



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

OSTEOTECNICAS MACROSCOPICAS UTILIZADAS EN LOS
VERTEBRADOS (ESTUDIO RECAPITULATIVO)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

DAVID SILVA OLVERA



ASESOR: SANTIAGO AJA GUARDIOLA

MEXICO, D. F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mis Padres, porque gracias a su apoyo y consejos he llegado a realizar una de las metas más importantes en mi vida, la cual constituye la herencia más valiosa que me han dado.

A mi Papá Anastasio, a mi abuelito Juanito y mi padrino Manuel porque también ellos forman parte de mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Padre DIOS por ser mi salvación, esperanza y mi fe... nunca me has abandonado.

A mi Madre por su apoyo incondicional, cariño y paciencia.

También agradezco a Marco Juárez, Filiberto Ortega, Santiago Aja, Humberto Limón, Jimena Manrique, Alicia Blanco, Gilberto Pérez, Luisa Mainou, Diana Molatore, Kathia Perdigón, Francisco López, Antonio Horta, Sara Claudia.

Sin olvidar a Oscar Oliveros, Mario Pérez, Héctor Villaseñor y Fernando Iván Flores, porque cada uno de ellos puso un grano de arena para la elaboración de este trabajo.

Mamá, Papá y todos los que han creído en mí, de verdad... muchas gracias por esperar.

CONTENIDO

I RESUMEN.....	1
II INTRODUCCIÓN.....	2
III OBJETIVO	6
IV METODOLOGÍA.....	7
V OSTEOTÉCNICAS MACROSCÓPICAS	
Obtención de piezas óseas	9
Técnicas de Maceración física	10
Técnicas de Maceración química.....	19
Técnica de Maceración biológica	21
Técnicas de desengrasamiento	25
Técnicas de blanqueado	30
Conservación de piezas óseas	33
VI OTRAS TÉCNICAS UTILIZADAS PARA LA PRESERVACIÓN DE HUESOS.....	34
VII ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	39
VIII LITERATURA CITADA.....	43
IX ANEXOS	50

I. RESUMEN

SILVA OLVERA DAVID. Osteotécnicas macroscópicas utilizadas en los vertebrados (bajo la asesoría de: Santiago Aja Guardiola).

En el presente trabajo de revisión se presenta información con respecto a las osteotécnicas macroscópicas existentes utilizadas en los vertebrados, describiendo la metodología de las diferentes técnicas de preparación y preservación de piezas óseas, mencionando tiempos y sustancias empleadas en desarrollo de estas para obtener una correcta limpieza de huesos.

Se mencionan la ventajas y desventajas de algunas de las osteotécnicas tomando en cuenta el costo y la dificultad de ejecución de las mismas, finalmente se describen, dos protocolos uno empleado en la Escuela Nacional de Antropología e historia en y el otro departamento de morfología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

En conclusión el presente trabajo de revisión contribuye a la orientación en la realización de osteotécnicas útiles para profesionistas relacionados con las ciencias biológicas.

II. INTRODUCCIÓN

El estudio de la estructura anatómica de los organismos es el objeto fundamental de las ciencias morfológicas.^{1,2}

La Osteología es la rama de la Anatomía comparada dedicada al estudio del sistema óseo en los vertebrados,^{1,3,4,5} en las áreas relacionadas con esta, la enseñanza práctica por medio de la utilización de piezas óseas provenientes de los vertebrados constituye una base firme para la formación teórica y práctica de los estudiantes,^{6,7,8,9} para su posterior utilización en la clínica, zootecnia, radiología, cirugía, ortopedia y otras áreas que requieren el uso de material didáctico de origen biológico como los huesos para su mejor comprensión,^{10,11,12,13} ya que la preparación de piezas óseas, permite tener una visión detallada de los huesos, tanto en su forma como en su estructura, para poder apreciar sus características y comprender su función, la cual reside de acuerdo a la ubicación anatómica dentro del cuerpo y la especie en estudio, ya que las características anatómicas muestran puntos de osificación de su desarrollo, inserción de ligamentos de articulaciones, inserción y origen de tendones musculares, surcos que alojan vasos sanguíneos y que en conjunto con músculos y articulaciones conforman el aparato locomotor, por esta razón es imprescindible lograr una correcta obtención y conservación de la estructura ósea con la finalidad de estudiar adecuadamente sus características.^{1,5,6,12,13}

