

Datación absoluta por termoluminiscencia de material cerámico y carbonatos procedentes del yacimiento arqueológico de la cueva de Benzú (Ceuta)

Benítez Moreno, P.¹; Millán Chagoyén, M.A.²; Ramos Muñoz, J.³; Bernal Casasola, D.⁴ y Castañeda Fernández, V.³.

¹ Dpto. de Química Física Aplicada. Laboratorio Datación y Radioquímica. Universidad Autónoma de Madrid. España

² Dpto. de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Laboratorio Datación y Radioquímica. Universidad Autónoma de Madrid. España

³ Dpto. de Historia, Geografía y Filosofía. Área de Prehistoria. Universidad de Cádiz. España

⁴ Dpto. de Historia, Geografía y Filosofía. Área de Arqueología. Universidad de Cádiz. España

Palabras clave: Termoluminiscencia, datación absoluta, carbonatos, cazadores-recolectores, cerámica, sociedades tribales.

Situación y sondeo estratigráfico

El yacimiento de La Cueva de Benzú tiene una situación estratégica sobre materiales dolomíticos, a 200 mts. de la actual línea de costa, a 63 m. de altitud s.n.m. Se encuentra en la región del Estrecho de Gibraltar, en un entorno Atlántico-Mediterráneo localizándose en la zona más noroccidental del término municipal de Ceuta (Figura 1).

Tiene dos áreas muy definidas: Abrigo (Figura 2) y Cueva. El abrigo tiene depósitos paleolíticos en un espacio superior a 50 m², con un potencia de más de 5 mts. La Cueva cuenta con unos 25 m² en planta, con dos salas con tendencia casi circular y un depósito de arenas inferior a 1 m. de potencia, con 2 estratos neolíticos.

Hemos realizado dos campañas de excavación, en los veranos de 2002 y de 2003, con la autorización de la Consejería de Educación y Cultura de la Ciudad Autónoma de Ceuta (Ramos, Bernal y Castañeda, en prensa; Ramos *et al.*, 2003, en prensa).

El estudio geológico del relleno ha sido realizado por Juan José Durán del Instituto Geológico y Minero de España. Se han documentado 10 estratos, de los cuales del 1 al 7 tienen evidencias de ocupación humana.

Se ha apreciado una cierta ciclicidad en la serie. Los niveles detríticos (1 a 8) presentan tres secuencias granodecrescentes con tres niveles cada una, excepto la superior. La primera secuencia estaría constituida por los niveles 1, 2 y 3; la segunda por los niveles 4, 5 y 6 y la tercera por los

niveles 7 y 8. Todas ellas constituirían eventos de acreción vertical por sucesivas coladas de soliflucción, posiblemente asociadas a climas fríos y húmedos. El último nivel detrítico (9) se interpreta como brecha de colapso, producto de la caída de la visera superior del abrigo. Por último, los niveles 0 y 10 son espeleotemas, vinculados a momentos de clima cálido y húmedo (Durán, en prensa).

Tras la definición geoarqueológica de la secuencia y la documentación en planta del estrato 7, estamos realizando un sondeo estratigráfico en el Abrigo. Hemos trabajado en los estratos 7, 6, 5 y 4. Del estrato 7 hay que reseñar su gran dureza, pues se trata de una brecha cementada con bloques en la base. Hemos constatado núcleos (BN1G), lascas (BP) y raederas (BN2G), así como fauna. Hemos completado el sondeo en los estratos 6 (fango micrítico con escasos cantos carbonáticos subangulosos), 4 (cantos con limos fuertemente cementados) y 5 (arenas y limos cementados). En estos dos últimos estratos hemos extraído bloques, que se han terminado de excavar en laboratorio. Se puede enmarcar la tecnología estudiada hasta el momento en dichos niveles en el Modo 3 (Musteriense). La fauna pleistocena, estudiada por Alfonso Arribas del Instituto Geológico y Minero de España es abundante, habiendo identificado en el estrato 7 un molar inferior izquierdo de Bovidae gen. Indet. (Arribas, en prensa). Los estudios polínicos han dado datos muy interesantes para la reconstrucción paleoecológica y han estado a cargo de Blanca Ruiz y María José Gil de la Universidad de Alcalá de Henares (Ruiz y Gil, en prensa).



Figura 1. Situación geográfica del Abrigo y Cueva de Benzú en Ceuta y entorno del Estrecho de Gibraltar.

Método de datación por TL de muestras de carbonatos del Abrigo.

Se han estudiado cuatro muestras de carbonatos procedentes del Abrigo de Benzú. El motivo del estudio fue determinar el período de tiempo transcurrido de la formación de carbonatos que constituían el Abrigo, para lo cual se procedió a la

datación absoluta por TL de todas las muestras seleccionadas.

