

Evaluación de la eficacia de la función protectora del Paraloid® B72 en los tratamientos de preparación paleontológica con ácidos débiles.

El presente artículo evalúa la eficacia del Paraloid® B72, uno de los productos más utilizados para proteger la superficie de restos fósiles, durante los tratamientos de limpieza o preparación química con ácidos débiles. Este producto es una de las resinas acrílicas más recomendadas en la bibliografía reciente, a pesar de que no existen estudios que evalúen su efectividad. Para este estudio se ha realizado un ensayo sobre restos paleontológicos protegidos con esta resina y los resultados han sido positivos.

Marina Rull i Aguilar. Titulada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la especialidad de Arqueología por la ESCRBC. Técnica en Conservación y Preparación de Bienes Paleontológicos del Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont (ICP). marina.rull@icp.cat

Xènia Aymerich i Núñez de Arenas. Titulada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la especialidad de Arqueología por la ESCRBC. Jefa del Área de Conservación y Preparación de Bienes Paleontológicos del Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont (ICP). xenia.aymerich@icp.cat

Palabras Clave: preparación paleontológica, ácido fórmico, Paraloid® B72, fósil, matriz sedimentaria.

Fecha de recepción: 12-11-2018 - **Fecha de aceptación:** 15-11-2018

INTRODUCCIÓN¹

La tarea principal de los paleontólogos es la descripción e identificación taxonómica de los restos fósiles. La preparación paleontológica de estos restos es imprescindible para poder estudiar la morfología, la tafonomía y, en muchos casos, la paleohistología. Las técnicas de preparación tienen como objetivo principal aislar el fósil de la matriz sedimentaria que lo envuelve, es decir, retirar el sedimento que lo rodea para poder garantizar la investigación, la conservación y la posterior difusión del patrimonio paleontológico. La elección de un método mecánico o químico para eliminar la matriz depende del estado de conservación del fósil, del tipo de matriz sedimentaria que lo envuelve y/o de si será necesario aplicar técnicas analíticas en el proceso de investigación.

La preparación mecánica mediante el uso de diversas herramientas (vibroincisor, bisturí, cincel, cepillo...) está bien documentada históricamente² y a menudo es suficiente para separar el fósil de la matriz de forma adecuada. Cuando los restos presentan una matriz muy compactada y carbonatada, que resulta difícil de trabajar mecánicamente, es habitual recurrir a métodos de preparación químicos a través de la aplicación de ácidos. En estos casos, se utilizan ácidos en concentraciones más elevadas y aplicados por inmersión para grandes potencias de matriz y en concentraciones más bajas para depósitos superficiales. El presente ensayo se centra en este segundo caso.

La utilización de diversos ácidos para la disolución de la matriz sedimentaria y de depósitos carbonatados ajenos a los restos paleontológicos se ha documentado desde inicios del siglo XX.³ Los más utilizados han sido el ácido acético (CH₃COOH), el clorhídrico (HCl), el sulfámico (H₂NSO₃) y el fluorhídrico (HF).⁴ Actualmente, la tendencia es utilizar ácidos débiles a bajas concentraciones que se aplican por capilaridad –no por inmersión– durante exposiciones cortas y controladas, realizando siempre un tratamiento de neutralización posterior para garantizar la conservación del fósil tratado y evitar la proliferación de sales solubles en su interior.

En el Área de Conservación y Preparación del Instituto Catalán de Paleontología Miquel Crusafont (ICP), cuando es necesario realizar un tratamiento con ácidos, se utiliza de forma frecuente el ácido fórmico (CH₂O₂) en solución saturada con fosfato tricálcico, ya que permite una preparación selectiva que disuelve la matriz y respeta la composición fosfática del fósil.⁵



Eliminación mecánica con vibroincisor de una matriz sedimentaria (Fotografía: Marina Rull / ICP).

