



Comparación de osteotecnicas para la preparación de esqueletos de mamíferos Comparison of osteotechnics for the preparation of mammalian skeletons

M. Pacheco-Espindola ^{a,*}, M. A. Cabral-Perdomo ^b

^a Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

^b Museo de Paleontología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

Resumen

El estudio osteológico de los mamíferos requiere de la aplicación de diversas técnicas para obtener los esqueletos de los ejemplares; sin embargo, dada la variedad de técnicas existentes, resulta complicado elegir una de ellas. Impulsado por la falta de estudios comparativos entre dichas metodologías, en el presente estudio se compararon dos osteotecnicas: maceración con agua y el uso de larvas de derméstidos, para la obtención del sistema esquelético de dos especímenes de cacomixtle (*Bassariscus astutus*). Aunque el uso de los derméstidos fue más eficiente en cuanto al tiempo para limpiar por completo al esqueleto, el resultado final de ambos procesos fue prácticamente el mismo, salvo la desarticulación de los huesos.

Palabras Clave: osteotecnia, derméstidos, maceración con agua, *Bassariscus astutus*, sistema esquelético.

Abstract

Osteological study of mammals requires the application of different techniques to obtain the skeletons of the specimens; however, given the variety of existing techniques, it is difficult to choose one of them. Driven by the lack of comparative studies between these methodologies, in the present study two osteotechniques were compared: maceration with water and the use of dermestid larvae, to obtain the skeletal system of two specimens of ringtail (*Bassariscus astutus*). Although the use of dermestids was more efficient in terms of time to completely clean the skeleton, the result of both processes was practically the same, except for the disarticulation of the bones.

Keywords: osteotechnics, dermestids, water maceration, *Bassariscus astutus*, skeletal system.

1. Introducción

El esqueleto de los vertebrados y en especial el de los mamíferos, ha cautivado a la humanidad desde hace mucho tiempo (Cole, 1975). Los estudios anatómicos de este sistema han contribuido en muchas áreas de la medicina, la medicina veterinaria y las ciencias biológicas, como la zoología y la paleontología (Guzmán-Pittman, 2020; Morales y León, 2020; REDVET, 2014; REVENCYT, 2018; Villaroel y Troncoso, 2017). Sin embargo, para poder llevar a cabo este tipo de estudios, se requiere la implementación de técnicas especializadas (conocidas como osteotecnicas) con las que se pueda liberar al esqueleto del resto de los tejidos y órganos que componen al organismo. A pesar de que se han implementado una gran variedad de metodologías (Ajayi et al., 2016; Brito de Oliveira, 2018; Cañete-Betancourt et al., 2014; Habib, 2019), resulta difícil decidir cuál de ellas utilizar en un momento dado. Hasta la fecha, no se tiene conocimiento de estudios comparativos que permitan valorar y determinar

las ventajas, desventajas, tiempo requerido, y mantenimiento de las diferentes osteotecnicas.

Algunas de las técnicas mayormente utilizadas son, la maceración con agua y el uso de larvas de escarabajos de la familia Dermestidae (Figura 1). La primera de ellas consistente en colocar al ejemplar en un recipiente sellado completamente cubierto con agua con la finalidad de que los tejidos “blandos” sean removidos del tejido óseo por acción bacteriana; la segunda técnica consiste en exponer el cadáver a la acción de las larvas de derméstidos, organismos que son carroñeros en dicho estadio de desarrollo (Sánchez, 2018). En el presente estudio, se llevó a cabo una comparación de estas dos osteotecnicas, con la finalidad de valorar la dificultad de implementación, rapidez de limpieza del esqueleto, el coste económico y los posibles usos de los ejemplares procesados.