La toma de muestras fue realizada conjuntamente por el equipo responsable de la excavación arqueológica de la Universidad de Cádiz y por personal del Laboratorio de Datación y Radioquímica de la UAM. Se trabajó sobre la base



Figura 2. Vista del Abrigo de Benzú (Ceuta).

de los siguientes aspectos: una selección de muestras evitando, en la medida de lo posible, su exposición a la luz y otras fuentes de radiación; una vez realizada los materiales seleccionados fueron aislados, con el fin de evitar procesos de evaporación, así como de exposición a la luz. Se hicieron *in situ* las medidas de radiación ambiental, con un detector de centelleo de Ina (TL).

Cuatro muestras de carbonatos fueron analizadas y estudiadas.

Ref. de campo	Ref. laboratorio
Muestra Tl-2. Carbonato del Estrato 7	Mad- 3177
Muestra Tl-4. Carbonato del Estrato 1	Mad- 3220
Muestra Tl-9. Carbonato del Estrato 8. BXI-1	Mad- 3222
Muestra Tl-11. Carbonato del Estrato 10. AXI-1	Mad- 3221

Manipulación de muestras y procedimiento para la realización de medidas

Las muestras seleccionadas fueron sometidas a un test previo de decaimiento anómalo, dicho estudio fue realizado a partir de la respuesta de TL (sistema Riso TL-DA-10), obtenida de las

muestras en un segundo barrido, después de ser almacenadas en oscuridad durante un período de tiempo de 240 horas. De tal modo que cuando la pérdida de señal detectada es inferior al 3%, dicho test se considera negativo, o en otras palabras, el posible fenómeno de decaimiento anómalo se considera insignificante. La pérdida de señal detectada en las muestras estudiadas fue siempre inferior al 1%.

Sobre la base de estos resultados, el método de datación por TL seleccionado fue el de los carbonatos (Urbina *et al.* 1996), es un nuevo método dentro del campo de la datación absoluta por Termoluminiscencia, como alternativa a la datación de materiales ricos en cuarzo y feldespato que utiliza el método "fine grain" (Zimmerman, 1971) con un filtro Corning-blue que restringe la zona de emisión luminiscente a la zona azul del espectro (200-500 nm), donde tienen las emisiones más intensas minerales dosímetros tales como cuarzo y feldespato, no pudiendo detectar las emisiones debidas a los carbonatos.

Los carbonatos son minerales que presentan emisiones hacia la zona naranja-roja del espectro (600-610 nm) dependiendo del tipo. Estas bandas de emisión son debidas a las transiciones del Mn^{2+} , un catión que sustituye al Ca^{2+} . Dependiendo del tipo de carbonato, el Mn^{2+} estará en coordinación 6 (calcitas) o en coordinación 9 (aragonitos); también existe un Mn^{2+} en coordinación 3, para los carbonatos monoclinicos como malaquita y azurita, pero son menos abundantes en la naturaleza.

El nuevo método de medida, para la datación de muestras de carbonatos, consiste en la utilización del filtro OG-550. Este filtro deja pasar la luz procedente de la muestra desde 550 nm hasta donde el equipo permita, en el laboratorio de la UAM, hasta 800 nm.

La rampa de calentamiento es de 3°C/s. más lenta de lo habitual, ya que debido a la especial estructura de estos minerales un calentamiento excesivamente rápido podría suponer una ruptura de la estructura del mineral. El tamaño de grano seleccionado de la fracción mineral estuvo comprendido entre 2-10 micras.

La dosis total almacenada por la muestra desde la formación del carbonato (dosis geológica) fue evaluada a través del método de dosis aditivas, dichas dosis crecientes fueron suministradas mediante una fuente beta de $Sr-Y^{90}$ con una tasa de dosis de 0,1420 mGy/sg. Con el objeto de determinar un posible comportamiento supralineal se realizó un segundo barrido, con dosis beta pequeñas (Fleming, 1970). La efectividad de las partículas alfa para producir TL (valor-K) fue determinada mediante el suministro de dosis alfa

Tabla 1. Resultados de las medidas de TL de carbonatos del Abrigo.

Muestra	Dosis Arqueo. (ED+I Gy)	Dosis Anual (MGy/a)	Fecha (años B.P.)	Localización
Mad- 3177	157,41	2,1	74.957± 7.500 años B.P	Muestra TL-2 Carbonato del Estrato 7
Mad- 3220	231,94	1,66	139.722± 18.449 años B.P	Muestra TL-4 Carbonato del Estrato 1
Mad- 3222	396,19	6,54	60.579± 5.553 años B.P	Muestra TL-9. Carbonato del Estrato 8. BXI-1
Mad- 3221	46,97	1,05	44.733 ± 8.960 años B.P	Muestra TL-11. Carbonato del Estrato 10. AXI-1

crecientes, mediante la utilización de una fuente de Am²⁴¹, con una tasa de dosis de 0,0240 mGy/sg. Todas las respuestas de TL fueron obtenidas después de un calentamiento previo de la muestra, a 90°C durante 120 seg, con el fin de eliminar las señales inestables de TL. Los cálculos de la dosis arqueológica y el valor-K fueron obtenidos en la región de temperaturas correspondiente al "plateau" de la curva resultante de la representación de TL natural/TL inducida frente a la temperatura (Aitken, 1985).

