



**Observaciones micromorfológicas en el yacimiento de la Cueva del Ángel
(Lucena, Córdoba): resultados preliminares**

*Micromorphological observations from Cueva del Ángel site
(Lucena, Córdoba): preliminary results*

Monge, G. ⁽¹⁾; Carretero, M.I. ⁽¹⁾; Pozo, M. ⁽²⁾; Barroso, C. ⁽³⁾; Ruiz, F. ^(4,5);
González-Regalado, M.L. ⁽⁴⁾

(1) Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Q. A. Facultad de Química. C/Profesor García González nº 1, 41012. Universidad de Sevilla. Sevilla. España. gmonge@us.es

(2) Dpto. Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. Ciudad Universitaria de Cantoblanco. 28049. Madrid. España.

(3) Fundación Instituto de Investigación de Prehistoria y Evolución Humana. Plaza del Coso. 14900. Lucena. España.

(4) Departamento de Ciencias de la Tierra., Universidad de Huelva, Avda. Tres de Marzo, s/n, 21071-Huelva. España.

(5) Centro de Investigación en Patrimonio Histórico, Cultural y Natural (CIPHNCN), Universidad de Huelva, Facultad de Humanidades, Avda. Tres de Marzo s/n, 21071-Huelva, España.

Resumen

Se aplica la micromorfología de suelos a una selección de muestras procedentes del depósito endokárstico del yacimiento arqueológico del Pleistoceno medio (MIS 9-MIS 7) de la Cueva del Ángel, Lucena (Córdoba), con idea de obtener una primera aproximación a su caracterización deposicional, así como a ampliar información acerca de su evolución postdeposicional y de la influencia antrópica sobre el mismo. El depósito corresponde con una sedimentación detrítica como resultado fundamentalmente de procesos de aluvionamiento y esorrentía, mientras que los procesos postdeposicionales vienen dominados por procesos diagenéticos y bioturbación. Además de estos procesos geogénicos, también se constata desde el punto de vista micromorfológico, una importante afectación del sedimento por procesos antropogénicos.

Palabras clave: micromorfología; depósito endokárstico; acción antrópica; cueva del Ángel.

Abstract

Soil micromorphology is applied to a selection of samples from the endokarstic deposit of the archaeological site of the Middle Pleistocene (MIS 9-MIS 7) of Cueva del Ángel, Lucena (Córdoba), with the purpose of



obtaining a first approximation to its depositional characterization, as well as to expand information about its postdepositional evolution and the anthropic influence on it. The deposit responds to detrital sedimentation as a result mainly of alluvium and runoff processes, while postdepositional processes are dominated by diagenetic processes and bioturbation. In addition to these geogenic processes, an important affectation of the sediment by anthropogenic processes is also verified from the micromorphological point of view.

Key words: micromorphology; endokarstic deposit; antropic action; cueva del Ángel.

1. Introducción

La micromorfología de suelos es la observación mediante microscopio óptico de luz polarizada de la organización y los componentes del suelo, mediante láminas delgadas fabricadas a partir de muestras sin perturbar, y eventualmente completada con observaciones de bloques pulidos (Courty, 1986). Esta técnica también puede emplearse en depósitos arqueológicos, concretamente las cavidades kársticas, a medida que se rellenan de sedimentos, comienzan a registrar procesos de evolución superficial y subsuperficial edáficos y diagenéticos (Vallverdú Poch *et al.*, 2002). El estudio de estos procesos, así como su correcta interpretación intervendrá activamente en la caracterización de los sistemas deposicionales (origen, medio de transporte y sedimentación), evolución postdeposicional y cronología relativa de yacimientos fundamentalmente pleistocenos (Courty, 1986; Vliet-Lanoë, 1986; Bertran, 1994; Abdessadok *et al.*, 1997; Goldberg, 2000). El estudio de este tipo de muestras en lámina delgada es fundamental ya que el empleo de esta técnica permite no sólo reconocer y cuantificar de forma semicuantitativa la composición mineralógica de la muestra, sino también establecer sus características texturales y poder inferir posibles modificaciones postdeposicionales sufridas en el relleno sedimentario.

La cueva del Ángel se sitúa al sur de la Península Ibérica, concretamente en la provincia andaluza de Córdoba y dentro del término municipal de Lucena (Fig. 1 a); en el extremo suroccidental de la Sierra de Araceli (620 m.s.n.m.) y al pie de las Sierras Subbéticas. La Sierra de Araceli, corresponde a un relieve

residual con orientación SW-NE, perteneciente a una unidad carbonática de calizas y dolomías del Lías inferior y medio del dominio Subbético Externo Meridional de la Cordillera Bética, afectada por procesos kársticos (López Chicano, 1990).

Las campañas de excavación llevadas a cabo desde su descubrimiento en 1995 han sacado a la luz gran cantidad de material lítico (en torno a unas 5000 piezas en posición estratigráfica precisa) y restos de fauna (más de 8000 piezas correspondientes fundamentalmente a grandes mamíferos) reflejando una intensa acción antrópica de aprovechamiento de estos recursos. A su vez la presencia de un elevado porcentaje de huesos quemados en el depósito evidencia el uso del fuego en el yacimiento (Barroso *et al.*, 2011). Los datos radiométricos sugieren que la ocupación del mismo se produjo de forma ininterrumpida desde 320 ka hasta 180 ka (MIS9-MIS7) (Falguères *et al.* 2019).