Este ácido orgánico es de retención elevada, lenta evaporación, muy penetrante y tiene la capacidad de eliminar el carbonato cálcico. Por este motivo, resulta una opción adecuada para la preparación de fósiles envueltos en sedimentos de difícil eliminación mecánica. Aunque presenta una mayor capacidad de disolver matrices carbonatadas y emite menos gases irritantes que el ácido acético, su naturaleza química presenta ciertas desventajas. Varios estudios han demostrado que el ácido fórmico puede provocar la disolución de los fosfatos de huesos y fósiles⁶ y, especialmente, de la hidroxiapatita –

¹ Este artículo ha sido traducido del original en catalán al castellano por Cristina Gallego Galán, alumna de primer curso de la ESCRBC.

² CHANEY, D.S. "Hand-Held, Mechanical Preparation Tools". *Paleotechniques. Paleontological Society Special Publication*. (1989), nº 4, p. 186-203.

WILSON, J. "Conservation and processing: cleaning and mechanical preparation". En: COLLINS, C. [ed.] *The Care and Conservation of Palaeontological Material*. Oxford: Butterworths-Heinemann, 1995, p. 89-94.

³ BATHER, F.A. "The preparation and preservation of fossils". *Museums Journal*. Vol. 8 (1908), p. 76-90.

⁴ LINDSAY, W. "The acid technique in vertebrate palaeontology: A review". *Geological Curator*. Vol. 4 (1987), nº 7, p. 455-461.

RUTZKY, I.S. [et al.] "Chemical Preparation Techniques".

En: LEGGI, P.; MAY, P. [eds.] *Vertebrate Paleontological Techniques Vol. 1*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, p. 155-186.

⁵ CORRAL, J. C. "Técnicas aplicadas en la preparación

de un cráneo cuaternario de *Panthera pardus* (Linneo, 1758) de Ataun (cueva Altekaoitze, Guipúzcoa, España)". *Boletín Geológico y Minero*. Vol. 123 (2012), nº 2, p. 127-138.

⁶ PATTERSON, C. 1964. "A review of mesozoic acanthopterygian fishes, with special reference to those of the English Chalk. Phil". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Vol. 247 (1964), nº 739, p. 213-482.

HELLAWEL, J.; NICHOLAS, C. "Acid treatment effects on the stable isotopic signatures of fossils". *Palaeontology*. Vol. 55 (2012), p. 2-10.

⁷ FULMER, M.T. [et al.] "Measurements of the solubilities and dissolution rates of several hydroxyapatites". *Biomaterials*. Vol. 23 (2002), n° 3, p. 751-755.

⁸ JEPSSON, L.; ANEHUS, R. "A buffered formic acid technique for conodont extraction". *Journal of Paleontology*. Vol. 69 (1995), n° 4, p. 790-794.

⁹ CHIANTORE, O.; LAZZARI, M. "Photo-oxidative Stability of Paraloid Acrylic Protective Polymers". *Polymer*. Vol. 42 (2001), n° 1, p. 17-27.

HORIE, C. V. *Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives and Coatings*. Londres: Butterworth-Heinemann, 1987, p. 149-150.

¹⁰ LÓPEZ-POLÍN, L. "Possible interferences of some conservation treatments with subsequent studies on fossil bones: A conservator's overview". *Quaternary International*. Vol. 275 (2012), p. 120-127.

STEPHAN, E. "Oxygen Isotope Analysis of Animal Bone Phosphate: Method Refinement, Influence of Consolidants, and Reconstruction of Palaeotemperatures for Holocene Sites". *Journal of Archaeological Science*. Vol. 27 (2000), n° 6, p. 523-535.

¹¹ DE MIGUEL, D.; ALBA, D. M.; MOYÀ-SOLÀ, S. "Dietary Specialization during the

Evolution of Western Eurasian Hominoids and the Extinction of European Great Apes". *Plos One*. Vol. 9 (2014), n° 5. [En línea] <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097442>> [Consulta: 1 octubre 2018].

¹² GARCÍA-GARDUÑO, M. V.; REYES-GASGA, J. "La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica". *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. Vol. 9 (2006), n° 2, p. 90-95.

¹³ La formación de diferentes cuencas paralelas a la costa catalana durante el proceso de colisión entre la placa tectónica europea y la africana durante el Oligoceno (25 Ma) provocó el relleno con sedimentos durante el Mioceno. ALIENDE, P. *Memòria de l'excavació paleontològica d'urgència al Polígon Industrial de Can Roqueta II*. Sabadell: Generalitat de Catalunya-Direcció General del Patrimoni Cultural, 2000. [En línea] <<http://hdl.handle.net/10687/24486>> [Consulta: 1 octubre 2018].