El cálculo de la dosis-anual recibida por la muestra fue realizado mediante la combinación de dos tipos de medidas, por un lado la determinación de la radioactividad beta procedente del K-40 presente en la muestra, mediante un sistema de recuento Geiger-Müller, y por otra la medida de la actividad alfa procedente del Uranio y Torio, también presente en la muestra, en este caso usando un sistema de recuento de centelleo sólido (ZnS). En este último método no se observaron pérdidas de actividad como consecuencia de posibles escapes de Radon.

La actividad gamma procedente de la radiación cósmica fue medida *in situ*, mediante un sistema de recuento de centelleo sólido de INa (TL). Las conversiones de las velocidades de recuento alfa, beta y cósmica a tasas de dosis, han sido realizadas con base a los estudios de Nambi y Aitken (1986).

Los errores asociados a la edad estimada tienen en cuenta tanto los errores sistemáticos como estadísticos correspondientes a las medidas de TL, velocidades de dosis establecidas y procesos de calibrado de las fuentes radioactivas y equipos utilizados. El cálculo de dichos errores ha sido realizado según los estudios de Aitken (1985) y Arribas *et al.* (1990).

Resultados de las dataciones de muestras de carbonatos del Abrigo

El resultado obtenido correspondiente a los carbonatos se muestra en la Tabla 1, e indica una

formación secuencial, siendo los más jóvenes los carbonatos del estrato 10 (TL-11) hace 44.733 ± 8.960 años B.P. y estrato 8 (TL-9) hace 60.579 ± 5.553 años B.P. Estos dos materiales fueron tomados de la zona alta de la secuencia del Abrigo de Benzú, posteriores a la presencia humana en él.

Los niveles de ocupación han dado que los carbonatos se formaron en el estrato 7 (TL-2) hace 74.957 ± 7.500 años B.P. y corresponden con los carbonatos de "techo" del último nivel de hábitat del Abrigo.

Los carbonatos más antiguos corresponden a los del Estrato 1 (TL-4), hace 139.722 ± 18.449 años B-P, estos materiales son los que conforman el "suelo" del Abrigo.

Todas las muestras tomadas formaban la matriz de abundante material lítico, por lo cual podemos asumir que estas fechas obtenidas son posteriores a los diferentes momentos de ocupación del yacimiento.

En las tablas 2 y 3 se muestran los datos técnicos realizados en el proceso de datación de estas muestras, y a partir de los cuales se llega a la fecha establecida anteriormente, con sus correspondientes incertidumbres.

Muestra de cerámica.

Se ha estudiado también una muestra de cerámica procedente de la Cueva de Benzú, documentada en el Estrato II (Complejo A XIX-XX- 2-4). El motivo del estudio fue determinar el período de tiempo transcurrido desde que la muestra de cerámica sufrió el último proceso térmico importante, asumiendo este momento con el de su fabricación, para lo cual se realizó análisis por Termoluminiscencia de la citada muestra.

Ref. de campo	Ref. laboratorio
Muestra de cerámica procedente del yacimiento de la Cueva de Benzú	MAD- 3076

Tabla 2. Medidas de TL de carbonatos del Abrigo.

Muestra	Dosis Equi.+ Desvi.Estan. (ED Gy)	Supralinealidad I (Gy)	Valor K	Condiciones
Mad- 3177 M-TI2	157,41 ± 30,65	0	0,53	tamaño grano: 2-10 µm precalentamiento 90°C durante 120 s.
Mad- 3220 M-TI-4	231,94 ± 45,05	0	0,13	
Mad- 3221 M-TI-11	396,19 ± 78,91	0	0,92	
Mad- 3222 M-TI-9	46,97±13,61	0	0,08	

Tabla 3. Medida de la Tasa de Dosis de carbonatos del Abrigo.

Muestra	Tasa Dosis (mGy/a)	α%	β%	γ%	Radon %	Rad. Cos (mGy)	Agua Muestra %	Agua Medio %	Agua Sat. Muestra %
Mad- 3177	2,1	71	8	21	0	0,29	0,23	0,23	2
Mad- 3220	1,66	42	20	38	0	0,13	0,08	0,08	15
Mad- 3221	6,54	86	4	9	0	0,29	0,2	0,2	2
Mad- 3222	1,05	33	20	47	0	0,29	0,2	0,2	2

La toma de muestras fue realizada siguiendo los mismos presupuestos que en el caso comentado para las muestras de carbonatos, con las mismas precauciones indicadas en aquel caso.

Manipulación de muestras y procedimiento para la realización de medidas

La muestra seleccionada fue sometida a un test previo de decaimiento anómalo, dicho estudio fue realizado a partir de la respuesta de TL (sistema Riso TL-DA-10) obtenida de la muestra en un segundo barrido, después de ser almacenada en oscuridad durante un período de tiempo de 240 horas. De tal modo que cuando las pérdidas de señal detectadas son inferiores al 3%, dicho test se considera negativo, o en otras palabras, el posible fenómeno de decaimiento anómalo se considera insignificante.