Con respecto al depósito endokárstico (Fig. 1 b, c), tres perfiles estratigráficos han sido estudiados hasta el momento: J/K, J/7 y 7/8 (Monge 2012; Monge *et al.*, 2014, 2016, 2020). En base a estos estudios, se han definido 20 niveles estratigráficos en función de la litología, color, textura, estructura de la fracción fina, consistencia, proporción de la fracción gruesa, porosidad, bioturbaciones y rasgos antrópicos (determinaciones realizadas en seco) que se agrupan en tres Unidades Estratigráficas de rango mayor definidas en función del porcentaje en fracción gruesa y el material arqueológico. Las principales características estratigráficas pueden consultarse en la Tabla 1, mientras que los resultados

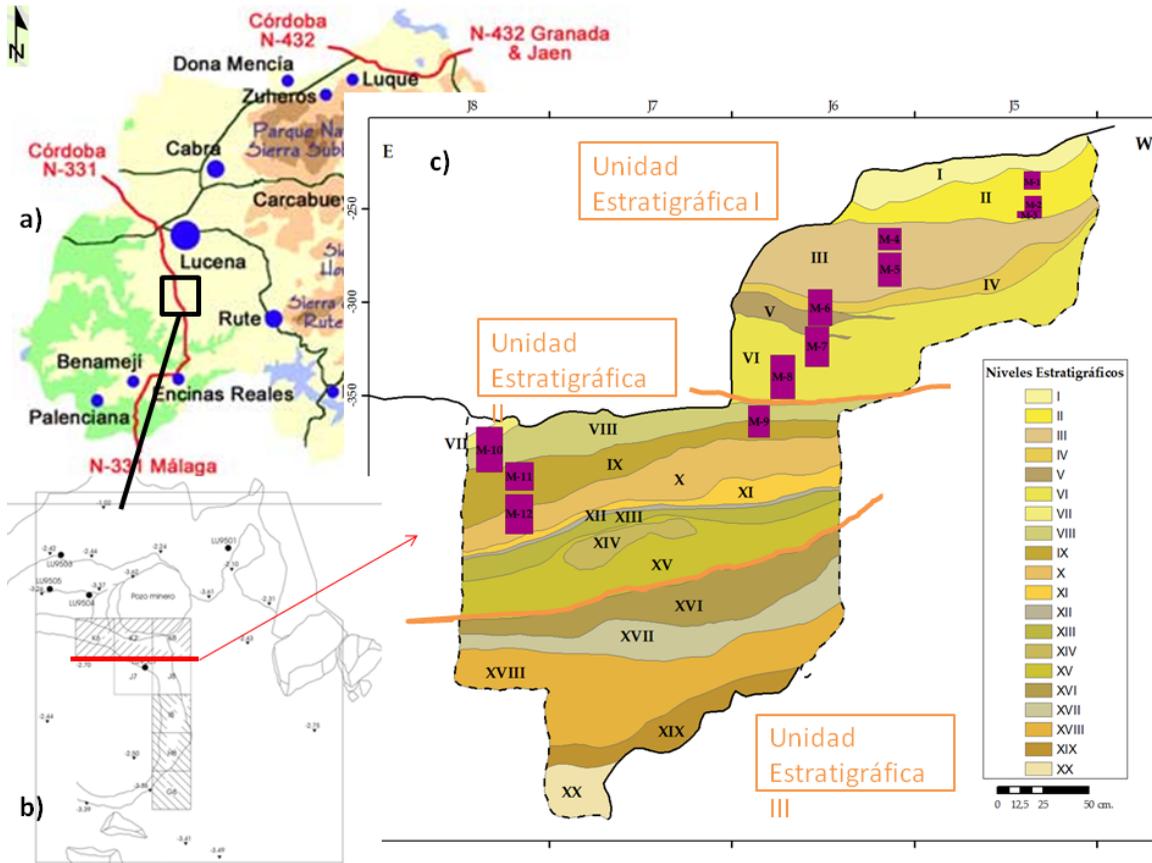


Figura 1: a) Mapa mostrando la localización geográfica de la Cueva del Ángel, Lucena (Córdoba); b) Esquema mostrando la situación de las cuadrículas de excavación en el yacimiento; c) Niveles y Unidades Estratigráficas presentes en el perfil J/K, así como situación de las muestras de micromorfología (modificado de Botella *et al.*, 2006; Monge, 2012).

Figure 1: a) Map showing the geographical location of Cueva del Ángel, Lucena (Córdoba); b) Diagram showing the location of the excavation grids at the site; c) Levels and Stratigraphic Units present in the J/K profile, as well as the situation of the micromorphology samples (modified from Botella *et al.*, 2006; Monge, 2012).

de estos estudios indican que son la Unidad Estratigráfica I y parte de la II (las correspondientes a las cuadrículas K6, K7, K8, J7 y J8) las que presentan una mayor influencia antrópica, aunque cabe destacar que todos los perfiles excavados hasta el momento presentan afectación antrópica.