2. Materiales y métodos

Se utilizaron dos ejemplares de *Bassariscus astutus* donados al Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) por

*Autor para la correspondencia: pa354476@uaeh.edu.mx

Correo electrónico: pa354476@uaeh.edu.mx (Mauricio Pacheco-Espindola), cabralma@uaeh.edu.mx (Miguel Ángel Cabral-Perdomo).

parte de la unidad de Rescate, Rehabilitación y Reubicación de Fauna Silvestre, Endémica y Exótica (URRRFSEE) de la ciudad de Pachuca, en el Estado de Hidalgo, a los que se les retiró la piel, órganos y la mayor parte de los paquetes musculares (Figura 2). A cada ejemplar se le desarticulaban los miembros y el cráneo con el fin de tener mayor control sobre las técnicas y facilidad de observación del progreso de ambas. De esta forma, cada individuo quedó seccionado en extremidades anteriores y posteriores, cabeza, tronco y cola.

1.1 Osteotecnia: maceración con agua

El cadáver se cubrió completamente con agua corriente fría, dentro de un recipiente con tapa hermética. Cada semana se reemplazó el agua, cuidando que no se perdieran elementos pequeños que se pudieran haber desprendido del resto del cuerpo.

1.2 Osteotecnia: uso de dermestidos

El ejemplar se dejó secar por dos semanas, se envolvió en papel estraza y se resguardó en un recipiente cerrado para impedir el acceso de otros insectos como moscas, que pudieran contaminarlo. Se preparó un “dermestario” consistente en una caja de plástico con tapa sellada dentro de la cual se acondicionó un espacio para la anidación de los escarabajos y otro en donde se depositó el cadáver seco. En la parte exterior del fondo de la caja, se colocó una plancha térmica de 30 cm de longitud. Finalmente, se sembró una colonia de aproximadamente 100 individuos (larvas y adultos) de *Dermes ater*, adquiridos con un proveedor particular.



Figura 1: Estadio larval de *Dermestes ater*.

Ambas osteotecnias fueron puestas en práctica al mismo tiempo, considerando para ambas, una duración de 45 días con revisiones semanales. Durante la revisión semanal, se observaron las complicaciones, el desarrollo, desarticulación de las piezas óseas y mantenimiento del ejemplar.

Transcurridos los 45 días de tratamiento para cada ejemplar, se procedió a desgrasar los elementos óseos, utilizando peróxido de hidrógeno (H_2O_2) a 11 volúmenes durante dos

semanas en recipientes cerrados. Se llevaron a cabo revisiones periódicas de la acción del peróxido sobre los huesos, retirando restos de cartílagos y músculos aún adheridos. Se cuidó la posible descalcificación de los huesos, especialmente de los más pequeños, mismos que fueron retirados para evitar su deterioro. La acción del peróxido, además, sirvió para el blanqueamiento de los elementos.

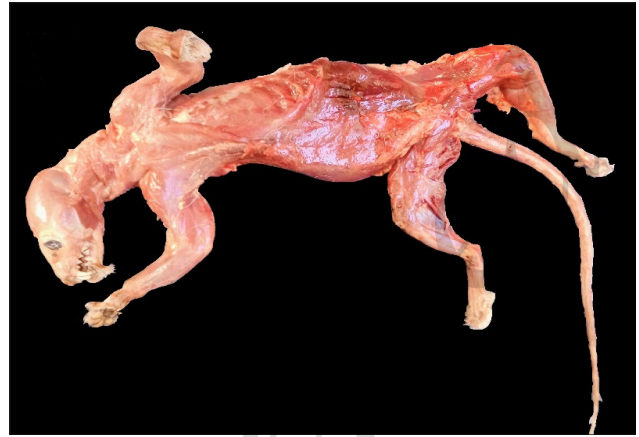


Figura 2: Ejemplar de *Bassariscus astutus* eviscerado y desollado.

Resultados

3.1 Maceración

El proceso fue lento y requirió de la acción mecánica con pinzas de disección y bisturí para retirar los restos de tejidos que se encontraban más adheridos a los huesos; sin embargo, los elementos perdieron mucha de la grasa que contenían, por lo que requirieron menor tiempo de exposición al peróxido de hidrógeno. Por otro lado, los elementos de algunas secciones del ejemplar (manos y pies) presentaron muy poca desarticulación mostrado en la siguiente Figura 3B.