La pérdida de señal detectada en la muestra estudiada fue siempre inferior al 1%. En función de este resultado, el método de datación por TL seleccionado fue el de grano-fino (Zimmerman, 1971), consistente en una selección de la fracción mineral con tamaño de grano comprendido entre 2-10µm.

La dosis total almacenada por la muestra desde que sufrió su último calentamiento (dosis arqueológica) fue evaluada a través del método de dosis aditivas, dichas dosis crecientes fueron suministradas mediante una fuente beta de Sr-Y⁹⁰ con una tasa de dosis de 0,1420 mGy/sg. Con el objeto de

determinar un posible comportamiento supralinear se realizó un segundo barrido, con dosis beta pequeñas (Fleming, 1970). La efectividad de las partículas alfa para producir TL (valor-K) fue determinada mediante el suministro de dosis alfa crecientes, mediante la utilización de una fuente de Am²⁴¹, con una tasa de dosis de 0,0240 mGy/sg. Todas las respuestas de TL fueron obtenidas después de un calentamiento previo de la muestra, a 90°C durante 120 seg, con el fin de eliminar las señales inestables de TL. Los cálculos de la dosis arqueológica y el valor-K fueron obtenidos en la región de temperaturas correspondiente al "plateau" de la curva resultante de la representación de TL natural/TL inducida frente a la temperatura (Aitken, 1985).

El cálculo de la dosis-anual recibida por la muestra fue realizado mediante la combinación de dos tipos de medidas, por un lado la determinación de la radioactividad beta procedente del K-40 presente en la muestra, mediante un sistema de recuento Geiger-Müller, y por otra la medida de la actividad alfa procedente del Uranio y Torio, también presente en la muestra, en este caso usando un sistema de recuento de centelleo sólido (ZnS). En este último método no se observaron pérdidas de actividad como consecuencia de posibles escapes de Radon. La actividad gamma procedente de la radiación cósmica fue medida *in situ*, mediante un sistema de recuento de centelleo sólido de INa (TL). Las conversiones de las velocidades de

Tabla 4. Resultados de las medidas de TL de la muestra cerámica.

Muestra	Dosis Arqueo. (ED+I Gy)	Dosis Anual (MGy/a)	Fecha (Años B.P.)	Localización
MAD-3076	41,25	5,78	7.136 ± 486 años VI Milenio a.C	Cerámica del yacimiento Cueva de Benzú

Tabla 5. Medidas de TL de la muestra cerámica.

Muestra	Dosis Equi.+ Desvi.Estan. (ED Gy)	Supralinealidad I (Gy)	Plateau	Valor K	Condiciones
MAD-3076	41,25 ± 2,74	0	310-360°C	0,44	tamaño grano: 2-10 µm precalentamiento 90°C durante 120 s

Tabla 6. Medidas de la Tasa de Dosis.

Muestra	Tasa Dosis (mGy/a)	α%	β%	γ%	Radon %	Rad. Cos (mGy)	Agua Muestra %	Agua Medio %	Agua Sat. Muestra %
MAD-3076	5,78	67	25	8	0	0,05	2	5	2

recuento alfa, beta y cósmica a tasas de dosis, han sido realizadas en función de los estudios de Nambi y Aitken, 1986.

Los errores asociados a la edad estimada tienen en cuenta tanto los errores sistemáticos como estadísticos correspondientes a las medidas de TL, velocidades de dosis establecidas y procesos de calibrado de las fuentes radioactivas y equipos utilizados. El calculo de dichos errores ha sido realizado teniendo en cuenta los estudios de Aitken, 1985; Arribas *et al.*, 1990.

Resultado de la datación de la muestra cerámica

El resultado obtenido, correspondiente a la muestra de cerámica, se indica en la Tabla 4, situando que el ultimo proceso de calentamiento energético de este material tuvo lugar hace 7.136 ± 486 años B.P., lo cual lleva a datar la fabricación de la cerámica en el VI Milenio B.C.

En las tablas 5 y 6 se muestran los datos técnicos realizados en el proceso de datación de esta muestra, y a partir de los cuales se llega a la fecha establecida anteriormente, con sus correspondientes incertidumbres.

Conclusiones.

El resultado obtenido, correspondiente a los carbonatos, completa el estudio geoarqueológico con una formación secuencial siendo los más jóvenes hace 44.733 ± 8.960 años B.P (estrato 10) y 60.579 ± 5.553 años B.P. (estrato 8). Anteriormente a estos carbonatos se formaron los

materiales del estrato 7 hace 74.957 ± 7.500 años B-P que son los carbonatos de “techo“ del Abrigo de Benzú y corresponden con el último nivel de ocupación. Va con un nivel bien definido en su tecnología lítica tallada de Modo 3.