2. Metodología

La toma de muestras se ha realizado con idea de poder obtener la mayor información posible del depósito, y poder caracterizar así

tanto a procesos geogénicos como antropogénicos. Es por eso que las muestras se han tomado en aquellos niveles que por estudios previos se sabe que presentaban mayor influencia antrópica: Unidad Estratigráfica I y parte de la II (cuadrículas K6, K7, K8, J7 y J8). Siguiendo este criterio se tomaron un total de 12 muestras del perfil J/K (ver Fig. 1 c). La metodología seguida ha sido la descrita por Courty *et al.* (1989). Sin embargo, al ser imposible utilizar las cajas Kubiena debido al grado de cementación que presentaba el depósito, se optó por utilizar una amoladora angular para la obtención de las muestras

Tabla 1: Principales características descriptivas de los niveles y unidades estratigráficas definidos en depósito.

Table 1: Main descriptive features from stratigraphic units and levels defined in the deposit.

Unidades Estratigráficas	Niveles Estratigráficos	Profundidad (cm)	Color (Munsell)	Textura	Estructura (cm)	Consistencia	Porosidad	Fg/Ff (%)	Rasgos Antrópicos
I	I	208-250	Gris rosado (7.5 YR 7/2)	Arenas y limos	Bloques	Ligeramente dura	Escasa	20/80	Escasos
	II	214-258	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2)	Arenas y limos	Migajosa	Ligeramente dura	Escasa	1/99	Poco abundantes
	III	240-300	Pardo oscuro (7.5 YR 4/2)	Arenas y limos	Migajosa	Dura	Abundante	20/80	Poco abundantes
	IV	249-307	Gris rosado (5 YR 6/2)	Arenas y limos	Bloques	Suelta	Abundante	0/100	Escasos
	V	294-318	Pardo oscuro (5 YR 6/2)	Arenas y limos	Laminar	Blanda	—	0/100	Escasos
	VI	253-355	Pardo oscuro (7.5 YR 3/2)	Limos y arenas	Migajosa	Blanda	Escasa	1/9	Poco abundantes
II	VII	364-381	Rojo (2.5 YR 5/7)	Arenas y limos	Migajosa	Blanda	—	0/100	Escasos
	VIII	348-390	Pardo oscuro (7.5 YR 3/2)	Arenas y limos	Migajosa	Blanda	Escasa	30/70	Muy abundantes
	IX	363-422	Pardo oscuro (7.5 YR 3/2)	Arenas y limos	Migajosa	Dura	Escasa	50/50	Muy abundantes
	X	374-434	Pardo oscuro (7.5 YR 4/2)	Arenas y arcillas	Migajosa	Ligeramente dura	Escasa	40/60	Muy abundantes
	XI	386-436	Rojo pálido (2.5 YR 6/2)	Arenas y limos	Migajosa	Dura	Escasa	5/95	Escasos
	XII	398-438	Gris (2.5 Y 5/0)	Arenas y limos	Migajosa	Blanda	—	1/99	Escasos
	XIII	400-449	Gris rosado (5 YR 6/2)	Arenas y limos	Migajosa	Dura	Escasa	20/80	Escasos
	XIV	416-443	Gris rosado (7.5 YR 7/2)	Arenas y limos	Migajosa	Dura	—	20/80	Muy abundantes
	XV	405-470	Rojo pálido (2.5 YR 6/2)	Arenas y limos	Migajosa	Dura	Escasa	40/60	Muy abundantes
III	XVI	423-480	Rojo pálido (2.5 YR 6/2)	Arenas y limos	Migajosa	Dura	—	30/70	Poco abundantes
	XVII	436-493	Gris rosado (7.5 YR 7/2)	Arenas y limos	Migajosa	Dura	—	30/70	Poco abundantes
	XVIII	462-539	Rojo pálido (2.5 YR 6/2)	Limos y arenas	Bloques	Dura	—	20/70	Poco abundantes
	XIX	494-550	Pardo rojizo (5 YR 5/4)	Limos y arcillas	Bloques	Muy Dura	—	1/9	Poco abundantes
	XX	546-580	Pardo rojizo (5 YR 5/4)	Limos y arenas	Migajosa	Blanda	—	20/50	Poco abundantes

de unas dimensiones aproximadas de 10x6x6 cm. Posteriormente fueron envueltas en vendas de yeso y convenientemente sigladas y orientadas. A partir de estas muestras de gran tamaño y una vez consolidadas en resina se realizaron láminas delgadas. Finalmente, las muestras han sido analizadas con un microscopio óptico de luz polarizada Nikon Alphaphot-2 siguiendo los criterios utilizados por Courty *et al.* (1989).

3. Resultados

Desde el punto de vista micromorfológico (Tabla 2), todas las muestras se componen de unos componentes esqueléticos que pueden ser tanto minerales como biogénicos y de una matriz (<30 µm). Estos constituyentes se organizan según tres tipos de microestructura interna:

A. Microestructura en cavidades: sin separación de agregados, masa basal rota por cavidades pero no interconectadas, con algunos canales y cámaras.

