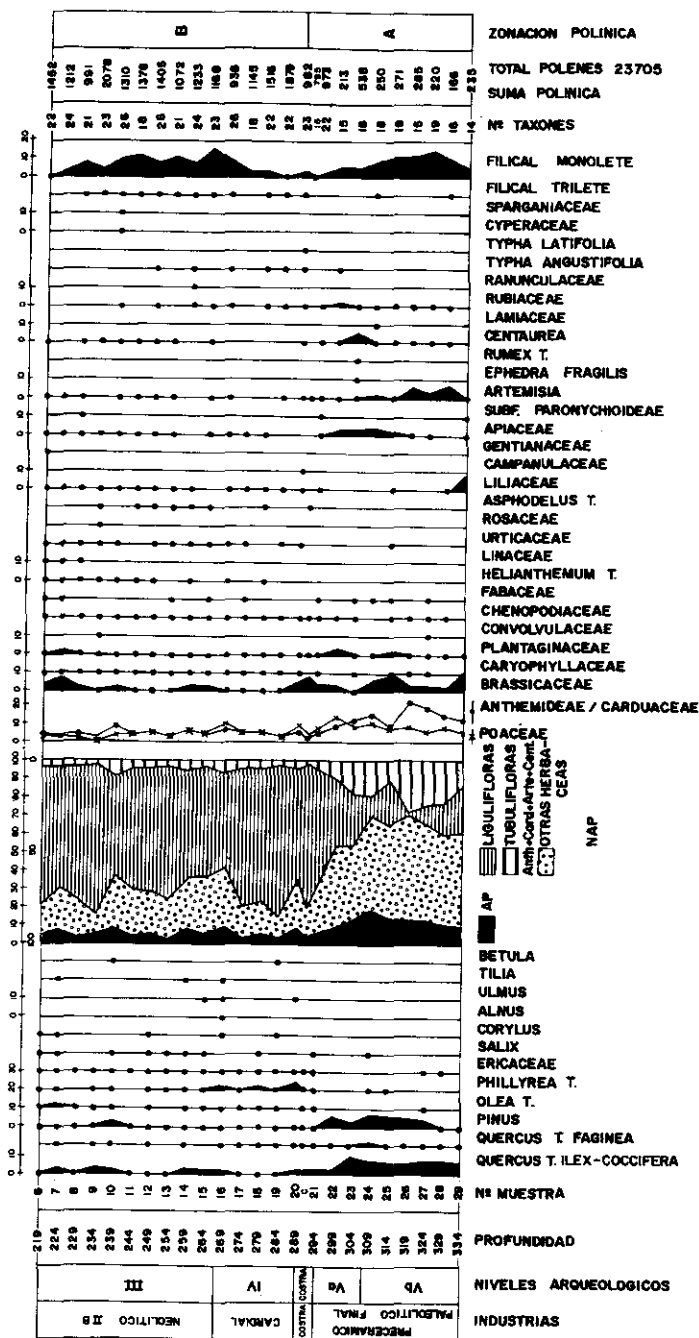


Fig. 4. Diagrama 2 (con cicoriáceas)

secuencia, *Caryophyllaceae*, *Fabaceae*, *Helianthemum*, *Asphodelus*. Aparecen esporádicamente *Convolvulaceae*, *Linaceae*, *Rosaceae*, *Campanulaceae*, *Gentianaceae*, *Paronychioideae*, *Ephedra t. fragilis*, *Rumex*, *Lamiaceae*, *Ranunculaceae*. El grupo de las higrófilas está representado por *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Cyperaceae* y *Sparganiaceae*.

En el diagrama se han distinguido dos zonas polínicas. De suelo a techo, la zona A incluye los niveles arqueológicos Vb y Va y la zona B los niveles arqueológicos IV y III.

#### ZONA POLÍNICA A (muestra 29 hasta la costra)

##### Muestras 29 a 24 (NIVEL ARQUEOLÓGICO Vb)

En la curva AP se distinguen dos unidades: las muestras 26, 27, 28 y 29 varían entre el 19 y el 16% y las 25 y 24 con tasas sensiblemente mayores (24 y 27% respectivamente).

*Quercus t. ilex-coccifera* permanece estable y ofrece, en general, mayores tasas que en la parte superior del diagrama (13-9%). *Quercus t. faginea* está presente y *Pinus* comienza con valores bajos (2%), para alcanzar paulatinamente el 10%. Otros árboles se encuentran ocasionalmente en algunos espectros: *Olea*, *Phillyrea*, *Ericaceae* y *Salix*.

Las antemídeas y las cardúceas (*Asteraceae*), agrupadas en una sola curva, se representan junto a las poáceas, que sobrepasan.

*Brassicaceae* presentan un comportamiento inverso al de *Anthemideae/ Carduaceae*.

Conviene resaltar los elevados porcentajes de *Artemisia*, no superados en ningún otro nivel y cuyos valores máximos varían entre el 5% y 12% (m. 26 a la 28). Otros táxones importantes en este nivel son *Apiaceae*, *Centaurea*, *Rubiaceae* y *Liliaceae*.

Entre las Filicales, las triletes hacen su aparición en los espectros 28 y 24 y las monoletes oscilan entre el 9 y 22%.

*Cichoriaceae*, calculadas en relación con el total de los pólenes herbáceos, muestran las tasas más bajas de toda la secuencia, no sobrepasando el 2% en ningún espectro de este nivel.

##### Muestras 23 a 21 (NIVEL ARQUEOLÓGICO Va)

En las m. 22 y 21 la cobertura arbórea permanece estable (18-20%), aunque en la m.23 se incrementa hasta el 24%. Este aumento coincide con el de *Quercus t. ilex-coccifera* (18%). *Quercus t. faginea* continúa presente en la región. *Pinus* retrocede en las m.23 y 21 pero muestra sus valores más altos (11%) en la m.22.

En cuanto a los pólenes no arbóreos, las asteráceas continúan dominando en la m.23 mientras en los espectros 22 y 21 predominan las poáceas.