Los carbonatos más antiguos corresponden a los del estrato 1 (TL-4), hace 139.722 ± 18.449 años B-P, estos materiales son los que conforman, por ahora, el nivel de base de ocupación del Abrigo de Benzú.

Hay que indicar que estos resultados deben contrastarse con los obtenidos por O.S.L. en la misma secuencia (Bateman y Calado, en prensa), estando también en marcha dataciones por el método de las series del uranio (Th/U), bajo la responsabilidad de Juan José Durán.

Hemos presentado en la primera monografía de Benzú unas hipótesis preliminares de correspondencias de estratos a estadios isotópicos. Tenemos ya datos de la geología, medio natural, recursos y tecnología que nos han permitido aproximarnos a los modos de vida de estas comunidades. Estamos trabajando con la hipótesis de que se trata de un asentamiento frecuentado en el transcurso del Pleistoceno Medio por comunidades cazadoras y recolectoras, que han desarrollado un modo de producción basado en la explotación del medio natural con formas de caza, recolección y marisqueo (Ramos, Bernal y Castañeda, Eds., en prensa).

El estudio polínico confirma el análisis

geomorfológico y permite plantear unas fluctuaciones climáticas en el marco de un carácter mediterráneo (Ruiz y Gil, en prensa).

Hemos de indicar el interés que ofrece el Abrigo para un contexto histórico de las comunidades de cazadores-recolectores del Pleistoceno Medio Final y Pleistoceno Superior en un área natural tan interesante como el Norte de África en la zona del Estrecho de Gibraltar.

Los resultados de la datación de la cerámica igualmente ayudan a contextualizar una ocupación de sociedades tribales comunitarias neolíticas. Hemos obtenido una fecha de fabricación para el material cerámico procedente del nivel II, del VI Milenio B.C..

La excavación en la Cueva de Benzú se ha desarrollado en un espacio de 8 cuadrículas en 6 m² en la campaña de 2002 y de 3 m² en la de 2003. Se han documentado dos niveles estratigráficos, I y II, sin estructuras de habitación, pero con testimonios materiales de la ocupación de una comunidad tribal, que desarrollaba prácticas ganaderas (bóvidos, cápridos).

Hemos obtenido datos de los recursos aprovechados por la comunidad, de tipo malacológicos e ictiológicos.

El nivel I ha proporcionado un registro arqueológico muy limitado, siendo más abundante el identificado en el nivel II con fragmentos cerámicos vinculados con el consumo y el almacenaje (escudillas, cuencos entrantes y vasos de paredes verticales), una tecnología lítica donde destaca la presencia de los momentos finales de la cadena operativa lítica (BN2G: raspador, buril, láminas con borde abatido, láminas con melladuras de uso...), e igualmente, la documentación de un enterramiento a modo de osario asociado a varios individuos de diferentes edades y ambos sexos, a los que se le relaciona un ajuar constituido por cuentas en serpiente.

Trabajamos con la hipótesis de que la Cueva de Benzú pudo constituir un lugar de habitación semipermanente, utilizado para la explotación estacional de algunos recursos (vegetales, cinegéticos, malacológicos, ictiológicos...) vinculados a aldeas como asentamientos más estables en el territorio. Hemos documentado un poblado en Benzú que avalaría dicha hipótesis (Bernal *et al.*, en prensa). El registro además de hallazgos aislados neolíticos indicaría este uso común del territorio y un buen aprovechamiento de los recursos del mismo.

Las dataciones de radiocarbono que viene ofreciendo la zona son indicativas de que el proceso de formación de las primitivas

comunidades aldeanas se produjo en las mismas fechas en relación al sur peninsular, en el área atlántica-mediterránea (Daugas *et al.*, 1989; Bouzouggar, Kozłowski y Otte, 2002; Mikdad y Eiwanger, 2000; Eiwanger, 2001). En dicho contexto pensamos que la Cueva de Benzú se inscribe en un marco regional más amplio de carácter Atlántico-Mediterráneo, que incluye el Norte de África y el Sur de la Península Ibérica (Ramos y Lazarich, Eds., 2002; Ramos y Castañeda, Eds., en prensa).

El interés de esta comunicación consiste en ofrecer un tiempo cronológico donde enmarcar el tiempo sociohistórico de estas comunidades a las que nos hemos acercado de una forma interdisciplinar.