Las osteotécnicas se definen como las técnicas anatómicas de obtención y conservación de piezas óseas.^{13,14} Con el desarrollo de estas técnicas se obtiene

material óseo de gran valor científico y pedagógico,^{8,15,16,17} por lo que el conocimiento para una adecuada obtención y conservación anatómica del tejido óseo para su utilización como material anatómico comparativo, colección museográfica, representación artística, además de su aporte en la información biológica y cultural, está determinado por la variedad de procesos físicos, químicos y biológicos a los que este tejido se somete.^{18,19,20,21}

En cuanto a la realización de las osteotécnicas, se pueden realizar estudios en los huesos como fuente de información en diferentes áreas científicas,^{6,13,22}

entre los que sobresalen:

- Análisis osteométricos en los que se hace una medición de los huesos y a la comparación de los resultados de la medición con tablas preestablecidas con las que puede determinarse la talla, especie, entre otros datos.^{20,22,23}
- Interpretación de la Anatomía radiográfica, para la reconstrucción de fracturas o poner implantes ortopédicos.^{6,13,14}
- Estudio de la Anatomía comparada por la diferencia morfológica de los huesos en las diferentes especies.^{1,3,4,5}
- La capacidad de poder interpretar las radiografías de los huesos en procesos de osificación secundaria normal en los vertebrados.^{6,12,13,14,}
- Identificación del dimorfismo sexual, mediante la observación de las diferencias anatómicas que existen en los huesos entre machos y hembras.^{20,21,23}

- Laterización: En los huesos pares, se distingue cual corresponde al lado derecho y cual al lado izquierdo por la forma, curvaturas y la posición de orificios en los que se insertan vasos sanguíneos.^{12,13,14}
- Presencia de lesiones y traumatismos en los huesos, los cuales tienen repercusión directa en los huesos quedando marcas, deformaciones y anomalías que es posible caracterizar e identificar.^{20,21,24,25,}
- Presencia de huesos supernumerarios en las falanges de los miembros torácicos y pelvianos.^{14,20,22}
- Identificación de la edad en las diferentes especies.^{6,13,23}
- Determinación de la hora de la muerte en las diferentes especies por el grado de esqueletización; entre otros estudios.^{26,27,28,29,30,31}

En los laboratorios de Zoología y Anatomía se han visto buenos resultados con la realización de osteotécnicas macroscópicas porque los huesos se conservan secos con el color, volumen y forma aproximada a lo natural, no presentan ningún resto de materia orgánica que les den un mal aspecto y le confieran un olor desagradable, comodidad del manejo manual y resistencia al tacto directo, asimismo proporcionando un adecuado mantenimiento a las piezas óseas se conservan por tiempo ilimitado.^{13, 32,33,34}

La descripción de las técnicas anatómicas se remonta a la época de los egipcios con el embalsamamiento de cadáveres ya que en un principio se buscaba la apariencia natural de los especímenes como principal característica.^{35,36,37}

El estudio de la Osteología comenzó en el siglo XIV por Mondini, pero, en rigor, no fue sino hasta el siglo XVI cuando dichos estudios alcanzaron la perfección debida. Los médicos antiguos se ejercitaban en huesos de animales, aunque cuatro siglos antes de la era cristiana iniciaron la disección de cadáveres algunos médicos griegos como Herofilo y Erasítrato.^{3,4,10} El esqueleto humano arreglado para su estudio no fue conocido sino hasta el segundo siglo de la era actual en la Escuela de Alejandría, a donde concurrían los médicos de todos los países civilizados de aquella época para admirar esqueletos preparados defectuosamente. Tan deficientes eran en los tiempos antiguos los esqueletos, que el mismo Galeno se sirvió de huesos de animales para el estudio de la Osteología.^{3,11,38}

En 1673, Simón Paulli, médico danés, preparó esqueletos sometiéndolos a la acción de la intemperie (viento, lluvia, nieve y rayos solares) sobre el techo de su casa, durante algunas semanas, hasta que se desprendían sus partes blandas. Posteriormente los cubría de arena para lograr, según él, la absorción de la grasa y de la médula. Más tarde, el mismo médico propuso la maceración en agua tibia por algunos días y la acción subsiguiente, durante 10 ó 12 meses, de un baño de lejía de sosa, cal viva, alumbre y cenizas de madera.³

Por lo anteriormente expuesto, se propone el presente trabajo de revisión que puede ser empleado como una guía útil en el desarrollo de las osteotécnicas de importancia en investigación y docencia, de diversas disciplinas medico biológicas.