3.2 Dermestario

Esta osteotecnia resultó ser más rápida, presentando alrededor de una semana de ventaja frente a la maceración, debido a factores como la temperatura a la que se encuentre la colonia de larvas y el tamaño de la misma (Sánchez, 2018). Se observó que, a mayor temperatura a la que se encuentre la colonia (alrededor de $30^{\circ}C$ o más), las larvas tienden a agruparse en las zonas más calientes y dejan de alimentarse del cadáver.

Sin embargo, el número de larvas disponibles es determinante en el tiempo en el que el cadáver se procesa. El ciclo de vida de *D. ater* es relativamente rápido: 30 días aproximadamente a temperatura media de $27^{\circ}C$ (Vidal y Bischoff de Alzuet, 1965).

Al término de los 45 días de exposición, nuestra colonia original de 100 individuos creció hasta alrededor de 500 larvas y adultos activos, por lo que el proceso puede verse acelerado conforme aumenta el número de individuos de *D. ater*.

Por último, la desarticulación del esqueleto fue casi total, debido a que las larvas son capaces de devorar ligamentos y tendones (Figura 3 A).

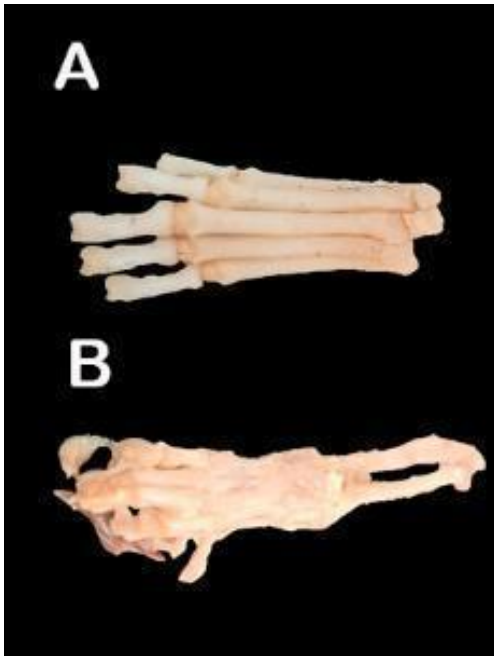


Figura 3: Comparación del resultado de ambas osteotecnias en las manos. A) Tratamiento con *D. ater*. Se observa la nula presencia de restos orgánicos que mantienen unidos los huesos, por lo que el desprendimiento de estos resulta ser sumamente fácil. B) Tratamiento con maceración con agua. La capacidad bacteriana de degradar los restos orgánicos es menor, por lo que gran parte de la extremidad se mantiene unida, se muestra inclusive presencia de garras del ejemplar tratado.

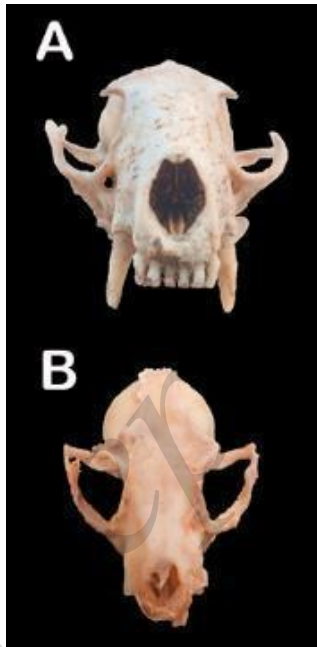


Figura 4: Comparación del resultado de ambas osteotecnias en el cráneo a mitad del tratamiento. A) Cráneo tratado con *D. ater*. Se muestra la presencia de piezas dentales como un canino y diferentes incisivos; a diferencia del resto del esqueleto, los dientes se mantienen en su posición original. B) Cráneo sometido a maceración con agua. Se observa la ausencia total de piezas dentales.

Posterior a la obtención de los sistemas óseos con mínimos restos de músculo, grasas y cartílago, se utilizó peróxido de hidrógeno (H_2O_2) a 11 volúmenes durante dos semanas para cada uno.

El ejemplar de la técnica de maceración presentó un avance considerable durante la primera semana, debido a que los huesos perdieron una muy buena cantidad de grasa durante el proceso. Por su parte, en el ejemplar tratado con derméstidos los resultados en el desgrasado fueron evidentes hasta la segunda semana de tratamiento (Figura 4).