¹⁴ Una marga es una roca sedimentaria de tipo terrígeno, compuesta por una fracción arcillosa y por una fracción carbonatada, generalmente de carbonato de calcio (calcita), o bien por hidrogenocarbonato de magnesio y calcio (dolomita [CaMg(CO₃)₂]). Como minerales accesorios, se encuentran generalmente cuarzo, mica, grafito, yeso y piritita. SCHURRENBERGER, D.; RUSSELL, J.; KELTS, K.

"Classification of lacustrine sediments based on sedimentary components". *Journal of Paleolimnology*. Vol. 29 (2003), p. 141-154.

Ca₅(PO₄)₃(OH)—⁷ Por este motivo, se saturan⁸ las disoluciones de ácido fórmico con fosfato tricálcico —Ca₃(PO₄)₂—, de manera que, aparte de incrementar el pH de la disolución, esta queda saturada por fosfatos, impidiendo que disuelva aquellos que componen el fósil.

La protección de los restos fósiles con un producto pantalla que evite el contacto directo del ácido con la superficie se utiliza prácticamente desde el origen de la aplicación de ácidos por inmersión. Los productos escogidos han ido cambiando con el paso del tiempo, desde los productos naturales iniciales como la goma laca hasta las resinas sintéticas, acetatos o caucho, en épocas más recientes. Actualmente, los escasos estudios realizados sobre tratamientos con ácidos recurren mayoritariamente al uso del Paraloid[®] B72 para proteger las superficies de los restos fósiles. Esta resina acrílica se utiliza habitualmente en los procesos de consolidación y adhesión durante la preparación paleontológica. El Paraloid[®] B72 disuelto a bajas concentraciones (≤5%) en acetona se caracteriza por tener una baja viscosidad y tensión superficial que facilitan la penetración. Una vez seco es altamente reversible y químicamente estable, si se mantienen las condiciones ambientales adecuadas. Pero hay que tener en cuenta que, a pesar de sus cualidades, también se degrada, tal y como describen diferentes autores.⁹

Los materiales y métodos aplicados durante el proceso de preparación condicionan la correcta conservación de la información contenida en cada uno de los fósiles. Los resultados de determinadas técnicas analíticas, cada vez más extendidas y perfeccionadas, a menudo pueden ser alterados por los materiales aplicados durante este proceso. La aplicación de productos consolidantes, por ejemplo, puede impedir la obtención de resultados fiables en análisis isotópicos¹⁰ en determinados casos. Otro ejemplo es el estudio del desgaste dental (microerosión) que permite conocer la alimentación del animal y analizar la evolución de las especies fósiles, tal y como describen algunos estudios sobre fauna miocena.¹¹ Estas marcas microscópicas pueden desaparecer si se realizan tratamientos de preparación muy agresivos como el uso del microabrasímetro o la aplicación de ácidos en altas concentraciones sin control.

Este artículo recoge el ensayo realizado sobre muestras de fósiles de características diferenciadas: esmalte dental **1** [pág. 11] y cortical o hueso compacto formado por tejido óseo laminar. **2** [pág. 11] El esmalte dental es el tejido más duro y compacto del esqueleto¹² y presenta gran resistencia a la erosión; en cambio, el tejido compacto laminar es menos resistente y con tendencia a la exfoliación. Por este motivo, en el presente estudio no se protegió la superficie del esmalte,

ya que si el producto evaluado protegía la superficie cortical (menos resistente), se dio por hecho que también lo haría con la superficie del esmalte.

La elección del material de muestra, un fragmento de hueso plano compacto laminar (cortical) y uno de esmalte dental de macromamífero, está motivada por la posibilidad que ofrece de obtener varios fragmentos de descarte (pequeñas astillas o fragmentos de poca relevancia científica). Este material fue excavado a finales de los años 90 del siglo XX en el yacimiento de Can Roqueta II,¹³ en el término municipal de Sabadell, situado dentro de la cuenca del Vallés-Penedés. Los estratos geológicos pertenecen al Mioceno (23 Ma-7 Ma), un período ampliamente representado en Cataluña gracias a la abundancia y diversidad de restos paleontológicos.