A partir de la m.23 comienza el aumento de *Brassicaceae* que llega al 13% en la m.21. En este espectro se registra un cambio fundamental en el cortejo florístico. Por una parte, algunos tipos polínicos incrementan sus valores y llegan a formar curvas continuas (*Apiaceae*, *Centaurea*, *Rubiaceae*) y por otra, aparecen nuevos táxones como *Ephedra t. fragilis* y *Rumex*, con un significado ecológico determinado.

Las compuestas ligulifloras muestran un considerable aumento, especialmente en la m.21 y mantienen valores altos hasta el final de la secuencia.

#### Muestra C (COSTRA)

La laminación calcárea, visible en todos los perfiles, presenta un 20% de porcentajes arbóreos. *Quercus t. ilex-coccifera* es el táxon mejor representado mientras el resto de táxones arbóreos sólo hacen acto de presencia.

En cuanto a las herbáceas, *Poaceae* continúan superando a *Anthemideae*/*Carduaceae* y sorprende la abundancia de *Brassicaceae*, que incrementan sus valores hasta el 39%.

Si la característica primordial del conjunto de árboles y arbustos son sus muy bajos porcentajes, a excepción de la carrasca, en el de las herbáceas es la escasa diversidad de sus tipos polínicos ya que el número de táxones disminuye considerablemente.

Las filicales monoletes ofrecen el porcentaje más bajo de toda la secuencia (4%).

#### ZONA POLÍNICA B (m.20-6)

##### Muestras 20 a 16 (NIVEL ARQUEOLÓGICO IV)

La curva de AP/NAP muestra porcentajes muy semejantes en cuatro de los espectros incluidos en el nivel arqueológico IV (25 al 22%). En la m.17 desciende el porcentaje de árboles hasta el 16%.

*Quercus t. ilex-coccifera* continúa siendo el árbol dominante en la secuencia aunque con tasas relativamente bajas (alrededor del 6%), excepto en la m. 19 (9%). *Quercus t. faginea* ofrece una fluctuación positiva relativamente importante, que da una curva continua en todo el nivel (3-2%). Los valores bajos de *Pinus* descienden todavía más. El resto del grupo de árboles está representado principalmente por *Phillyrea t.*, *Olea t.* y *Ericaceae*. La presencia de *Salix* sigue siendo esporádica.

La m.16 ofrece una gran diversidad de caducifolios, aunque sus valores sean muy bajos (0,2%) . Figuran *Corylus*, *Alnus*, *Ulmus* y *Tilia*. En la m.19 aparecen aisladamente *Corylus* y *Betula* y en la 20 *Ulmus*.

Entre las herbáceas, *Poaceae* continúan destacando frente a *Asteraceae* tubulifloras y *Brassicaceae* comienzan a disminuir hasta el 4% (m.16).

*Caryophyllaceae*, *Plantaginaceae*, *Chenopodiaceae*, *Urticaceae*, *Liliaceae* y *Rubiaceae* son constantes. *Typha angustifolia* es una de las higrófilas que aparece en casi todas las muestras de este nivel, llegando al 3% en la m.20. Las filicales monoletes siguen una línea ascendente hasta el espectro 16 (20%). Las esporas triletes inician una curva continua en la m.16 (3%) y pasan a tener porcentajes inferiores al 1,5% en las restantes.

#### Muestras 15 a 6 (NIVEL ARQUEOLÓGICO III)

Los porcentajes arbóreos varían entre el 25% y el 10%, destacando un 30% en la m.9.

Excepto en el espectro 9, la curva de *Quercus t. ilex-coccifera* conserva los valores de espectros anteriores presentando una curva muy homogénea (entre el 9 y 3%). *Quercus* de hoja caduca está presente pero con una escasa representación. *Pinus* continúa con valores muy bajos, dado que no supera, en ningún espectro, el 7% (m.10). *Olea t.* ofrece tasas de menos del 1% excepto en la m.14 donde alcanza un 2% y en las dos últimas muestras (m.7 y 6) donde llega al 7 y 6% respectivamente. *Phillyrea t.* hace acto de presencia en todos los espectros, experimentando un incremento moderado en las muestras 14 (3%), 12 (2%) y 7 (3%). Las ericáceas muestran una curva continua hasta el espectro 8, con aumentos del 2% al 6%. *Salix* está presente en todas las muestras, excepto en las 8, 9 y 11.

Los táxones caducifolios (*Corylus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Betula*) se encuentran ocasionalmente en este nivel III, con valores nunca superiores al 0,3%.

En el grupo de los pólenes no arbóreos, dominan *Anthemideae/Carduaceae* y *Poaceae*. Desde la m.15 hasta la 12, las dos curvas se acercan e incluso llegan a superponerse (m.13). En estos espectros, *Poaceae* dominan sobre *Asteraceae*. A partir de la m.11 predominan las anthemídeas y carduáceas sobre las poáceas. El grupo de las asteráceas oscila entre el 22 y 10% y las poáceas entre el 20 y el 7%. *Brassicaceae* es otro de los táxones que ofrece porcentajes elevados. Sus valores oscilan entre el 11 y 4% hasta la m.7 y 6, donde presentan tasas importantes (24 y 14% respectivamente).

Sobresalen también *Plantaginaceae*, con tasas alrededor del 4% excepto en los espectros 11, 10 y 9 donde sus porcentajes no llegan al 2% y en el 7 y 6 (7 y 5% respectivamente). El resto de los táxones herbáceos con valores significativos son *Chenopodiaceae*, *Urticaceae*, *Liliaceae*, *Apiaceae*. Entre las higrófilas figuran *Typha angustifolia*, *Cyperaceae* y *Sparganiaceae*. En las filicales, las monoletes continúan predominando sobre las triletes. Este nivel III tiene la proporción de monoletes más alta de toda la secuencia, sus porcentajes oscilan entre el 43% (m.13) y el 8% (m.6).

Las cicoriáceas presentan una curva muy uniforme. Son porcentajes muy similares en todos los espectros.

En el diagrama 1, sin cicoriáceas (fig.3) se ha optado por representar en la columna AP/NAP tres curvas, correspondientes al total de AP y NAP excluyen-



do *Asteraceae* ligulifloras, incluyéndolas en la suma base y eliminando las filicales, para su más cómoda comparación.