III. OBJETIVO

Revisar literatura existente sobre las osteotécnicas macroscópicas útiles para el adecuado aprovechamiento de cada espécimen.

IV. METODOLOGÍA.

La búsqueda de información para la realización de este trabajo, se llevó a cabo a través de literatura como: libros, tesis, revistas científicas.

Se otorgó especial énfasis en la revisión de revistas científicas tales como: Anatomía-Histología -Embriología, Anatomy and Embriology, American Journal of Anatomy, Journal of Anatomy, Anatomical Record, Journal of Animal Morphology and Physiology, Journal of Animal Science, Journal Mammalogy, Wildlife Biology, Lancet, Nature, Journal of Archaeological Science, Journal of Cultural Heritage. También se incluyeron documentos como: Memorias de Congresos, bancos informáticos como AGRIS, BIOMEDRET, y se tomaron en cuenta modificaciones directas de las técnicas efectuadas por médicos cirujanos, médicos veterinarios zootecnistas, biólogos, arqueólogos, antropólogos, restauradores y técnicos involucrados directamente en el desarrollo de estas técnicas.

Los documentos se obtuvieron a partir de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la UNAM, Biblioteca del Instituto de Biología de la UNAM, Biblioteca de la Facultad de Medicina de la UNAM, Biblioteca, Hemeroteca y el Banco de Información de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, Biblioteca de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, Biblioteca del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, Biblioteca de la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH), Biblioteca de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete".

Se tomaron en cuenta documentos publicados de 1980 a la fecha, sin embargo referencias con respecto al tema de algunos años anteriores también fueron incluidas.

Una vez que la información obtenida fue revisada y analizada se procedió a su organización y clasificación de acuerdo a las diferentes técnicas utilizadas para la limpieza de huesos; con base al temario previamente establecido.

V. OSTEOTÉCNICAS MACROSCÓPICAS

OBTENCIÓN DE PIEZAS OSEAS

La obtención de piezas óseas consiste en la colecta de éstas en los cementerios, excavaciones arqueológicas, cavernas, mataderos, laboratorios, zoológicos y demás sitios donde pueda encontrarse, según la especie que se trate.^{5,24} La colecta debe ser hecha con cuidado para no dañar las piezas ó inutilizar los elementos que componen éstas. (Figura 1)^{7,14,20,21,26,39,,40,41}

También se pueden obtener las piezas privándolas de las partes blandas y dejar sólo las duras, que son las que producen en ellos los caracteres de volumen y forma.^{32,34,37,42.}

Con un cuchillo, bisturí y pinzas se quitan las partes, músculos especialmente, hasta dejarlos descarnados. (Figura 2) Se sumerge las piezas en un recipiente bañándolas en agua limpia y de renovación diaria, teniendo cuidado de que los huesos no queden dispersos. Cuando las fibras musculares, ligamentos y discos intervertebrales se desprendan fácilmente, se lavarán las piezas con abundante agua limpia, quitando los últimos restos de tejidos blandos, con cuchillos o raspadores, poniéndolos después a secar.^{9,10,11,15,38}

TÉCNICAS DE MACERACIÓN FÍSICA

Descarnamiento: se hace dividiendo el cuerpo en grandes segmentos mediante desarticulación cuidadosa de dos vértebras cervicales para la cabeza de dos vértebras lumbares para separar la pelvis y de las articulaciones grandes de las extremidades para separar la pelvis y de las articulaciones grandes de las extremidades para aislar los segmentos de éstas.^{7,11,38,43} Después de ello se procede a descarnar groseramente las distintas piezas aisladas, cuidando de quitar toda la mayor cantidad posible de partes blandas con el cuchillo, pero sin llegar a tocar con este la superficie de los huesos.^{7,11,38} En el tronco se extraerán las vísceras y se seccionarán los cartílagos costales en la parte más próxima a su continuidad con las costillas, con objeto de macerar apartes el esternón con los cartílagos costales, o bien para tomar un molde de los mismos que sirva después para la reproducción artificial de dichos cartílagos, en cuyo caso el esternón podrá macerarse con las demás pinzas esqueléticas.^{7,11,38}