Para ambos casos durante los últimos días de desgrasamiento, la coloración resultó ser similar, obteniéndose un blanco translúcido en la mayoría de los elementos (Figura 5); sin embargo, para los tratados con maceración, se notó una translucidez más notoria, debido a un ligero adelgazamiento de los huesos, resultado de la pérdida de calcio.

En los dos tratamientos se presentó desarticulación casi total de los huesos anteriormente articulados debido al tratamiento final con peróxido de hidrógeno.

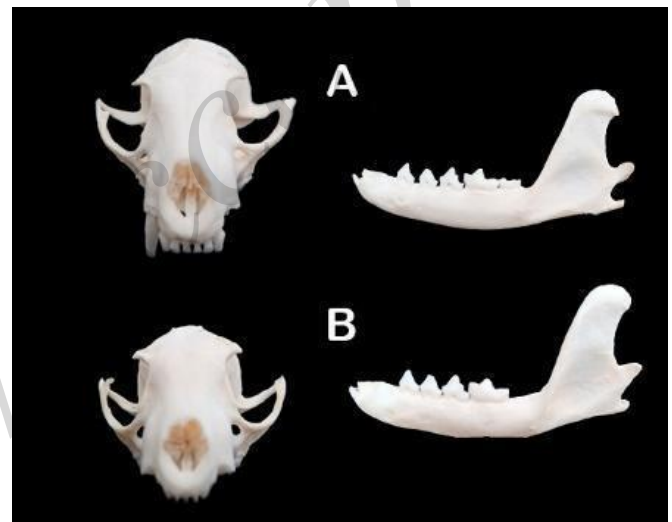


Figura 5: Comparación de los cráneos y mandíbulas al finalizar el proceso de desgrasamiento con H_2O_2 . A) Ejemplar tratado con *D. ater*. B) Ejemplar de la técnica de maceración con agua.

Ambos ejemplares fueron incorporados a la Osteoteca de Comparación del Museo de Paleontología del Área Académica de Biología, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, con los números de catálogo OCMP-097 y OCMP-098.

Conclusiones

Ambas osteotecnias presentan productos similares al estandarizar la metodología, sin embargo, las diferencias puntuales en las mismas durante su aplicación pueden resultar útiles para diferentes fines, por ejemplo; la naturaleza de la maceración con agua la hace sumamente accesible y barata, sin embargo, se requiere un mayor tiempo tanto en la aplicación de la misma para obtener mejores resultados, puesto que se requiere manipular los ejemplares constantemente para retirar los restos de músculos y diferentes tejidos que la maceración no pueda reiterar tan rápidamente.

Por su parte, los derméstidos actúan con mayor rapidez, siempre y cuando la colonia se mantenga de manera óptima.

Es evidente que, entre más grande es la colonia de larvas y adultos, más rápido consumen los restos del cadáver, pero a su vez requiere de una mayor inversión económica en la obtención y mantención de la colonia, la infraestructura requerida y el cuidado de la misma.

Finalmente, si se aplican correctamente y se monitorean los procesos de manera adecuada, con ambas técnicas se pueden obtener ejemplares de calidad que pueden ser empleados con fines de exhibición, docencia o investigación.

PROFEPA a la Colección Mastozoológica del Área Académica de Biología de la UAEH (Of. PFPA/20.3/8C.17.4/00048-23; Exp. PFPA/20.3/8C.17.4/00002-23), cuyo esqueleto forma parte del material acompañante de la piel y que fue tratado con derméstidos posteriormente al presente estudio, pero con un tamaño colonial de aproximadamente 6 veces el original, reduciendo el tiempo de la técnica a 14 días para casi la totalidad del ejemplar, mostrado en la Figura 6.