Bibliografía

- AITKEN, M.J.: *TL Dating*. Academic Press. London. 1985.
- ARRIBAS, A., en prensa: "Datos del registro faunístico del Pleistoceno del Abrigo". En Ramos, J., Bernal, D. y Castañeda, Eds.: *El Abrigo y la Cueva de Benzú en la Prehistoria de Ceuta*. Consejería de Educación y Cultura de Ceuta. UNED Ceuta y Universidad de Cádiz.
- ARRIBAS, J.G., MILLAN, A., SIBILIA, E., CALDERON, T.: "Factores que afectan en la determinación del error asociado a la datación absoluta por TL: Fábrica de Ladrillos". *Bol. Soc. Es. de Min.* 13, pp. 141-147. 1990.
- BATEMAN, M. y CALADO, D., en prensa: "Análisis por O.S.L. de dos muestras del Abrigo de Benzú". En Ramos, J., Bernal, D. y Castañeda, Eds.: *El Abrigo y la Cueva de Benzú en la Prehistoria de Ceuta*. Consejería de Educación y Cultura de Ceuta. UNED Ceuta y Universidad de Cádiz.
- BERNAL, D., LORENZO, L., CASTAÑEDA, V. y RAMOS, J., en prensa: "La carta arqueológica de Ceuta. Historiografía y resultados de la prospección del año 2001. Registro y yacimientos prehistóricos". En Ramos, J., Bernal, D. y Castañeda, Eds.: *El Abrigo y la Cueva de Benzú en la Prehistoria de Ceuta*. Consejería de Educación y Cultura de Ceuta. UNED Ceuta y Universidad de Cádiz.
- BOUZOUGGAR, A., KOZŁOWSKI, J. y OTTE, M.: "Étude des ensembles lithiques atériens de la grotte d'El Aliya à Tanger (Maroc)". *L'Anthropologie* 106, pp. 207-248. París. 2002.
- DAUGAS, J.P., RAYNAL, J.P., BALLOUCHE, A., OCCIENTI, S., PICHET, P., EVIN, J., TEXIER, J. y DEBENATH, A.: "Le Néolithique nord-atlantique du Maroc: premier essai de chronologie par le radiocarbonate". *C.R.A.Sc.Paris*, T. 308, Série II, pp. 681-687. 1989.
- DURÁN, J.J., en prensa: "Informe geológico del Abrigo de Benzú". En Ramos, J., Bernal, D. y Castañeda, Eds.: *El Abrigo y la Cueva de Benzú en la Prehistoria de Ceuta*. Consejería de Educación y Cultura de Ceuta. UNED Ceuta y Universidad de Cádiz.
- EIWANGER, J.: "Recherches Archéologiques dans le Rif Oriental projet de coopération I.N.S.A.P./K.A.V.A.". *Actes des 1^{ères} Journées Nationales d'Archéologie et du Patrimoine*: 82-98. Rabat. 2001.
- FLEMING, S.J.: "Thermoluminescence Dating. Refinement of Quartz Inclusion Method". *Archaeometry*, 12, pp. 13-30. 1970.
- MIKDAD, A. y EIWANGER, J.: "Recherches préhistoriques dans le Rif Oriental (Maroc). Rapports préliminaires". *Beiträge Zur Allgemeine und Vergleichenden Archäologie* Band 20, pp. 109-167. Bonn. 2000.
- NAMBI, K. S.V. y AITKEN, M.J.: "Annual dose conversion factors for TL and ESR Dating". *Archaeometry*, 28, pp. 202-205. 1986.
- RAMOS, J., BERNAL, D. y CASTAÑEDA, V., Eds., en prensa: *El Abrigo y la Cueva de Benzú en la Prehistoria de Ceuta. Aproximación al estudio de las sociedades cazadoras-recolectoras y tribales comunitarias en el ámbito Norteafricano del Estrecho de Gibraltar*. Consejería de Educación y Cultura de Ceuta. UNED Ceuta y Universidad de Cádiz.
- RAMOS, J. y CASTAÑEDA, V., Eds., en prensa: *Excavación en el asentamiento prehistórico del 'Embarcadero del río Palmones'*

(Algeciras, Cádiz). Una nueva contribución al estudio de las últimas comunidades cazadoras y recolectoras. Fundación Municipal de Cultura de Algeciras y Universidad de Cádiz.

RAMOS, J., CASTAÑEDA, V., BERNAL, D., DURÁN, J.J. y HERRERO, N.: "La Cabililla de Benzú (Ceuta). Avance des études stratigraphiques, de la séquence et de la technologie lithique d'un gisement africain du Pléistocène Moyen et Supérieur dans l'environnement du Détroit de Gibraltar". *Hugo Obermaier-Gesellschaft 45 th. Annual Congress*, pp. 18-19. Santander. 2003.

RAMOS, J., CASTAÑEDA, V., BERNAL, D., HERERO, N., VIJANDE, E., PÉREZ, M., DOMÍNGUEZ-BELLA, S., CHAMORRO, S., RUIZ, B., GIL, M.J., ROSAS, A. y BASTIR, M., en prensa: "Avance al estudio de la Cueva de Benzú (Ceuta). Nuevas perspectivas de investigación de sociedades tribales en el área norteafricana del Estrecho de Gibraltar". *III Congreso del Neolítico Peninsular*. Santander.

RAMOS, J. y LAZARICH, M., Eds.: *El asentamiento de "El Retamar" (Puerto Real, Cádiz). Contribución al estudio de la formación social tribal y a los inicios de la economía de producción en la Bahía de Cádiz*. Universidad de Cádiz y Ayuntamiento de Puerto Real. 2002.