En la cabeza convendrá vaciar la boca, cuidando de recoger el hioides al extraer la lengua; También convendrá vaciar las órbitas, es conveniente el vaciamiento de la caja craneana, extrayendo la masa encefálica por el agujero occipital con un pequeño cazo, desarticulando primero el atlas.⁷

Es conveniente completar esta parte de la operación con lavados del interior de los huesos largos mediante un fuerte chorro de agua corriente, al cual

se le dará entrada y salida a favor de perforaciones en las extremidades, a las cuales pueda adaptarse una cánula para la entrada del líquido.^{7,11,38}

Para la obtención de los huesos del cráneo se utilizan dos procedimientos:

• **Procedimiento de las semillas:** Este método consiste en llenar la caja craneana de granos de cebada u otras semillas procurando que la repleción sea completa y obturando con un tapón el agujero occipital, se envuelve después el cráneo con varias vueltas de tela, regularmente apretadas dirigidas en varios sentidos y se sumerge en vasijas llena de agua y se mantiene en ella durante dos o tres días; las semillas se inflaman por la acción del agua y por la germinación que la humedad produce en ellas y el aumento de volumen experimentado somete los huesos de la caja craneana a fuerte presión excéntrica, que los desplaza desuniendo las suturas; cuando esta desunión es suficiente se extrae el cráneo del agua, se vacía la cavidad craneana, desenvolviendo la tela que lo cubre y se termina la separación de los huesos.^{7,14}

• **Procedimiento manual:** La desarticulación manual que se obtiene mediante maniobras mecánicas y aisladas sobre cada hueso.⁷ Por ello se comienzan introduciendo el cráneo en agua durante 2 o 3 días para que se ablanden los huesos y una vez que este resultado se ha obtenido se toma un vástago de madera de forma cilíndrica de extremidades redondeadas de grosor suficiente para que quepa por el agujero occipital holgadamente, sin perder resistencia y de una longitud de acuerdo al tamaño del espécimen.⁷ Se introduce dicho vástago

por el agujero occipital hasta que toque uno de sus extremos en el centro de la sutura biparietal y se hace descender el conjunto sobre un plano resistente de manera que el extremo libre del vástago sufra golpes no demasiados violentos, para que provoque el desplazamiento de los dos parietales o uno de ellos.^{7,38}

Cuando la separación de estos huesos es suficiente para poder introducir en ella uno o dos dedos, envueltos con un guante o con un trapo, se sujeta con una mano todo el cráneo y con la otra se procura liberar del todo uno de los dos parietales, imprimiéndole movimientos en todos sentidos y separándole en sus suturas con cuidado, sobre todo al tratar de desarticular el ángulo antero-inferior, que es el más afilado y frágil.^{7,11,38} Después de esto y con el mismo palo introducido ahora por el espacio que dejó libre el parietal separado, se golpean las suturas fronto-parietal y parieto-occipital del lado opuesto, terminando con la mano la separación del otro parietal.^{7,11,38} A continuación y tomando fuertemente los dos temporales, cada uno con una mano, mientras un ayudante trata de tirar en sentido opuesto del frontal y del occipital, se movilizan dichos temporales imprimiéndoles tracciones en todos los sentidos hasta llegar a extraerles de donde están enclavados.^{7,11,38} Los huesos nasales se separan desplazándolos hacia arriba y hacia fuera, con presiones ejercidas mediante una pinza en su extremidad inferior.^{7,11,38}

Con un punzón fuerte se comienza luego a abrir las suturas que unen el hueso maxilar con el del lado opuesto y con los demás huesos vecinos, siendo la más difícil de atacar la que le sujeta al palatino, por lo cual será conveniente desprender este hueso unido al anterior después de soltarle con cuidado de sus uniones con el del lado opuesto, con la apófisis. (Figura 3)⁷