Geología local

El yacimiento de Can Roqueta II se encuentra al sudeste de la ciudad de Sabadell, en el centro del sector oriental de la depresión del Vallés, limitada al norte por los relieves de Sant Llorenç del Munt y, al sur, por la Sierra de Collserola.

La estratigrafía de la zona con concentración de huesos de este yacimiento está formada por arcillas de color verde, arenas finas y una capa arcillosa muy homogénea con un nivel carbonatado (que forma una veta). Estas arcillas y arenas se conforman por carbonatos y margas,¹⁴ a menudo muy concrecionadas y con una elevada dureza que hacen necesaria la aplicación de ácidos en el proceso de preparación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el ensayo se escogieron tres muestras de fósiles que pertenecían a un macromamífero: **3** [pág. 31]

- **Muestra 1 (M1):** Fragmento de 16,8 x 21,8 x 8,6 mm de esmalte dental (A) y dentina (B) de un molar o premolar. El ensayo solo compara los efectos del tratamiento sobre la superficie correspondiente al esmalte.

- **Muestra 2 (M2):** Fragmento de 14 x 19 x 5 mm de hueso plano o cortical (hueso compacto laminar).

- **Muestra 3 (M3):** Fragmento de 11,5 x 16,9 x 5,8 mm de hueso plano o cortical (hueso compacto laminar).

Se limpió la superficie de las tres muestras con acetona aplicada con una torunda con el fin de retirar posibles restos de sedimento y de Paraloid[®] B72 aplicado durante el proceso de excavación.

Se realizaron fotografías de las muestras mediante un microscopio estereoscópico Leica M80 con una cámara digital acoplada MCI70HD, en el Instituto Catalán de Paleontología Miquel Crusafont (ICP) antes y después del tratamiento con ácido fórmico, con objeto de registrar el estado inicial y final de la superficie de las muestras. Se realizaron fotografías de zonas fácilmente reconocibles como grietas, agujeros y pequeños depósitos de sedimento.

A fin de garantizar un análisis comparativo adecuado, también se tomaron imágenes de la superficie de las tres muestras con ESEM (*Environmental Scanning Electron Microscope*) mediante un microscopio Quanta[®] 200 FEI, XTE 325/D8395 de los Centros Científicos y Tecnológicos (CCiT) de la facultad de Biología de la Universidad de Barcelona (UB).

Una vez tomadas las fotografías iniciales se procedió a la preparación de las muestras. La M1 y la M2 fueron tratadas con el ácido fórmico saturado sin ningún tratamiento previo, excepto la limpieza inicial con acetona. En cambio, la M3 fue tratada con Paraloid[®] B72 al 5% en acetona, disolvente elegido por su

capacidad de penetración y baja toxicidad, en las concentraciones utilizadas habitualmente.¹⁵ El método de aplicación seleccionado fue por inmersión, con el fin de conseguir la máxima penetración y asegurar la completa consolidación de la muestra. Después del tiempo de secado (5 horas a 22 oC ± 3 oC), se realizó una segunda inmersión aumentando la concentración de la resina acrílica al 10% en acetona para garantizar la protección de la capa más superficial de la M3. Posteriormente, se dejó secar completamente (24 horas a 22 oC ± 3 oC).

Aplicación del ácido fórmico

Se preparó la solución de ácido fórmico (CH₂O₂) al 5% en agua desionizada y se añadió fosfato tricálcico -Ca₃(PO₄)₂- hasta saturar la disolución. Tal y como se ha comentado anteriormente, cuando se satura la solución ácida se aumenta el pH y, en este caso, queda saturada de fosfatos, dificultando así la disolución de la hidroxiapatita que conforma los fósiles.

El tratamiento consistió en sumergir las tres muestras durante 30 segundos en la solución ácida saturada. Se retiraron las muestras y se neutralizaron con baños de agua destilada durante el doble de tiempo de la inmersión en ácido (60 segundos). Este proceso se repitió hasta seis veces por cada muestra, sometiéndolas así a un nivel de estrés máximo. Habitualmente se repite menos veces y es suficiente para eliminar los depósitos carbonatados.