RUIZ, B. y GIL, M.J., en prensa: "Resultados palinológicos de la Cueva de Benzú". En Ramos, J., Bernal, D. y Castañeda, Eds.: *El Abrigo y la Cueva de Benzú en la Prehistoria de Ceuta*. Consejería de Educación y Cultura de Ceuta. UNED Ceuta y Universidad de Cádiz.

URBINA, M., MILLÁN, A., BENÉITEZ, P. y CALDERÓN, T.: "The use calcita mineral TL for the determination of previously received gamma radiation dose in foodstuffs". *Food Science and Technology International* 1996, 2, pp. 249-254. 1996.

ZIMMERMAN, D.W.: "Thermoluminescence dating using fine grain from pottery". *Archaeometry* 13, pp. 29-52. 1971

Avances en Arqueometría

2003

EDITORES:

M^a José Feliu Ortega
Joaquín Martín Calleja
M^a Carmen Edreira Sánchez
M^a Concepción Fernández Lorenzo
M^a Pilar Martínez Brell
Almoraima Gil Montero
Rodrigo Alcántara Puerto



Universidad
de Cádiz

Servicio de Publicaciones
2004

Colabora:



AYUNTAMIENTO DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA
CONCEJALÍA DE CULTURA

Grupo de Investigación Simulación, Caracterización y
Evolución de Materiales SCEM de la Junta de Andalucía (FQM166)

© Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz

M^a José Feliu Ortega

Joaquín Martín Calleja

M^a Carmen Edreira Sánchez

M^a Concepción Fernández Lorenzo

M^a Pilar Martínez Brell

Almoraima Gil Montero

Rodrigo Alcántara Puerto

Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz

C/ Doctor Marañón, 3. 11002 Cádiz

www.uca.es/serv/publicaciones

Colabora: Concejalía de Cultura del Ayuntamiento de El Puerto de Santa María

Fotografía de portada: Anillo fenicio del siglo VI a.C. hallado en el yacimiento arqueológico de la Casa del Obispo. Cádiz. España. – Grupo SCEM del Departamento Química Física. Universidad de Cádiz.

ISBN: 84-96274-65-9

Depósito Legal: CA-739/04

Diseño y producción editorial: Cadigrafía

Índice general

Prefacio

SECCIÓN 1: Técnicas analíticas y metodología

Análisis porosimétrico de materiales cerámicos tempranos del noroeste argentino. <i>A.S. Vidal</i>	3
Estudio mediante espectroscopía Raman de los pigmentos presentes en papeles pintados del siglo XIX. <i>K. Castro; M. Pérez; M.D. Rodríguez-Laso y J.M. Madariaga.</i>	10
Datación absoluta por termoluminiscencia de material cerámico y carbonatos procedentes del yacimiento arqueológico de la cueva de Benzú ((Ceuta). <i>P. Benítez; M. A. Millán; J. Ramos; D. Bernal y V. Castañeda</i>	17
Los isótopos del plomo en arqueología: metodología analítica y ejemplos de aplicación. <i>J.F. Santos; S. García de Madinabeitia; J. I. Gil Ibarguchi y R. Sáez</i>	25

SECCIÓN 2: Metales

Efecto antrópico de la minería y la metalurgia en el medio ambiente. <i>S. Rovira</i>	37
Proyecto Segeda: mineros y metalúrgicos. <i>F. Burillo y S. Rovira</i>	43
Armas con recubrimiento de estaño del depósito del Bronce Final del Camino de Santiago (Puertollano, Ciudad Real). <i>S. Rovira</i>	46
Estudio preliminar de orfebrería tartésica-turdetana del Valle del Guadalquivir. <i>B. M. Gómez; M. A. Ontalba; M. A. Respaldiza; M. L. De la Bandera y F. Fernández</i>	48
Los refractarios arqueológicos del noroeste argentino: de la cerámica a los metales. <i>P.M. Campo</i>	56
Contribución al estudio sobre la producción metalúrgica en la baja Andalucía durante el IIº milenio A. C. Análisis químico-físico y metalográfico de puntas de tipo “Palmela”. <i>M. Lazarich y M. J. Feliú</i>	64
Caracterización de los objetos metálicos de los ajuares de las sepulturas de incineración del yacimiento de “El Jadramil” (Arcos de la Frontera, Cádiz). <i>M. J. Feliu; C. Edreira; M. Lazarich; A. Gil; I. Ladrón de Guevara y M. J. Richarte</i>	71

SECCIÓN 3: Biomateriales

Modificaciones tafonómicas en los restos óseos de animales en el yacimiento prehistórico de “El Retamar”. Evidencias en las entidades biológicas. <i>I. Cáceres y S. Domínguez</i>	81
<i>Garum</i> y salsas mixtas: Análisis arqueozoológico de los paleocontenidos de ánforas procedentes	85

de *Baelo Claudia* (s. II a. C.).
D. Bernal; A. Arévalo; E. Roselló y A. Morales

Isótopos estables y dietas humanas en ambientes costeros. 91
A. F. Zangrando; A. Tessone; S. Valencio; H. Panarello; M.E. Mansur y M. Salemme

La presencia de hongos e insectos xilófagos en el carbón arqueológico. Propuestas de interpretación. 98
E. Badal y Y. Carrión

SECCIÓN 4: Patrimonio construido

Materiales de construcción en las ruinas romanas de Medina Sidonia (Cádiz). Catalogación de mármoles y rocas ornamentales. 109
S. Domínguez y J. M. Carrascal.