B. Microestructura en agregados laminares.

C. Microestructura granular: material formando granos o agregados.

Dentro de los **componentes esqueléticos minerales**, que aparecen en las muestras en porcentajes de en torno al 5-10%, destacan fundamentalmente clastos de cuarzo individual y policristalino (cuarcita, sílex) y de dolomía. El *cuarzo* está presente en todas las muestras estudiadas de forma muy homogénea, siempre refleja porcentajes entre el 5-10%. Aparece muy frecuentemente con un aspecto sucio, en menor proporción se advierten granos poliminerale que corresponden a fragmentos de cuarcita, granos autigénicos, agrupaciones de granos monominerales y muy raramente algún grano con evidencias de disolución. Suelen presentar morfologías subangulares dominantes, aunque también son frecuentes las subredondeadas. El *sílex* muestra dos poblaciones de tamaños, una milimétrica y otra centimétrica, presentando siempre formas planares y bordes cortantes (pequeñas lascas) debido a la manipulación humana. La dolomía se presenta en fragmentos subre-

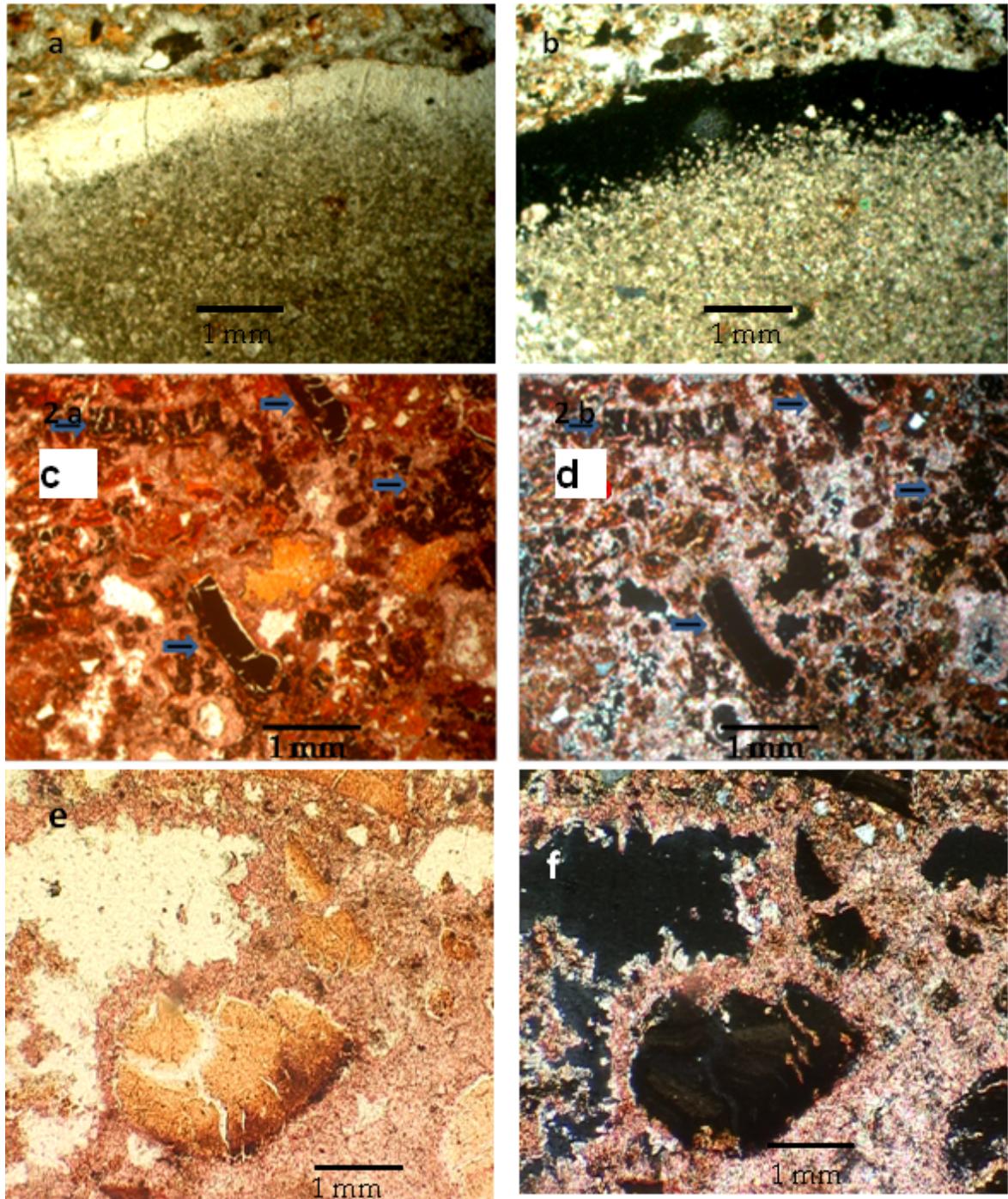


Figura 2: Muestras de micromorfología observadas al microscopio óptico. a) Fragmento de dolomita presentando borde isótropo LPP b) LPX; c) Abundantes fragmentos de materia orgánica, señalados con ➡ totalmente carbonizados LPP; d) LPX; e) Fragmento óseo quemado rodeado de pequeños cristales de calcita LPP; f) LPX

Figure 2: Micromorphology samples observed under the petrographic microscope. a) Dolomite fragment with isotropic edge LPP b) LPX; c) Abundant fragments of organic matter, marked with ➡ totally charred LPP; d) LPX; e) Burnt bone fragment surrounded by small calcite crystals LPP; f) LPX.

Tabla 2: Principales características micromorfológicas de las muestras estudiadas.
 Table 2: Main micromorphological features of the studied samples.