La curva AP/NAP sin filicales sigue fielmente las oscilaciones de la curva obtenida sin cicoriáceas; en conjunto, las tasas de las esporas son menos importantes que las ligulifloras. Es muy probable que las esporas pertenezcan en su mayoría a los helechos que crecían alrededor de la cueva y en sus paredes. Los porcentajes son más altos en la parte superior (esporas monoletes). Para ver mejor su incidencia sobre los porcentajes de AP se ha dibujado una curva que las excluye.

La curva con *Cichoriaceae* ofrece en la parte superior del diagrama (zona polínica B) una gran similitud con la curva sin ligulifloras, aunque sus tasas son, obviamente más bajas. Sin embargo en la parte inferior, la curva muestra un progresivo ascenso hasta la m.24 (19%) para luego declinar paulatinamente hasta la m.29 (10%).

Esta desigualdad puede estar relacionada con los porcentajes de *Cichoriaceae* encontrados en la unidad superior y en la inferior, plasmados tanto en la columna de cicoriáceas del diagrama 1 (fig.3) como en la columna AP/NAP del diagrama 2 (fig.4). Por debajo de la laminación calcárea, las ligulifloras comienzan a disminuir y sus porcentajes incluso bajan hasta un 29% (m.26) frente al mínimo valor del 58% (m.16) del conjunto superior, permitiendo que las curvas de otros táxones sean más importantes en esta parte inferior.

Se ha comprobado que la sobrerrepresentación de un táxon en los diagramas enmascara las fluctuaciones de los demás, y dificulta la interpretación paleoambiental. Por ejemplo, en el espectro de la costra del diagrama 1 (fig.3) se establece una fluctuación de brasicáceas muy evidente y superior a cualquier otra de la secuencia y, sin embargo, en el diagrama 2 (fig.4) esta fuerte fluctuación no aparece. Lo mismo ocurre con la curva de *Quercus t. ilex-coccifera*, en la que su importancia en algunos espectros no es tan evidente como en el diagrama 1 (fig.3).

### *Interpretación*

#### ZONA POLÍNICA A

Los primeros niveles de ocupación corresponden a un paisaje abierto, con árboles diseminados, que forman bosquetes de carrascas.

El pastizal está compuesto principalmente por asteráceas (cicoriáceas, antemídeas, carduáceas, *Artemisia*, *Centaurea*), brasicáceas, plantagináceas, quenopodiáceas, apiáceas, rubiáceas. Los helechos son abundantes en las paredes de la cueva y sus inmediaciones. En la costra, la gran fluctuación de las brasicáceas se puede interpretar como un aporte local.

El estrato arbóreo está fundamentalmente representado por *Quercus* esclerófilos pero también se encuentran el quejigo (*Quercus faginea*), el pino y táxones termófilos como acebuche, labiérnago y brezo. *Quercus t. ilex-coccifera*, *Olea*,

*Phillyrea* y *Erica*, posiblemente *Erica multiflora* buscan las exposiciones más favorables, los barrancos de la vertiente sur y las zonas más protegidas. Los bajos valores del pino hacen pensar en una procedencia lejana o una presencia muy escasa. El quejigo (*Quercus faginea*) se concentra en las áreas con suelos más profundos y mayor disponibilidad de agua, como las partes bajas del valle, laderas umbrosas y los sauces cerca de los cursos de agua.

Estas formaciones vegetales sugieren un clima templado más fresco y seco que la zona polínica B, encuadrada cronológicamente en el Atlántico según la industria.

La cobertura forestal está representada por ejemplares aislados de carrascas que no llegan a formar un bosque en los alrededores de la cueva. Arqueológicamente estos niveles se definen como precerámicos, con sociedades caza-recolectoras. El diagrama polínico apoya estos datos, táxones polínicos acompañantes de la economía de producción y resultado de la influencia antrópica sobre el paisaje tales como las *Urticaceae*, *Helianthemum*, *Asphodelus*, *Liguliflorae*, etc. apenas están representados, disminuyen considerablemente en los niveles inferiores mientras aparecen de forma continua durante el Neolítico. El escaso desarrollo del bosque no se puede atribuir a las actividades agro-pastoriles realizadas por el hombre que habitaba la cueva, y el clima sería el factor fundamental en la desarrollo de la vegetación.

En los niveles inferiores de Cova de Bolumini el clima parece más fresco que durante el Atlántico lo que impediría el desarrollo óptimo del bosque. La carrasca, táxon típicamente mediterráneo, soporta bien el frío y cambios bruscos de temperatura.

Las mayores frecuencias de *Artemisia*, *Centaurea*, *Anthemideae-Carduaceae*, *Rubiaceae* sugieren la idea de un clima algo más extremado, pero no de una aridez o frío importantes.

Los táxones más termófilos (*Olea*, *Phillyrea*, *Ericaceae*) siguen presentes y crecerían en las zonas más protegidas limitando considerablemente su área de expansión.

La ausencia de higrófilas (*Typha*, *Cyperaceae*) y caducifolios (*Corylus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Betula*), indicadores de un mayor nivel de precipitaciones y el incremento de *Artemisia*, *Centaurea*, *Rubiaceae*, táxones que sobreviven en condiciones áridas y estépicas, responden a un clima con condiciones más secas y biótopos menos húmedos. Las tasas de las filicales son inferiores a las de la zona polínica B e indican una menor humedad alrededor y dentro de la cavidad.

La interpretación cronológica de estos niveles a partir de los resultados del análisis polínico es arriesgada al no disponer de dataciones absolutas y al ser muy escaso el material arqueológico, pero se pueden establecer dos hipótesis:

- 1- Situarlos en el Pleistoceno, incluyéndolos dentro de un interestadio, momento climático benigno.

- 2- Ubicarlos a principios del Holoceno, considerándolos como un paso intermedio entre el Tardiglacial con una vegetación esteparia y fría y el Atlántico con un bosque climatófilo, ya diezmado en los alrededores de Cova de Bolumini por el hombre (agricultura y la ganadería).

Nos inclinamos por esta segunda opción dada la similitud entre la composición florística de los niveles inferiores y los superiores situados encima de la costra.