Una vez las muestras estuvieron completamente secas (48 horas a 22 oC ± 3 oC), la capa superficial de Paraloid® B72 aplicada a la muestra M3 se retiró con acetona aplicada con una torunda. De esta forma se garantizaba la obtención de imágenes más claras y nítidas de la superficie tratada. Se procedió a la toma de imágenes con estereomicroscopio y ESEM de las mismas zonas de las fotografías iniciales. A causa de las posibles modificaciones de la superficie y del elevado número de aumentos con el que se trabajaba, la obtención de imágenes con ESEM fue especialmente dificultosa.

RESULTADOS

Durante las revisiones de la superficie fósil de las muestras con microscopio se buscaron formas de alteración derivadas del contacto con el ácido fórmico y se analizaron las diferencias entre las muestras M2 y M3.

Microscopio estereoscópico

La utilización del microscopio estereoscópico no proporcionó un resultado suficientemente bueno; la falta de aumentos y de nitidez del dispositivo no permitió observar con suficiente detalle la superficie y, por tanto, tampoco los productos de alteración resultantes del tratamiento con ácido fórmico. Un problema añadido en la observación de la muestra M1 fueron los brillos provocados por la incidencia de la luz del microscopio sobre la superficie del esmalte, que dificultaban la observación e impedían tomar imágenes de buena calidad. A pesar de las dificultades que presentaba este dispositivo, algunas imágenes permitieron evaluar el nivel de limpieza conseguido después del tratamiento químico y comprobar que la solución ácida había eliminado el sedimento de grietas, fisuras y agujeros. **4** [pág. 32]

Environmental Scanning Electron Microscope (ESEM)

La toma de imágenes con ESEM se mostró como un medio mucho más preciso y adecuado para la observación de la superficie de las muestras. Permitted analizar y valorar el nivel de limpieza, la afectación del tratamiento con solución ácida saturada y la función protectora del Paraloid® B72.

- Muestra 1

La muestra M1, antes del tratamiento, presentaba una superficie homogénea, lisa, con algún depósito superficial y peque-

ñas trazas y microerosiones distribuidas uniformemente. **5a** [pág. 33] En zonas puntuales, también presentaba microfisuras en forma de vetas, de una tonalidad más oscura y textura diferenciada del resto de esmalte, posiblemente debidas a rellenos por sedimento. **6a** [pág. 33]

Después del tratamiento, la muestra M1 tenía una apariencia ligeramente diferente. La superficie, visiblemente más limpia (sin depósitos superficiales), presentaba las trazas y microerosiones más definidas pero no alteradas. **5b** [pág. 33] Las zonas más afectadas correspondían a las microfisuras, más profundas después del tratamiento, posiblemente a causa de la disolución de depósitos de sedimento carbonatado. **6b** [pág. 33] Por lo tanto, se puede afirmar que el tratamiento con solución ácida saturada provoca una alteración muy leve en la superficie (no protegida) del esmalte dental.

- Muestra 2

La muestra M2, antes del tratamiento con la solución ácida saturada, presentaba una superficie muy lisa, homogénea y sin grietas ni fisuras y con algunos depósitos superficiales. **7a** [pág. 33]

Después de aplicar el tratamiento en la muestra sin protección previa, se comprobó que la afectación provocada sobre la superficie cortical presentaba alteraciones diferentes. Se observaban zonas poco degradadas, con pequeñas fisuras y levantamientos, pero de apariencia similar a la muestra antes del tratamiento. **7b** [pág. 33] En cambio, se observaban otras zonas muy afectadas con la formación de fisuras y grietas, zonas cuarteadas, exfoliaciones y pérdidas de la capa más superficial **7c** [pág. 33] como consecuencia del efecto corrosivo de la solución ácida, a pesar de estar saturada. Por tanto, podemos afirmar que el tratamiento con esta solución provoca una alteración de grave a muy grave en la superficie (no protegida) del tejido laminar compacto (cortical).