Unidades Estratigráficas	Niveles Estratigráficos	Muestras Micromorfología	Microestructura	Porosidad (%)	Precipitados (%)	Comp. Esqueléticos Minerales			Comp. Esqueléticos Biogénicos			Matriz (%)
						Qz (%)	Silex (%)	Dolomita (%)	Restos vegetales (%)	Restos óseos (%)	Granos fosfáticos (%)	
I	II	M1 a M3	A-B-C	15-20	15-20	5-10	0-5	–	0-5	15	0-5	25
	III	M4 a M6	A-B-C	20-25	5-10	5-10	–	–	5	25	5	20
	IV	M6	A-B	30	10	5-10	–	5-10	0-5	15-20	0-5	20
	V	M6-M7	A-B-C	20-25	10	5-10	–	–	5-10	15	5	20
	VI	M7-M8	A-B-C	20	15-20	5-10	–	–	15	0-5	10-15	20
II	VII	M-10	A-B-C	30	10	5-10	–	–	10-15	0-5	10-15	10-15
	VIII	M9-M10	A-B-C	25	15	5-10	–	–	5-10	15	10	15-20
	IX	M9-M10-M11-M12	A-B-C	20-25	10-15	5-10	–	0-5	5	15	5-10	10-15
	X	M12	A-B-C	25-30	15-20	5-10	–	–	5	5-10	10	15-20

dondeados de gran tamaño (orden centimétrico) con evidencias de dedolomitización. Es destacable que la práctica totalidad de los fragmentos de dolomía observados en las muestras de micromorfología, presentan un borde isótropo, y sobre él a veces también se observan restos vegetales carbonizados (Fig. 2 a, b). En ocasiones, sobre el borde isótropo se observan reprecipitaciones carbonatadas en forma de espeleotemas.

Los **componentes esqueléticos biogénicos** observados presentan porcentajes en torno al 5-15% y corresponden a *fragmentos de restos vegetales*, *fragmentos de restos óseos* y *granos fosfáticos*.

Los *fragmentos de restos vegetales* aparecen todos con evidencias de haber estado sometidos a calentamiento, aunque la mayoría (97%) aparecen totalmente carbonizados y amorfos (Fig. 2 c, d), siendo totalmente imposible poder efectuar sobre ellos una caracterización más detallada. Dentro de los *restos óseos* se observan diferentes grados de calentamiento como lo evidencian las diferentes tonalidades que presentan y los diferentes grados de fisuración, así como la existencia de bordes más oscuros de diferentes tonalidades (Fig. 2 e, f). Sus tamaños suelen oscilar entre 0,5 y 1 mm, aunque de forma puntual puede aparecer algún fragmento de más de un cm de eje mayor (1,5 cm). En ocasiones presentan evidencias de disolución. Es frecuente encontrar precipitaciones de calcita en los canales

de Havers de los huesos de mayor tamaño, o en cualquier fisura u oquedad que presenten los mismos. Además, suelen aparecer cristales de calcita de unas 15 μm de tamaño tanto en el interior de las fisuras y/o fracturas de los restos vegetales y óseos, como bordeándolos. Los *granos fosfáticos* de pequeño tamaño se observan también en las fisuras y/o fracturas de los restos vegetales y óseos, aunque la mayor parte de ellos forman parte de la matriz.

En la **matriz**, que presenta porcentajes en torno al 15-25%, se mezclan agregados arcillosos (destaca la fábrica birrefringente que muestran las arcillas) que en ocasiones presentan evidencias de haber sufrido calentamiento; granos fosfáticos que se agrupan en agregados y en ocasiones aparecen con evidencias de disolución parcial; restos biogénicos, de menor tamaño y abundantes cristales de calcita (< 30 μm) con forma de aguja o acicular.

Finalmente, destacar la presencia de abundantes signos de actividad biológica y de una porosidad planar de pequeño tamaño (0.1 mm) que afecta a todos los componentes del sedimento (biogénicos, minerales, matriz e incluso precipitaciones secundarias de calcita).

4. Discusión

La secuencia sedimentaria observada en el depósito endokárstico de la Cueva del Ángel

es relativamente homogénea, diferenciándose varios procesos:

Procesos geogénicos: El depósito endokárstico se genera por sedimentación detrítica debido a procesos de karstificación y aluvionamiento, en los que la sedimentación procede del propio endokarst: fragmentos de roca de la roca encajante y productos insolubles contenidos en ella (fragmentos de dolomita, cuarzo y minerales de la arcilla observados en muestras de micromorfología), así como a episodios de escorrentía que rellenan la cavidad con sedimentos del exterior (en Monge *et al.*, 2020 se compara la mineralogía total y de arcillas de muestras de los perfiles J/K, J/7 y 7/8 con muestras del exterior y se constata como parte de la mineralogía del depósito procede de los relieves circundantes). De manera que destacan diversos estadios de coladas clásticas en función de la variación de las condiciones climáticas del medio.