## ZONA POLÍNICA B

La vegetación durante toda la secuencia neolítica es una pradera xerófila compuesta fundamentalmente de asteráceas, poáceas, brasicáceas, plantagináceas y liliáceas.

El estrato arbóreo refleja los restos de un bosque mediterráneo degradado de *Quercus rotundifolia* y, en ocasiones, asociado al *Quercus faginea*. El sotobosque y orla del bosque están compuestos de especies termófilas como *Olea*, *Phillyrea* y *Erica*. En la parte inferior el labiérnago constituye el arbusto más abundante, posteriormente relegado por las ericáceas y al final de la secuencia el acebuche.

La carrasca ocupa los suelos profundos de las zonas más soleadas del valle por lo que cuando se degrada toman importancia los arbustos mediterráneos. El quejigo se queda en las umbrías y vaguadas con una concentración de humedad más elevada. Los pinos se desarrollan en áreas alejadas de la cueva, quizá en las cumbres o laderas abruptas de las montañas más altas del interior.

La presencia ocasional del olmo, el tilo y el abedul evidencian restos de un posible *Quercetum mixtum* muy degradado. Al reducirse la cobertura arbórea, éstos caducifolios se refugian en ambientes con gran disponibilidad hídrica, en biotopos húmedos. Actualmente el olmo, el tilo y el abedul se desarrollan más fácilmente en el norte de España, donde las precipitaciones medias anuales son más altas y no sufren una sequía estival. El avellano, el aliso y el sauce se asocian a cursos de agua y aprovecharían la abundante humedad edáfica de estas zonas. En definitiva, hay una gran variedad de caducifolios en la región, aunque cuantitativamente escasos.

Los helechos sugieren la presencia de una importante vegetación rupícola en los alrededores de la cueva y reflejan una humedad local abundante. Las higrófilas, *Typhaceae* y *Cyperaceae*, podrían proceder de una turbera costera cercana. Dos hipótesis podrían explicar la presencia casi constante de *Typha angustifolia* en el nivel IV:

- 1- Que hayan sido transportadas por el hombre, los animales o con el agua.
- 2- Que los humedales hubieran ocupado una mayor extensión de territorio que la actual y se hubieran extendido hasta una zona del valle más próxima a la cavidad.

La ocupación neolítica se sitúa en un período con clima mediterráneo templado y húmedo. *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Ulmus* y *Tilia* necesitan para sobrevivir un nivel de precipitaciones más elevado que el actual. Además la aparición de táxones de media montaña (*Quercus faginea*), que exigen precipitaciones relativamente importantes, muy cerca de la costa y en montañas bajas aboga por un clima más fresco y más húmedo que el actual. Sin embargo, no se puede olvidar que hoy mismo las precipitaciones orográficas hacen que esta zona sea mucho más húmeda que el resto de la región.

Esta humedad beneficia la capacidad de recuperación de las plantas. La cubierta vegetal puede regenerarse más rápidamente que en zonas más áridas lo que permitió que en algunos momentos llegase a desarrollarse un bosque abierto de carrasas.

La carrasca, el acebuche y el labiérnago implican la constancia de la característica principal del clima mediterráneo, es decir, la aridez estival.

El paisaje muy abierto se puede atribuir a la acción humana alrededor de su hábitat. El hombre mediante el fuego lleva a cabo la apertura de los claros necesarios para sus cultivos y pastos. La agricultura intensiva y la acción continua del ganado se dejan sentir en la cobertura arbórea de los alrededores de la cueva y llevan a una degradación de la vegetación natural con una posterior erosión de los suelos y consiguiente descenso de la reserva hídrica.

Tras la deforestación se desarrollan comunidades herbáceas, capaces de sobrevivir en suelos raquíuticos, como las cicoriáceas, plantas habituales en los ambientes degradados. La abundancia de especies nitrófilas (*Quenopodiaceae*, *Plantaginaceae*, *Urticaceae*, *Brassicaceae*, *Cariofilaceae*) reflejan también la ocupación humana y la buena representación de pirófitas (*Erica*, *Asphodelus*, *Helianthemum*) son testimonio de los sucesivos incendios llevados a cabo en la zona.

#### COMPARACIÓN CON OTROS RESULTADOS

##### *Estudios paleoambientales de Cova de Bolumini*

La excavación de Cova de Bolumini ha sido objeto de un estudio multidisciplinar. Los carbones han sido analizados por E. Badal (1990) y R. Martínez-Valle y P. Guillem incluyen las conclusiones preliminares sobre macrofauna, avifauna y microfauna (GUILLEM *et al.*, 1992).

##### *Antracología*

Según esta disciplina, en el nivel arqueológico Vb, se desarrolla un clima relativamente frío, evidenciado por especies vegetales (*Pinus nigra*, *Juniperus* sp., *Quercus faginea*, *Prunus* sp.) de parámetros termoclimáticos meso-supramediterráneos. Por comparación con la cercana Cova de les Cendres, la antracóloga lo sitúa en un momento indeterminado del Tardiglacial. Sin embargo,

la presencia de especies más termófilas como *Olea europaea* var. *sylvestris* y *Pinus halepensis* indica que las condiciones climáticas no serían tan extremas como en otras latitudes.

En el nivel Va se produce una leve mejoría climática, en la cual las condiciones más cálidas se aproximan al Postglaciar. Aparecen especies más termófilas, indicadoras de bosques, como *Quercus ilex-coccifera*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus* y *Rosmarinus officinalis*. La autora se inclina por situar este nivel a principios del Postglaciar, entre el 9000 y 7000 BP.

En los niveles neolíticos (N. III-IV) se trata de una vegetación de garriga termomediterránea, *Quercus-lentiscetum*, constituida por *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Quercus ilex-cocifera*, *Pistacia lentiscus* y *Fraxinus oxyphylla* principalmente. Aparecen de forma esporádica *Pinus halepensis*, *Juniperus* sp., *Erica multiflora*, *Arbutus unedo*, *Rosmarinus officinalis*, etc. La particularidad constante en estos niveles es el predominio del *Olea europaea* var. *sylvestris*, que ofrece porcentajes muy elevados (más del 70%).

#### Fauna

El estudio de los macromamíferos, avifauna y microfauna define dos momentos bien diferenciados.