La maceración es el procedimiento mediante el cual se mantiene sumergida alguna sustancia sólida en líquido a temperatura ambiente con el fin de ablandarla o extraer de ella las partes solubles.^{10,14,34}

• **Putrefacción en tierra.** Cuando se trata de emplear esta técnica se entierran las piezas, ya descarnadas, en cajones grandes, que puedan clavarse, y en los cuales se mantienen por espacio de un año, al terminar la putrefacción ha sido ordinariamente completa, entonces se extraen los huesos con gran cuidado para no deteriorarlos y pasando la tierra por un tamiz de malla muy estrecha para recoger las piezas pequeñas, que de otra manera pudieran perderse.^{7,8,14} Una vez la putrefacción terminada, se limpian los huesos de los restos de tierra que quedan adheridos a su superficie, cepillándolos con cepillos de cerdas suaves.^{7,8,14}

• **Maceración al aire.** Se encierran en recipientes los huesos tapándolos herméticamente, con alguna cantidad de agua que le dé humedad al proceso de maceración, no obstante se comienza por dividir y descarnarse el espécimen cuanto sea posible. Si la temperatura es apropiada al cabo de un mes o mes y medio, al término de cuyo período se extraen los huesos y se limpian con cepillos utilizando una solución jabonosa.^{7,8,14}

• **Maceración en aire húmedo.** Consiste en introducir el cadáver sin descarnar, en un tambo de forma que solo se bañe menos de la mitad. Se cierra muy bien el

recipiente, se le aplica el dispositivo de barboteo de gases. A los tres meses se sacan los huesos.^{7,8,14}

Adicionalmente Hildebrand,¹⁰ recomienda una maceración controlada que consiste en llenar un recipiente de agua, colocando el espécimen dentro de este, se deja a temperatura del cuarto durante 6 a 8 días, se cambia mínimo una vez el agua durante este periodo. Posteriormente se enjuegan los huesos y cepillan cuidadosamente con cepillo de cerdas suaves para quitar el contenido de tejido.¹⁰

• **Maceración en agua.** En esta operación se usa el intercambio frecuente de agua en la cual se encuentran los huesos sumergidos.^{40,44,45,46,47}

Una vez descarnado el cadáver, se mete en recipientes llenos de agua que se han de cambiar cada 4 o 5 días para conseguir un ablandamiento de las partes no óseas. Esta operación se repite por espacio de dos meses,^{7,8,14} se recomienda que el agua no contenga sales, además de actuar en algunas ocasiones como conservadores, forman depósitos calcáreos o adiposina (especie de jabón soluble) que retarde impide la limpieza de los huesos.⁸

La temperatura óptima oscila entre los 30 y 40°C, aún cuando un aumento de la temperatura acorte el tiempo de maceración.^{7,8}

Si se cambia con frecuencia el agua se efectúa una adecuada maceración, más si no se cambia se forma una nata que se pega a los huesos y hace difícil su limpieza.^{44,45,46} Lo mejor es cada 20 días, eliminar mecánicamente la nata y a los dos meses sacar los huesos, limpiarlos y nuevamente depositarlos en los recipientes un mes más, posteriormente se lavan con agua caliente.^{8,10}

Es importante señalar que se deben colocar en departamentos especiales o bien en bolsas de tela blancas los huesos de manos y pies, para que no se pierdan ni confundan.^{6,13,14} Los recipientes deberán ser de distinto tamaño, según se quiera preparar diferentes grupos de huesos, solo que sean impermeables y no tiñan ni manchen los huesos que hayan de contener;^{13,14} los más recomendables son los de cristal, hierro esmaltado y barro vidriado.⁷

Es conveniente que el recipiente en que hayan de colocarse los huesos tengan un doble fondo, constituido por el del recipiente más un enrejado metálico colocado a alguna altura por encima de aquel y sobre el cual descansen los huesos. Los recipientes se llenan de agua hasta un nivel en que queden los huesos completamente cubiertos y sumergidos en el líquido.⁷

La temperatura que se debe de mantener es de 15-40°C, las temperaturas demasiado bajas retardan la putrefacción.^{7,40,44,46}