Procesos antropogénicos: Son coetáneos a los procesos geogénicos. Ya en trabajos anteriores (Barroso *et al.*, 2011; Monge, 2012; Monge *et al.*, 2014, 2016, 2020) se ha puesto de manifiesto la importancia de la influencia antrópica en el yacimiento, siendo las evidencias de procesos antropogénicos aportadas por las muestras de micromorfología de gran interés, pudiendo concretarse en:

- Manipulación de sílex y restos óseos: se han observado fragmentos de sílex siempre mostrando formas planares y bordes cortantes debido a la manipulación humana. Esta manipulación también se pone de manifiesto en la acumulación anómala de restos óseos observada en el sedimento.
- Presencia de inclusiones líticas alteradas por la acción del fuego: el borde isótropo que presentan las dolomías, sobre el que se observan restos vegetales carbonizados se interpreta como una reacción de la dolomita a óxido de calcio y magnesio (sistema cúbico y por tanto isótropo) por efecto de un calentamiento sobre sus

bordes de una temperatura aproximada de 700°C (Rogers y Daniels, 2002; Hiller *et al.*, 2003), según donde este calentamiento haya tenido una mayor incidencia. La reacción química sería la siguiente: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{MgO} + 2\text{CO}_2$

- Presencia de fragmentos vegetales alterados por la acción del fuego: la mayoría (97%) aparecen totalmente carbonizados y amorfos.
- Presencia de inclusiones óseas alteradas por calentamiento: se constata por el cambio de color a tonalidades marrones que indican diferentes fases de calentamiento y por la modificación de sus propiedades mecánicas (fisuración).

Procesos diagenéticos: Posteriormente en estos depósitos comienzan a tener lugar una serie de procesos diagenéticos cuyas evidencias en muestras de micromorfología pueden concretarse en:

- Presencia de cuarzo autigénico: implica la existencia de sílice inmersa en los fluidos circulantes por el interior del sedimento.
- Dedolomitización de las dolomías: todas las observadas en muestras de micromorfología presentan un elevado grado de dedolomitización, mientras que las dolomías del exterior no (Monge, 2012). Por lo que este reemplazamiento de dolomita por calcita parece debido a la percolación de agua bicarbonatada sobre las dolomías en el interior de la cavidad kárstica.
- Evidencias de disolución en los componentes esqueléticos biogénicos: puede apreciarse la existencia de una relación directa entre el contenido en restos vegetales y granos fosfáticos, siendo ambas proporciones muy parecidas entre sí; mientras que parece intuirse la existencia de una relación inversa entre restos vegetales y granos fosfáticos con respecto a los restos óseos (ver Tabla 2), ya que durante el transcurso de la diagénesis, los

restos óseos comienzan a ser inestables y a disolverse, de manera que comienzan a circular por el sedimento soluciones acuosas ricas en fosfatos que van a dar lugar a la formación de una gran variedad de fosfatos autigénicos (Hutchinson, 1950; Martini y Kavalieris, 1978; Karkanis *et al.*, 2000).

- Precipitaciones secundarias de calcita: Suelen desarrollarse en forma de espeleotemas a favor de pequeñas fisuras de las dolomías, en los huecos de los canales de Havers de casi la totalidad de los huesos y de forma también generalizada sobre el registro estratigráfico. Es precisamente este hecho el que hace afirmar que estas precipitaciones de calcita son

secundarias, ya que se desarrollan a partir de huesos ya existentes. Estas precipitaciones de calcita son típicas de la zona vadosa de cualquier sistema kárstico y proceden de la alternancia de periodos húmedos y secos. En periodos húmedos domina el goteo de aguas ricas en bicarbonato y posterior percolación de éstas a través de todo el espesor del perfil, mientras que en épocas secas domina la evaporación y consecuente precipitación del carbonato que va a concrecionar y endurecer el perfil estratigráfico en su totalidad. Esta alternancia de periodos secos y húmedos va a condicionar la formación de varias generaciones de espeleotemas que van a recubrir todas las oquedades existentes.