En el nivel arqueológico Vb se manifiesta un clima frío con predominio de espacios abiertos. Allí convivirían *Microtus arvalis* y *Pirrhocorax graculus*, las cuales sugieren una pulsación fría de la última glaciación.

Otras especies, consumidas por el hombre, serían la cabra montés (*Capra pyrenaica*), el ciervo (*Cervus elaphus*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y algunas especies de aves como la paloma bravía (*Columba livia*) y la perdiz pardilla (*Perdix perdix*).

Los demás niveles pertenecen a un clima mediterráneo húmedo y templado. El Va corresponde a una mejoría climática. Las anteriores especies desaparecen y se identifican especies ligadas al bosque mediterráneo.

Durante el Holoceno, las especies de roedores e insectívoros son propias de la formación *Quercetum rotundifolia* o de la maquia litoral. Se encuentra *Microtus cabrerae* que indica, según el autor, condiciones ambientales más húmedas que las actuales y un menor deterioro ecológico. Conforme se acentúa la influencia humana sobre el medio, las especies ligadas al bosque disminuyen paulatinamente. *Microtus duodecimcostatus* y *Apodemus sylvaticus* comienzan a escasear con la pérdida de cubierta vegetal y la apertura de claros mientras *Elyomys quercinus* aumenta.

En los niveles neolíticos abundan las especies domésticas: cabra, bóvido, oveja, cerdo, perro. Entre las especies silvestres están el ciervo y el conejo.

#### Análisis polínicos de otros yacimientos

Los datos paleoambientales obtenidos a partir de análisis polínicos de turberas y yacimientos arqueológicos de la misma región y que se encuadran

cronológicamente en los mismos períodos permiten establecer comparaciones. Se trata de las turberas de Pego y Casablanca (Almenara), de la Ereta del Pedregal (Navarrés), la cavidad del Túnel dels Sumidors (Vallada) y de los yacimientos arqueológicos de la Cova de les Cendres (Teulada), Tossal de la Roca (Vall d'Alcalá), Cova de L'Or (Beniarrés) y Cova de la Sarsa (Bocairent).

En la cavidad hipógea del Túnel dels Sumidors (DUPRÉ, 1988) se han analizado tres niveles de terrazas fluviales:

1. La parte inferior refleja un ambiente relativamente fresco y su ombroclima es seco. La vegetación está constituida por un herbazal con predominio de compuestas ligulifloras y algunos bosquetes de pinos con escasos *Quercus* algunos de ellos caducifolios. Según fechas de C14 se sitúa en el Dryas II ó III (11200 ± 400 BP).
2. En la terraza media se desarrolla un pinar mixto con claros y algunos grupos de carrascas. Si bien el pino sigue dominando, la carrasca va ganando importancia.
3. En la muestra superior con una fecha de 5300 ± 200 BP, el carrascal llega a ser denso, salpicado por pinos y con un rico sotobosque herbáceo.

En la turbera de Casablanca (PARRA, 1982, 1985), la cubierta arbórea alcanza gran importancia en la parte inferior del diagrama pero retrocede a partir de la «Línea Juglans» debido a las deforestaciones y cultivos.

Durante el Atlántico y el Subboreal, los bosques de alcornoques y carrascas, acompañados de un sotobosque rico en *Pistacia*, *Olea*, *Phillyrea* y *Erica arborea* constituyen el óptimo climático en la región.

En el Subatlántico, aumentan significativamente *Olea*, *Vitis*, *Gramineae* tipo *Cerealia*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*.

El sondeo P7 de la turbera de Pego (DUPRÉ *et al.*, 1988) es bastante pobre polínicamente.

Los sedimentos de la unidad 3 son casi estériles. La mayoría son pinos y están presentes las esporas triletes.

La unidad 2 tiene una fecha de C14 del 7790 ± 110 BP. El paisaje es de estepa con predominio de compuestas ligulifloras, acompañadas de algunos pinos y robles.

Los táxones arbóreos de la unidad 1 (robles, pinos, avellanos, olmos y abedules) son característicos de un clima templado, un poco más húmedo que el actual.

En la unidad 0, a 1.7 m de la superficie la cubierta arbórea es escasa (7.7%), se deja notar la acción antrópica. En el AP destacan *Pistacia*, *Quercus*, *Pinus*, *Corylus* y *Alnus*. Entre las herbáceas predominan las gramíneas. A 1.3 m., el AP se eleva

a 40.5%, destacando *Quercus t. ilex-coccifera*. Aparecen los mismos árboles que en los niveles anteriores más el olivo y el nogal. El paisaje se convierte en un encinar mixto claro con un rico estrato herbáceo.

El nivel de turba de la Ereta del Pedregal (DUPRÉ, 1988) es arqueológicamente estéril, cuando el hombre se instala en la marjal comienza a reflejarse su impacto sobre la vegetación y la reducción de la zona húmeda.

En los estratos anteriores a la instalación del hombre, se desarrolla el típico carrascal mediterráneo, con su sotobosque y orla de especies termófilas como *Pistacia*, *Phillyrea*, *Myrica*, *Rhamnus* y *Olea*, en ocasiones, con *Quercus faginea* ssp.

Luego se superponen dos niveles, uno del Neolítico Final y otro del Eneolítico. En ambos, el porcentaje de AP desciende considerablemente debido a la acción antrópica. En un primer momento las higrófitas sustituyen al bosque en las zonas más húmedas cercanas a la marjal, mientras las especies nitrófilas predominan en suelos secos. En la parte superior del diagrama, las cicoriáceas reemplazan a las higrófitas al incrementarse la erosión de los suelos y descender el nivel de la capa freática. El nuevo paisaje debió corresponder al de un pastizal xerófilo con árboles diseminados principalmente pinos en las vertientes.

Tossal de la Roca, estudiado por P. López (CACHO, 1986; CACHO *et al.*, 1983), es un abrigo donde se aprecian tres niveles estratigráficos pertenecientes al Magdaleniense (N. IV-III-II) y al Epipaleolítico de tipo aziliense (N. I).