- Muestra 3

La muestra M3 (protegida con Paraloid® B72 después de tomar las imágenes iniciales) presentaba una superficie homogénea, de relieves suaves, capas continuas, alguna grieta puntual y depósitos superficiales. **8a** [pág. 33]

Después de la aplicación del tratamiento con solución ácida saturada, presentaba un aspecto muy similar al estado inicial. Se observó que el tratamiento había eliminado depósitos superficiales y, puntualmente, el sedimento situado en el interior de grietas. **8b** y **8c** [pág. 33] Así pues, se puede afirmar que el tratamiento con solución ácida saturada provoca una alteración muy leve en la superficie (protegida) del tejido laminar compacto (cortical).

CONCLUSIONES

La preparación química de restos paleontológicos puede resultar agresiva y poner en riesgo la conservación de los fósiles a corto, medio y largo plazo. A menudo, las alteraciones producidas por los tratamientos con ácido no son visibles a simple vista, pero sí mediante técnicas de microscopía. Es necesario estudiar cómo minimizar los daños provocados por el ácido durante el tratamiento y observar la evolución del estado de conservación de los fósiles tratados a lo largo del tiempo para identificar posibles alteraciones posteriores (proliferación de sales solubles, pulverización de superficies, etc.)

La comparación de imágenes obtenidas con ESEM ha permitido observar el grado de afectación que provoca la aplicación de una solución ácida, a pesar de estar saturada, sobre las superficies fósiles y especialmente en grietas y fisuras. Hay que tener en cuenta que, como efecto colateral del tratamiento

¹⁵ ELDER, A. [et al.] "Adhesives and Consolidants in Geological and Paleontological Conservation: A Wall Chart". *Society for the Preservation of Natural History Collections Leaflets*. Vol.1 (1997), nº 2, p. 1-4.

con ácido, la disolución del sedimento confinado en las fisuras y/o la propia naturaleza carbonática del hueso puede provocar que este tratamiento debilite la estructura del fósil.

Por contra, las imágenes obtenidas con estereomicroscopio se han mostrado insuficientes para evaluar la incidencia del ácido. Su baja resolución y la presencia de brillos dificultan la observación de la muestra, especialmente en el caso del esmalte dental.

Según los resultados obtenidos, se puede afirmar que la capa de protección realizada con Paraloid® B72 sobre las superficies fósiles se muestra eficaz y ejerce la función de barrera protectora deseada. Se ha de tener en cuenta que la capa de Paraloid® B72 es una capa "de sacrificio", que se irá degradando con las sucesivas aplicaciones de ácido. Por este motivo, se recomienda renovar la aplicación de esta resina cuando se realiza un tratamiento de larga duración. Se recomienda también sellar correctamente grietas y fisuras para evitar la penetración de la solución ácida.

Este estudio ha permitido mejorar el protocolo de preparación del ICP. La idoneidad de aplicar este tratamiento está condicionada a los criterios establecidos conjuntamente por investigadores y preparadores.

De cara al futuro, hay que investigar las consecuencias a largo plazo de los restos tratados con ácidos. También se debe testar la función protectora del Paraloid® B72 en combinación con otros ácidos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a los compañeros del ICP, Dr. Raef Minwer-Barakat, Dr. Isaac Casanovas-Vilar y Pere Figuerola la ayuda recibida durante la investigación y redacción de este artículo. A Sara Ruiz, estudiante de la Facultad de Bellas Artes de la Universitat de Barcelona, por realizar el trabajo final de grado sobre Preparación Paleontológica en el ICP. A Marc Deu por el apoyo general y la revisión de fondo y forma del presente escrito. Y por último, agradecer a los editores de la revista *Unicum* su labor de difusión de la conservación y restauración de los bienes culturales.

IMÁGENES

1 Sección longitudinal de un diente bunodonto (Imagen: Marina Rull / ICP).

2 Sección transversal y longitudinal de un hueso largo de mamífero (Imagen: Marina Rull / ICP).

3 Muestra 1 (M1): fragmento de esmalte dental (A) y dentina (B) de un molar o premolar. Muestra 2 (M2): fragmento de un hueso plano o cortical. Muestra 3 (M3): fragmento de un hueso plano o cortical (Fotografías: Marina Rull / ICP).