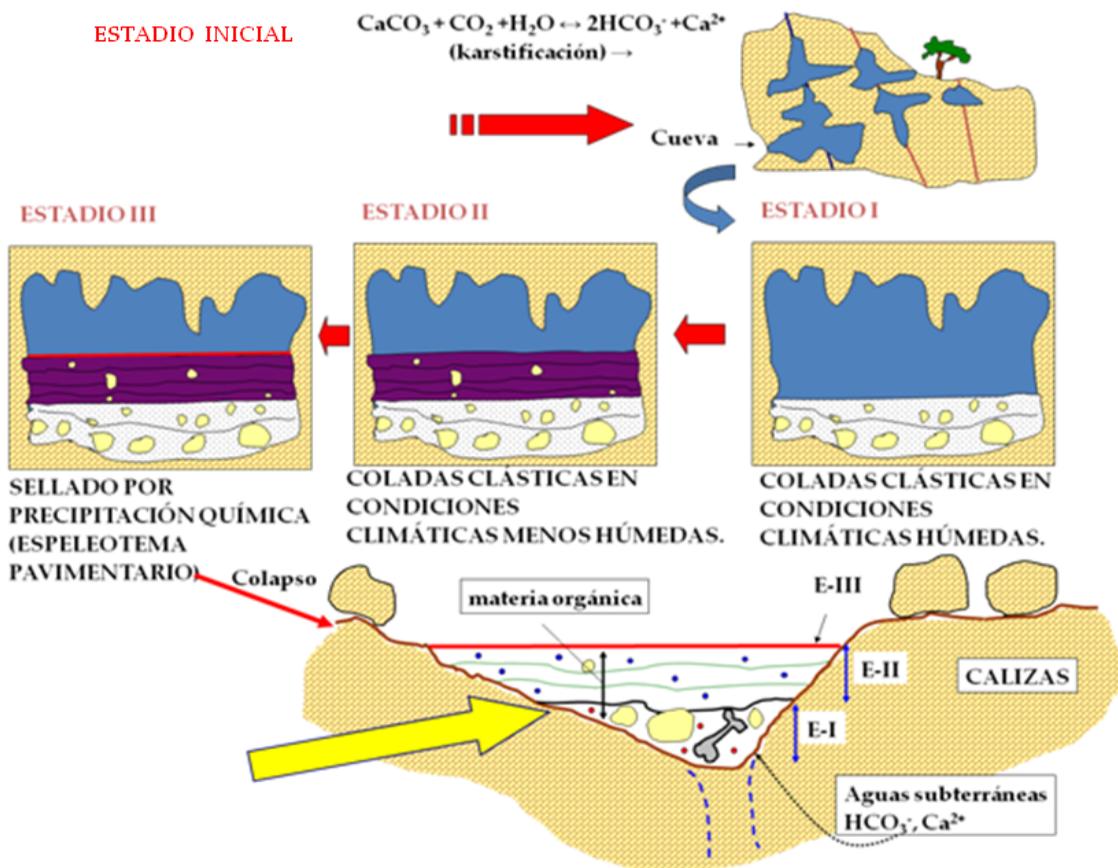


Figura 3: Modelo tentativo sobre la formación y evolución del depósito endokárstico de la Cueva del Ángel.

Figure 3: Tentative model on the formation and evolution of Cueva del Ángel endokarstic deposit.

Finalmente, la porosidad planar de menor tamaño (0,1 mm) que afecta a todos los componentes del sedimento de forma generalizada podría indicar un periodo más seco posterior a todo el depósito que haya originado el agrietamiento del mismo y que se relaciona con el espeleotema pavimentario observado de *visu* y que sella el depósito.

A modo de síntesis, se esquematizan las fases evolutivas sufridas por el depósito sedimentario de la Cueva del Ángel (Fig. 3):

- Estadio Inicial: el proceso de karstificación sobre el macizo calizo de la Sierra de Aras genera cavidades en las que empieza a tener lugar una sedimentación detrítica incipiente procedente del propio endokarst.
- Estadio I: Con la evolución del proceso de karstificación, las cavidades aumentan de tamaño y el espesor del depósito endokárstico también aumenta, reflejando ya evidencias de procesos antropogénicos. En esta fase además destaca un episodio climático húmedo que genera la llegada de coladas clásticas al interior de la cavidad.
- Estadio II: Continúa la evolución de los mismos procesos acaecidos en el Estadio I, dominando en este caso una fase climática menos húmeda que genera coladas clásticas menos energéticas.
- Estadio III: Sobre los depósitos anteriores comienzan a actuar procesos diagenéticos que finalizan con el sellado del depósito por precipitación química (espeleotema pavimentario).

5. Conclusiones

El estudio micromorfológico preliminar llevado a cabo en la Cueva del Ángel, ha puesto de manifiesto la complejidad del mismo, ya que los procesos geogénicos naturales se ven enmascarados en gran medida por la acción antrópica. Las evidencias de esta acción an-

trópica se concretan en numerosos aportes de industria lítica y restos óseos al sedimento, así como en numerosas evidencias de efectos térmicos sobre el mismo. Para poder avanzar en la interpretación paleoantropológica global de yacimiento sería interesante poder contar en el futuro con algún perfil estratigráfico sin afección antrópica, con idea de poder observar con mayor precisión y detalle los procesos geogénicos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Fundación “*INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE PREHISTORIA Y EVOLUCIÓN HUMANA*” y los grupos de investigación UAM C-418 y RNM-349. En todo el proceso de preparación de las láminas ha sido esencial el trabajo realizado por Salah Abdessadok perteneciente al Instituto de Paleontología Humana (IPH) de París.

Bibliografía

- Abdessadok, S.; Maâtouk, M.; Laafar, S.; de Lumley, H. (1997) *Approche sédimentologique et micromorphologique de l'ensemble stratigraphique CIII de la grotte du Lazaret (Nice, Alpes-Maritimes)*, Quaternaire, v. 8, p. 189-196. <https://doi.org/10.3406/quate.1997.1572>
- Barroso, C.; Botella, D.; Caparrós, M.; Moigne, A.M.; Celiberti, V.; Testu, A.; Barsky, D.; Notter, O.; Riquelme, J.A.; Pozo, M.; Carretero, M.I.; Monge, G.; Khatib, S.; Saos, T.; Gregoire, S.; Bailón, S.; García, J.A.; Cabral Mesa, A.L.; Djerrab, A.; George, I.; Abdessadok, S.; Batailla, G.; Astier, N.; Bertin, L.; Boulbes, N.; Cauche, D.; Filoux, A.; Hanquet, C.; Milizia, C.; Moutoussamy, J.; Rossoni, E.; Verdú, L.; de Lumley, H. (2011) *The Cueva del Angel (Lucena, Spain): An Acheulean hunters habitat in the South of the Iberian Peninsula*, Quaternary International, v. 243, p. 105-126. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.02.021>
- Bertran, P. (1994) *Dégradation des niveaux d'occupation paléolithiques en contexte périglaciaire: exemples et implications archéologiques*, Paleo, v. 6, p. 285-302. <https://doi.org/10.3406/pal.1994.1090>