La primera ocupación se sitúa según las fechas de C14 en el 15360 ± 1100 BP y corresponde a un momento relativamente frío y seco. El pino domina claramente, aunque también aparecen *Abies*, *Juniperus* y *Quercus sp.* así como una buena representación de *Cichoriaceae*.

El nivel III se sitúa en una fase climática más templada y menos seca. La cobertura arbórea es más densa y constituida casi únicamente por pinos con gramíneas como principal sotobosque. Podría corresponder a una manifestación local del Bölling.

El nivel II se desarrolla durante un período nuevamente frío y probablemente más seco que el anterior. Sigue presente *Pinus*, aunque en menor proporción, y aparecen *Buxus* y *Quercus*, junto con *Artemisia* y *Poaceae*.

El nivel I del corte interior está fechado por la arqueóloga en torno al 10000 BP. Muestra una mayor humedad y unas temperaturas relativamente altas: asparecen por primera vez especies más termófilas como *Alnus*, *Juglans*, *Ulmus*.

En el diagrama del yacimiento arqueológico de Cova de les Cendres (BADAL *et al.*, 1993) se diferencian cuatro grandes zonas.

La zona A (Neolítico IA y IB) presenta condiciones secas, los árboles, casi todos pinos, escasean. En la zona B (final del N.IB y N.IC) se desarrolla *Quercus* y hay cierta representación de los caducifolios, es el momento más húmedo de la secuencia. En la zona C (N.IIA y IIB), la acción del hombre se acentúa y puede ser causa de que *Pinus* sustituya a *Quercus*. En la última zona (N.IIB) el impacto humano ha dejado un paisaje abierto. Se aprecia el descenso del *Pinus* y cierta regeneración de *Quercus* pero con valores débiles.

El análisis polínico de Cova de l'Or (DUPRÉ, 1988), para los principios de la ocupación con industrias neolíticas (datación C14: GANOP-C13:  $6720 \pm 380$  BP; K-1,754/1.008:  $6265 \pm 75$  BP) muestra dos particularidades: la baja proporción de pólenes arbóreos en toda la secuencia y la gran diversidad de las herbáceas, que impiden invalidar los resultados.

Estas características dan la imagen de un pastizal xerófilo en el que subsistirían restos del sotobosque, todo ello resultado de la acción antrópica cerca del hábitat. El clima sería similar al actual, aunque quizá algo más húmedo o con una mejor repartición de las precipitaciones, como sugiere la presencia del boj y el quejigo.

Los escasos árboles corresponden a táxones mediterráneos, principalmente *Quercus faginea*, *Quercus ilex-coccifera*, *Pinus* (*Pinus halepensis* y *P. pinea* según los estudios antracológicos de J.L. Vernet) y *Fraxinus*, con un sotobosque arbustivo compuesto por *Pistacia*, *Rhamnus*, *Olea*, *Buxus*, *Ericaceae*, *Arbutus*, *Phillyrea*, etc.

En Cova de la Sarsa (LÓPEZ & MOLERO, 1984) el porcentaje de pólenes arbóreos es también muy bajo (media del 20%). La parte inferior muestra una proporción arbórea más elevada que la superior.

Un pastizal de *Poaceae* y *Cichoriaceae* es la vegetación predominante, están acompañadas de *Centaurea*, *Artemisia*, *Plantago*, *Brassicaceae*, *Poligonaceae*, todas ellas plantas nitrófilas que invaden los espacios abiertos tras la deforestación, efectuada por el hombre.

Se detectan restos de un bosque mixto con la presencia de *Fagus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Ulmus*, *Populus*, *Tilia*, *Buxus*, *Juniperus*...., por lo que se deduce un clima cálido y más húmedo que el actual.

#### CONCLUSIONES

Pese a su relativa uniformidad, el diagrama polínico de Cova de Bolomini presenta dos momentos climáticos:

- 1- La parte inferior se sitúa en una fase climática más fresca y seca que podría corresponder a una pulsación templada del Pleistoceno o más probablemente a principios del Holoceno.
- 2- La parte superior pertenece al período Atlántico y se adscribe al Neolítico. Estas sociedades agro-pastoriles disfrutaron de un clima mediterráneo húmedo a subhúmedo y templado.

Las diferencias entre los niveles inferiores y superiores a la costra estalagmítica se definen por:

- La diversidad de los táxones y la suma total de pólenes disminuyen considerablemente en los espectros de la parte inferior. Esto podría indicar temperaturas relativamente bajas que implicarían una menor



producción polínica, aunque también podría deberse a cierta conservación diferencial del polen. La menor proporción de ligulifloras, conocidas por su buena conservación, en la base del diagrama aboga por la primera hipótesis aunque los demás táxones dominantes (*Anthemideae*, *Carduaceae*, *Artemisia*, *Centaurea*) también se suelen conservar bien.

- En los espectros inferiores destaca la cantidad de herbáceas con afinidades estépicas.
- En la parte superior se manifiestan ciertos cambios en la composición vegetal, que implican el desarrollo de un clima con temperaturas más suaves y un ombroclima húmedo. Se registra un incremento de los táxones termófilos (*Olea*, *Phillyrea* y *Ericaceae*); los árboles caducifolios comienzan a aparecer en los espectros polínicos; el pino, de procedencia más lejana, retrocede; los valores de *Artemisia* y *Centaurea* disminuyen al igual que *Ephedra* y *Rumex*, táxones indicadores de condiciones climáticas más extremas y xerófilas.

En conjunto, la vegetación dominante es una pradera xerófila, interrumpida por grupos de carrascas y arbustos termófilos.

En los niveles precerámicos las formaciones herbáceas proliferan gracias a un clima más riguroso y seco, pero siempre acompañadas por rodales de encinares mixtos. En la fase neolítica, el hombre modifica su entorno, deforestando extensos espacios para la implantación de sus cultivos y pastos. La roturación de nuevas tierras y los ovicápridos acabaron degradando la vegetación de los alrededores de la cueva y fue sustituida por comunidades secundarias, ricas en especies nitrófilas y pirófitas.