4 Muestra 3 (M3) antes (A) y después del tratamiento (B), a 600x. Imagen tomada con microscopio estereoscópico Leica M80 con una cámara digital acoplada MC170HD en el ICP (Fotografías: Isaac Casanovas-Vilar / ICP).

5 Muestra 1 (M1) antes (A) y después del tratamiento (B) con la solución ácida saturada. Imágenes tomadas con ESEM Quanta® 200 FEI, XTE 325/D8395 en los CCIT-UB (Fotografías: Xènia Aymerich / ICP).

6 Detalle de una microfisura de la muestra 1 (M1) antes (A) y después del tratamiento (B) con la solución ácida saturada. Imágenes tomadas con ESEM Quanta® 200 FEI, XTE 325/D8395 en los CCIT-UB (Fotografías: Xènia Aymerich / ICP).

7 Muestra 2 (M2) antes (A) y después del tratamiento (B y C) con la solución ácida saturada. Imágenes tomadas con ESEM Quanta® 200 FEI, XTE 325/D8395 en los CCIT-UB (Fotografías: Xènia Aymerich / ICP).

8 Muestra 3 (M3) antes (A) y después del tratamiento (B y C) con la solución ácida saturada. Imágenes tomadas con ESEM Quanta® 200 FEI, XTE 325/D8395 en los CCIT-UB (Fotografías: Xènia Aymerich / ICP).

BIBLIOGRAFÍA

AMARAL, W.W. "Microscopic preparation". En: LEIGGI, P.; MAY, P. [eds.] *Vertebrate Paleontological Techniques*. Vol. I. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, p. 129-140.

ANTHONY, J.W. [et al.] *Handbook of Mineralogy: Volume II: Silica and Silicates*. Tucson (EUA): Mineral Data Publishing, 1995.

BROMAGE, T. G. "Interpretation of scanning electron microscopic images of abraded forming bone surfaces". *American Journal of Physical Anthropology*. Vol. 64 (1984), nº 2, p. 161-178.

DAVIDSON, A.; ALDERSON, S. "An introduction to solution and reaction adhesives for fossil preparation. adhesives for fossil preparation". En: BROWN, M.A., KANE, J.F., PARKER, W.G. (eds.) *Methods in Preparation. Methods in Preparation Proceedings of the First Annual Fossil Preparation and Collections Symposium*. Petrified Forest (EUA): Publicado por los autores, 2009, p. 53-62.

FERNÁNDEZ, Y.; MARÍN, M.D. "Experimental taphonomy in museums: preparation protocols for skeletons and fossil vertebrates under the scanning electron microscopy". *Geobios*. Vol. 41 (2008), nº 1, p. 157-181.

FITZGERALD, G.R. "Documentation guidelines for the preparation and conservation of paleontological and geological specimens". *CollectionForum*. Vol. 4 (1988), nº 2, p. 38-45.

HOWIE, F.M.P. "Materials used for conserving fossil specimens since 1930: a review". En: BROMELLE, N.S., PYE, E.M., SMITH, P., THOMPSON, G. [eds.] *Adhesives and Consolidants, Preprints of the Contributions to the Paris Congress, IIC*. París: 1984, p. 92-98.

JEPPSSON, J.; FREDHOLM, D.; MATTIASSON, B. "Acetic Acid and Phosphatic Fossils: A Warning". *Journal of Paleontology*. Vol. 59 (1985) nº 4, p. 952-956.

LAZZARI, M.; CHIANTORE, O. "Thermal-ageing of Paraloid acrylic protective polymers". *Polymer*. Vol. 41 (2000), nº 17, p. 6447-6455.

LINDSAY, W. "A review of the acid technique". En: COLLINS, C. [ed.] *The care and conservation of palaeontological material*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1995, p. 95-101.

RIXON, A. E. *Fossil animal remains: their preparation and conservation*. Oxford: Athlone Press, 1976, p. 300-312.

TOOMBS, H.A.; RIXON, A.E. "The Use of Acids in the Preparation of Vertebrate Fossils". *Curator*. Vol. 2 (1959), nº 4, p. 304-312.