- Botella, D.; Barroso, C.; Riquelme, J.A.; Abdessadok, S.; Caparrós, M.; Verdú, L.; Monge, G.; García, J.A. (2006) *La Cueva del Ángel (Lucena, Córdoba), un yacimiento del Pleistoceno medio y superior del sur de la Península Ibérica*, Trabajos de Prehistoria, v. 63, p. 153-165.
- Courty, M. A. (1986) *Quelques faciès d'altération de fragments carbonatés en grottes et abris sous roche préhistoriques*, Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire, v. 3-4, p. 281-289. <https://doi.org/10.3406/quate.1986.1823>
- Courty, M. A.; Goldberg, P.; Macphail, R. (1989) *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge manuals in archaeology, Cambridge, University Press, XX, 344 p.p.
- Falguères, C.; Ghaleb, B.; Tombret, O.; Ben Arous, E.; Richard, M.; Moigne, A.M.; Saos, T.; Frouin, M.; Caparros, M.; Barroso, C. (2019) *ESR/U series dates on Equus teeth from the Middle Pleistocene Acheulean site of Cueva del Angel, Spain*, Quaternary Geochronology, v. 49, p. 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2018.02.003>
- Goldberg, P. (2000) *Micromorphology and site formation at Die Kelders Cave I, South Africa*, Journal of Human Evolution, v. 38, p. 43-90. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0350>
- Hiller, J. C.; Thompson, T.J.; Evison, M.P.; Chamberlain, A.T.; Wess, T.J. (2003) *Bone mineral change during experimental heating: an X-ray scattering investigation*, Biomaterials, v. 24, p. 5091-5097. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(03\)00427-7](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(03)00427-7)
- Hutchinson, G. E. (1950) *Survey of contemporary knowledge of biogeochemistry*. The biogeochemistry of vertebrate excretion, Bulletin of the American Museum of Natural History, v. 96, p. 554.
- Karkanias, P.; Bar-Yosef, O.; Goldberg, P.; Weiner, S. (2000) *Diagenesis in Prehistoric Caves: the use of minerals that form in situ to assess the completeness of the archaeological record*, Journal of Archaeological Science, v. 27, p. 915-929. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0506>
- Kennedy, R. W.; Satry, C.B.; Barton, G.M.; Ellis, E.L. (1968) *Crystals in the wood of the genus Abies indigenous to Canada and the United States*, Canadian Journal of Botany, v. 46, p. 1221-1228. <https://doi.org/10.1139/b68-164>
- López Chicano, M. (1990) *Sierra de Araceli y C.S.A. 1 (Lucena). Cuaderno de campo*. Vª Reunión de campo de AEQUA-Andalucía, Ayuntamiento de Lucena, Lucena (Córdoba), p. 56-64.
- Martini, J.; Kavalieris, I. (1978) *Mineralogy of the Transvaal caves*, Transactions of the Geological Society of Africa, v. 81, p. 47-54.
- Monge, G. (2012). *Caracterización mineralógica, geoquímica y textural del relleno Pleistoceno de la Cueva del Ángel en Lucena (Córdoba)*. Tesis Doctoral inédita, Universidad de Sevilla, 280 p.p.
- Monge, G.; Carretero, M.I.; Pozo, M.; Barroso, C. (2014) *Mineralogical changes in fossil bone from Cueva del Ángel, Spain: archaeological implications and occurrence of whitlockite*, Journal of Archaeological Science, v. 46, p. 6-15. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.02.033>
- Monge, G.; Jiménez-Espejo, F.J.; Pozo, M.; Carretero, M.I.; Barroso, C. (2016) *A geochemical multi-proxy approach for anthropogenic processes in a Middle Upper Pleistocene endokarstic deposit*. Quaternary International, v. 407, p. 140-149. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.02.004>
- Monge, G.; Carretero, M.I.; Pozo, M.; Rubio, G.; Barroso, C.; González-Regalado, M.L., Ruiz, F., (2020) *Clay mineral assemblages as tracers of fireplaces in Pleistocene archaeological sites (Cueva del Ángel, Spain)*. Applied Clay Science, v. 192: 105643. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105643>
- Munsell Soil Color Charts. (1990) Macbeth Division of Kollmorgen Instruments corporation. Edition revised.
- Rogers, K. D.; Daniels, P. (2002) *An X-ray diffraction study of the effects of heat treatment on bone mineral microstructure*. Biomaterials, v. 23, p. 2577-2585. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(01\)00395-7](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(01)00395-7)
- Scurfield, G.; Anderson, C.A.; Silva, S.R. (1973) *Silica in woody stems*. Australian Journal of Botany, v. 22, p. 211-229. <https://doi.org/10.1071/BT9740211>
- Vallverdú, J. (2002) *Micromorfología de las facies sedimentarias de la Sierra de Atapuerca y del nivel J del Abric Romaní. Implicaciones geoarqueológicas y paleoetnográficas*, Tesis doctoral. Universitat Rovira i Virgili. 431 p.p.
- Vliet-Lanoë, B. (1986) *Micromorphology*, in C. B. M. M. P. C. J. M. Cornford, ed., La Cotte de St. brelade 1961-1978, Norwich, Geobooks, p. 91-96.

Recibido el 28 de abril de 2021

Aceptado el 04 de noviembre de 2021