La particularidad que se mantiene en todo el diagrama son las frecuencias de las carrascas mayores que las de los pinos. La carrasca sería el árbol dominante en la región, incluso en los momentos más fríos y secos. Considerando que la mayor parte de las lluvias en esta área es de origen orográfico, las precipitaciones totales debieron mantenerse, lo mismo que hoy, siempre más altas que en el resto de la región. Esta singular circunstancia pudo favorecer la mayor importancia de *Quercus* sobre *Pinus*, lo cual no ocurre en la mayoría de los análisis polínicos del resto de la zona para este mismo período (BADAL *et al.*, 1993; CACHO, 1986; CACHO *et al.*, 1983; DUPRÉ, 1988; DUPRÉ *et al.*, 1988; LÓPEZ & MOLERO, 1984)

Los numerosos estudios realizados en este territorio evidencian una intensa antropización del paisaje a partir de la adopción de una economía de producción. En la zona del Levante la temprana aparición de la agricultura y la ganadería llevó consigo un deterioro rápido y continuo de la vegetación. La reducción de las formaciones de bosque y el desarrollo de las etapas subseriales o de sustitución son una constante alrededor de los hábitats. Sin embargo, en las áreas más alejadas, las comunidades vegetales climatófilas alcanzan su pleno desarrollo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARANEGUI, C. & BONET, H. (1979): Los restos de amurallamiento de la sierra de Segaria. *Instituto de Estudios Alicantinos*, 26, Alacant: 105-117.
- BADAL, E. (1990): *Aportaciones de la Antracología al estudio del paisaje vegetal y su evolución en el Cuaternario reciente, en la costa mediterránea del País Valenciano y Andalucía (18000-3000 BP)*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. Facultad de Geografía e Historia. 321pp.
- BADAL, E.; BERNABEU, J.; DUPRÉ, M.; FUMANAL, M.P. (1993): Secuencia cultural y paleoambiente en el yacimiento neolítico de la Cova de les Cendres (Moraira-Teulada, Alicante). *El Cuaternario en España y Portugal. Actas de la 2º Reunión del Cuaternario Ibérico*. Madrid. Volumen 2: 943-953.
- BASTIN, B. & COUTEAUX, M. (1966): Application de la méthode de Frenzel à l'extraction des pollens dans les sédiments archéologiques pauvres. *L'Anthropologie*, t.70, 1-2: 201-203.
- CACHO, C. (1986): Nuevos datos sobre la transición del Magdalenense al Epipaleolítico en el País Valenciano: el Tossal de la Roca. *Boletín del Museo Arqueológico Nacional (Madrid)* IV: 117-129.
- CACHO, C.; FUMANAL, M.P.; LÓPEZ, P.; LÓPEZ, N. (1983): Contribution de Tossal de la Roca à la chronostratigraphie du Paléolithique supérieur final dans la région de Valence. *Rivista di scienze preistoriche*. Volume XXXVIII. Fascicolo 1-2: 69-90.
- CLAVERO, P. (1977): *Los climas de la región valenciana*. Tesis Doctoral. Univ. de Barcelona. Departamento de Geografía. 548 pp.
- CRONQUIST, A. (1981): *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia Univ. Press. New York.
- DELCOURT, A.; MULLENDERS, W.; PIERATR, P. (1959): La préparation des spores et des grains de pollens, actuels et fossiles. *Les Naturalistes belges*, t. 40: 90-120.
- DIMBLEBY, G.W. (1961): Soil pollen analysis. *J. Soil Sci.*, 12: 1-11.
- DUPRÉ, M. (1988): *Palinología y Paleoambiente. Nuevos datos españoles. Referencias*. Trabajos Varios, nº84. S.I.P., Valencia. 177 pp.
- DUPRÉ, M.; FUMANAL, M. P.; SANJAUME, E.; SANTIESTEBÁN, C.; USERA, J.; VIÑALS, M.J. (1988): Quaternary evolution of the Pego coastal lagoon (Southern Valencia, Spain). *Palaeogeography. Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 68, nº 2-4: 291-299.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1975): *Textbook of Pollen Analysis*. Munksgaard, Copenhagen, 295 pp.
- FUMANAL, M.P. (1986): *Sedimentología y clima en el País Valenciano. Las cuevas habitadas en el Cuaternario reciente*. Trabajos Varios, nº 83, S.I.P., Valencia, 207 pp.
- GIRARD, M. & RENAULT-MISKOVSKY, J. (1969): Nouvelles techniques de préparation en Palynologie, appliquées à trois sédiments du Quaternaire final de l'abri Cornille (Istres, Bouches-du-Rhône). *Bull. de l'A.F.E.Q.*, 21, 4: 275-284.

- GUILLEM, P.; GUITART, I.; MARTÍNEZ, R.; MATA, C.; PASCUAL, J.LL. (1992): L'ocupació prehistòrica de la Cova de Bolumini (Beniarbeig-Benimeli-Marina Alta). *Actes del III Congrés d'Estudis de la Marina Alta*: 31-48.
- LERMA, J.V. (1979): Nuevos hallazgos del Hierro I en el País Valenciano. *Instituto de Estudios Alicantinos*, 28. Alicante.
- LÓPEZ, P. & MOLERO, G. (1984): Análisis de los restos vegetales, faunísticos y polínicos del yacimiento de la Sarsa (Bocairent, Valencia). *Trabajos de Prehistoria*, vol. 41. Madrid: 305-312.
- MATA, C. (1986): Cova de Bolumini. *Arqueologia en Alicante, 1976-1986*, Alacant: 22-24.
- MATA, C. (1988): Cova de Bolumini (Benimeli-Beniarbeig, la Marina Alta). *Memòries Arqueològiques a la Comunitat Valenciana. 1984-1985*. Generalitat Valenciana. Valencia: 43-45.
- MATA, C.; MARTÍNEZ-VALLE, R.; GUILLEM, P.; GUITART, I.; PASCUAL, J.L. (inédito): Memoria de excavaciones 1985 y 1987 de la Cova de Bolumini (Beniarbeig-Benimeli, Alacant)
- PARRA, I. (1982): Análisis polínico del sondaje CA.L.81-I (Casablanca-Almenara, provincia de Castellón). *Actas del IV Simposio de Palinología Española*. Barcelona: 433-445.
- PARRA, I. (1985): Propuesta de zonación polínica para el sector Casablanca (Almenara)-Torreblanca, provincia de Castellón. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 2: 347-352.
- PLA, E. (1972): Sierra de Segaria. *Gran Enciclopedia de la Región Valenciana*. Tomo X: 267-
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1985): *Mapa E 1:400.000 de las Series de Vegetación de España*. I.C.O.N.A. Madrid.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987): *Memoria del mapa de Series de Vegetación de España 1:400.000*. I.C.O.N.A. 268 pp.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. & ARMAIZ, C. (1984): Bioclimatología y Vegetación en la Península Ibérica. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 131. Actual. bot. (2/3/4): 111-120.
- TUTIN, T.G.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, N.A.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M.; WEBB, D.A. (eds.) (1964-1980): *Flora Europaea*. 5 vols. Cambridge Univ. Press.