Estudio de los materiales presentes en arquitectura mudéjar de Extremadura. 115
J. L. Ferrero; C. Roldan; J. Carballo; P. Mogollón; D. Juanes; J.L. Lluch y M A. Pardo

Arqueometría de materiales cerámicos y conglomerados de la Iglesia del Carmen de Zahara de los Atunes (Cádiz). 120
J.M. Alducin; A.I.Vázquez-Martínez; F.J. Alejandre; P. Aparicio y V. Flores-Alés.

SECCIÓN 5: Cerámica y vidrio

Análisis arqueométrico de los vidrios romanos de la Casa del Obispo (Cádiz). 129
S. Domínguez y G. Jurado.

Análisis arqueométrico de las cerámicas prehistóricas del embarcadero del río Palmones (Algeciras, Cádiz). 138
S. Domínguez; M.P. Mata; J. Ramos; V. Castañeda y M. Sánchez

Ánforas locales e importadas del yacimiento “Los Cargaderos”. Caracterización arqueométrica de algunos talleres alfareros de época romana de San Fernando (Cádiz). 145
D. Bernal; R. García; A.M. Sáez; J. J. Díaz y R. Montero.

La producción cerámica en la Bahía de Cádiz en época púnica y romana. Análisis arqueométrico de las materias primas minerales y las producciones anfóricas. 155
S. Domínguez; A. Sánchez; M. Sánchez y J. C. Domínguez.

Arqueometría aplicada al estudio de cerámicas romanas procedentes del yacimiento de *Astvrica Augusta* (León). 161
P.A. Márquez; M. Burón; R. Suarez y R. García Giménez

Confrontación de la característica química de algunas importaciones de ánforas gaditanas en Verona (Italia) con las fabricadas en la zona de Puerto Real (Cádiz, España). 169
I. Pérez; I. Modrzewska; M. Oddone; F. Pianetti y G. Taroni.

Estudio del modelo de distribución peninsular de las cerámicas de barniz negro “protocampanienses” a partir de un análisis de regresión comparado: alternativas teóricas a los conceptos de difusión local y producción artesanal. 178
J.C. Domínguez Perez

Ánforas tipo *Tiñosa*: análisis de la caracterización químico-mineralógica y su perspectiva histórica. 183
P. A. Carretero; R. García y M. J. Feliu

SECCIÓN 6: Color y pintura

Pinturas murales romanas en la neápolis gaditana (Cádiz). Análisis de pigmentos minerales y caracterización de estucos. <i>S. Domínguez.</i>	201
La técnica pictórica de las ilustraciones de los libros de coro de la Abadía del Sacromonte de Granada. <i>J. Bueno y M. P. Bueno</i>	208
Estudio espectroscópico del color del edificio del antiguo Gobierno Militar de Cádiz. <i>M.J. Feliu; M.C. Edreira; C. Fernández-Lorenzo; P. Martínez, F.J. Navas y P. Ortega</i>	216
Estudio analítico de la pintura mural de Neptuno del Estanque de Mercurio del Real Alcázar de Sevilla. <i>M. B. Sigüenza; J. Bueno; J. C. Roldan; A. Durán y M. C. Jiménez de Haro.</i>	222
Caracterización químico-física de las pinturas murales romanas de la Casa del Anfiteatro de la ciudad de Mérida (Badajoz). <i>M.C. Edreira; M.J. Feliu; C. Fernández-Lorenzo; A. Gil; J. Martín y A. Villena</i>	231

SECCIÓN 7: Otros

Propuesta de sistematización de los materiales anfóricos magnogrecos-sicilios de procedencia submarina hallados en el litoral ibero peninsular (IV-III AC). <i>J.C. Domínguez Perez</i>	241
Sistema automatizado para la desionización de piezas arqueológicas de origen marino. <i>M. L. A. Gil ; J. de D. López; J. Navas y J. Martín</i>	247
A la búsqueda de las mujeres y de los hombres. Sujetos sociales, espacios estructurados y análisis de materiales en un proyecto de arqueología prehistórica. <i>P. V. Castro; T. Escoriza y E. Sanahuja.</i>	251
Restauración de un mosaico romano. Caracterización y análisis constructivo, sus materiales y cimentación. <i>V. Flores-Alés; F.J. Alejandro; C. Enríquez y J.J. Martín del Río</i>	260

Índice de Autores	265
--------------------------	-----