Referencias

- Ajayi A, Edjomariogwe O, Iselaiye O T, (2016). A Review of Bone Preparation Techniques for Anatomical Studies. *Malaya Journal of Biosciences*, 3(2):76-80
- Brito de Oliveira, M. (2018). Methods of maceration in the preparation of bat skulls: benefits and limitations. *Papeis Avulsos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de Sao Paulo*, v. 58. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2018.58.44>
- Cañete-Betancourt1, G., Sánchez-Pellitero, J. M. y Noda-Cuellar, L. (2014). Ensamblaje artesanal de un esqueleto canino mediante variantes de la osteotecnia. *REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(9):1-15
- Cole, F. J. (1975). *A history of comparative Anatomy. From Aristotle to the eighteenth century*. Dover Publications Inc., Nueva York.
- Guzmán-Pittman, R. A. (2020). Recuperación de osamentas de mamíferos marinos *Otaria byronia* (de Blainville, 1820): Osteotecnia. *Sagasreguiana*, 8(1): 1-16
- Habib, R. S. (2019). Local sheep skeleton preparation: development of a new preservation technique. *Journal of University of Duhok, Agriculture and Veterinary Sciences*, 22(2), 81-84
- Morales, C. y León, E. (2020). La osteotecnia como estrategia para la enseñanza de la anatomía comparada. *Educación en Contexto*, 6(11), 123-150
- Sánchez, J. (2018). Limpieza de partes óseas con derméstidos para su conservación como muestras biológicas. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 76(184): 61–82
- Villarroel Guerra, Mauricio Armando, & Troncoso Felipe, Nazareth Andrea. (2017). Combinación de Osteotecnia más Conservación de Músculos en Montaje Único de *Canis lupus familiaris*. *International Journal of Morphology*, 35(1), 351-356. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100055>

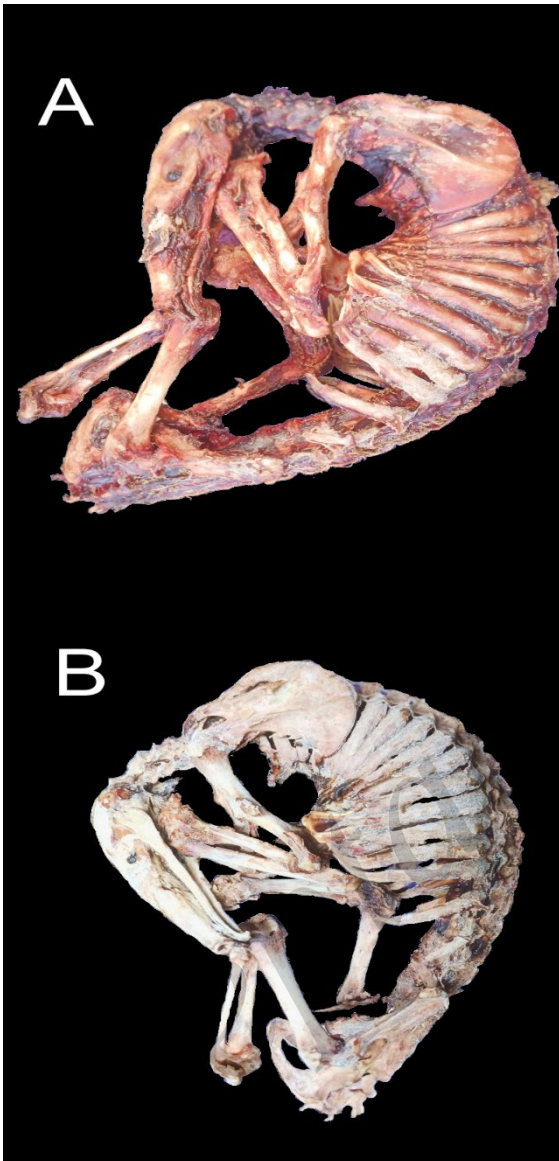


Figura 6: Ejemplar de *Tamandua sp.* A) El individuo al ingresarlo al dermestario; B) el cadáver 12 días posteriores al inicio de la técnica.

Apéndice A. Aplicación en otros ejemplares

Dado el aumento en el tamaño de la colonia utilizada, se espera reducir el tiempo necesario de aplicación de la técnica de derméstidos en tratamientos posteriores; ejemplo de ello es un ejemplar de *Tamandua mexicana* remitido por la