Lámina I. Localización de Cova de Bolumini



Lámina II. Corte estratigráfico sagital izquierdo (muestreo polínico)

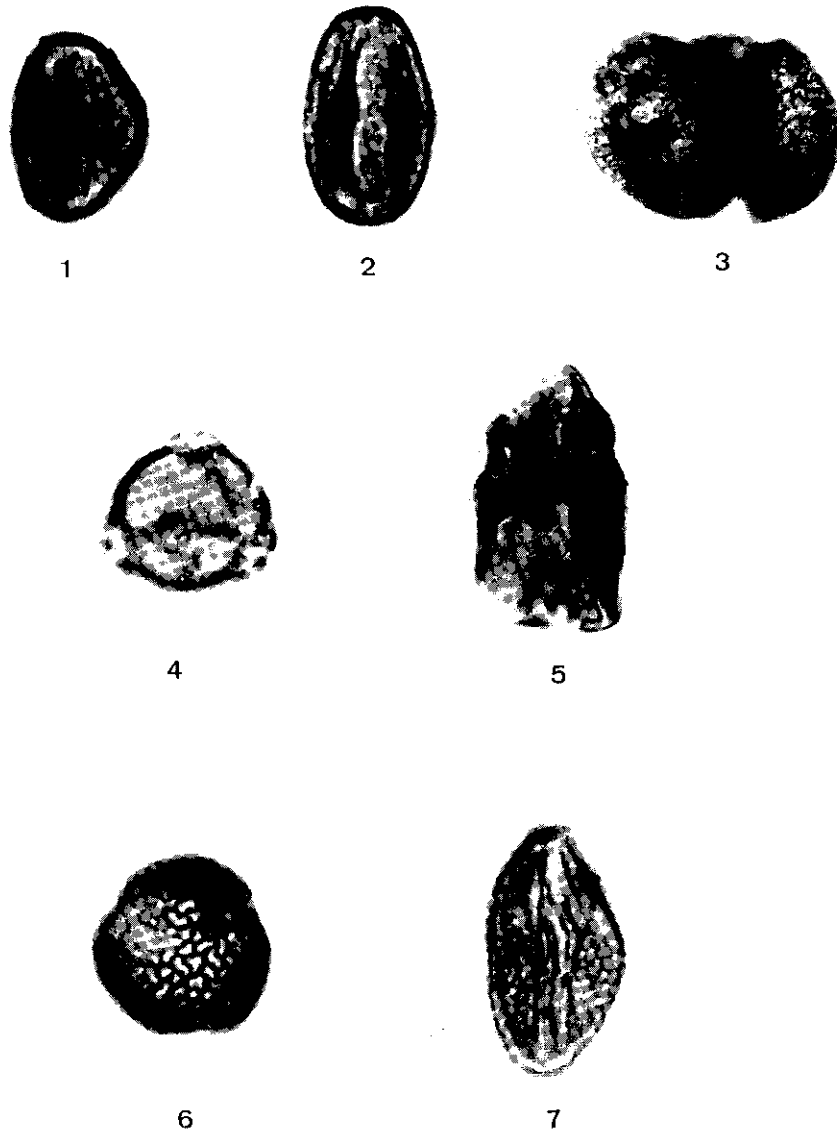


Lámina III. Polen fósil de Cova de Bolumini

- |                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 1- <i>Quercus rotundifolia</i> | x1000 |
| 2- <i>Quercus faginea</i>      | x1000 |
| 3- <i>Pinus</i>                | x400  |
| 4- <i>Betula</i>               | x1000 |
| 5- <i>Tilia</i>                | x1000 |
| 6- <i>Olea t.</i>              | x1000 |
| 7- <i>Salix</i>                | x1000 |



8



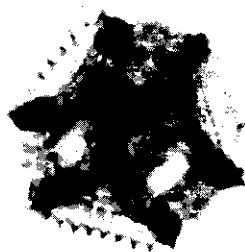
9



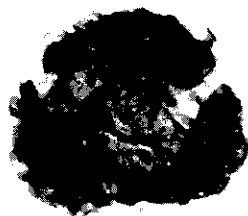
10



11



12



13



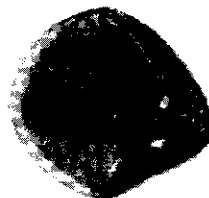
14

Lámina IV. Polen fósil de Cova de Bolumini

- |                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 8- Filical monolete              | x1000 |
| 9- Filical trilete               | x400  |
| 10- <i>Cyperaceae</i>            | x1000 |
| 11- <i>Typha angustifolia</i>    | x1000 |
| 12- <i>Asterácea liguliflora</i> | x1000 |
| 13- <i>Anthemideae</i>           | x1000 |
| 14- <i>Artemisia</i>             | x1000 |



15



16



17



18



19



20



21

## Lámina V. Polen fósil de Cova de Bolumini

- |                            |       |
|----------------------------|-------|
| 15- <i>Cruciferae</i>      | x1000 |
| 16- <i>Poaceae</i>         | x1000 |
| 17- <i>Plantaginaceae</i>  | x1000 |
| 18- <i>Quenopodiaceae</i>  | x1000 |
| 19- <i>Apiaceae</i>        | x1000 |
| 20- <i>Helianthemum</i> t. | x1000 |
| 21- <i>Asphodelus</i> t.   | x400  |