El agua de los recipientes deberá renovarse varias veces durante la maceración, en el agua detenida durante mucho tiempo, la putrefacción se verifica con gran rapidez, en ellas se pueden germinar algas y huevos de insectos y como además la grasa que queda libre permanece también en contacto con los huesos, pueden mancharse por esto.^{7,46,47} Cuando el agua se renueva con gran frecuencia, los huesos que resultan son de gran blancura, pero, en cambio la operación se retrasa demasiado.^{7,8} También recomienda macerar durante 8 días sin renovar el agua y luego debe seguir la operación en agua corriente hasta el final de la misma, con lo cual el proceso resulta largo, pero sin peligro de desprendimiento de gases nocivos para la salud.^{7,8,10,44}

• **Maceración en agua caliente.** Esta técnica fue preconizada por Vesalio (1559) y también por Berengar y Massa (1536), Columbus (1559) Jean Rioloano (1649), Lyser (1791), Lacchi (1902), Waldeyer (1907) entre otros.^{10,14} Luego aparecieron los aparatos y mecanismos sofisticados para la maceración en agua caliente, Mechanick (1926) ideó un hidrotermostato, Pick (1927) describió otro nuevo aparato, y los técnicos ingleses Sashin y Riemer (1932) también diseñaron técnicas de maceración.^{10,14}

Adolfo Vela describe que se quita la piel y se descarna el espécimen lo más posible, colocando cada parte (cabeza, manos, pies) en forma individual en bolsas de tela (tipo mosquitera) y de plástico para que no se mezclen los huesos en diferentes miembros y de esta manera no se confundan.^{6,13}

Se ponen los huesos y las bolsas individualmente en un recipiente y se le agrega agua suficiente hasta que cubra totalmente los huesos, se tapa el recipiente, cuidando que el cierre no quede hermético para que escape el vapor de agua,^{6,13,14} calentar a 100°C por 14 horas, considerando que los huesos queden cubiertos totalmente por el agua.^{6,13,14}

Posteriormente se dejan enfriar por el tiempo que sea necesario, esto sin decantar el agua y sacar los huesos del recipiente,^{6,13,14} ya que esté totalmente frío, se quita toda la grasa sobrenadante, sin sacar ni exponer los huesos cuidando que estos no toquen la grasa, luego se sacan los huesos y se vuelven a descarnar lo más posible,^{6,13,14} luego se hacen uno o varios agujeros con taladro en las 2 epífisis de los huesos largos hasta llegar a la cavidad medular (cuidando que las perforaciones no queden en las superficies articulares) posteriormente se

sopletean con aire comprimido así mismo las superficies exteriores de los huesos.^{3,6,10,13,14}

En el caso de los cráneos se saca el encéfalo y se baña con agua a presión; realizando este mismo procedimiento en la cavidad nasal,^{7,13} finalmente se lavan los huesos con agua y un cepillo de cerdas suaves.^{6,13,14}

Datos similares fueron descritos por Grigern,¹⁵ quien menciona que el cadáver se descarna, posteriormente se coloca en una cacerola bien cubierto de agua para poder hervirlo durante 10 horas;¹⁵ se procura durante la cocción ir eliminando la capa de grasa que sobrenada en las primeras horas añadiendo agua para corregir la merma natural por evaporación.^{7,8} Conviene siempre que se vean sobrenadar, eliminar los trozos blandos con un cazo, se enfrían las piezas y se lavan, por último frotar con un cepillo de cerdas duras.^{7,8}

• ***Maceración utilizando vapor de agua:*** La técnica consiste en la cocción de los huesos en vapor de agua, en grandes tinas, herméticas cerradas, a cuyo interior se hace llegar vapor de agua a presión, el cual disocia las partes blandas y funde la grasa, que se deposita en la parte inferior del recipiente.⁷ El procedimiento requiere instalaciones costosas, puesto que hacen falta calderas especiales que puedan cerrarse herméticamente y resistir presiones y además se necesita disponer de un regenerador de vapor de alguna potencia.^{7,8,14}

Rafael Martín menciona que la maceración de huesos por cocción en vapor de agua es el procedimiento mejor que todos aunque costoso en su instalación,⁸

estando descarnado todo el esqueleto, se coloca en tinas de plástico llenas de agua, que se mantiene caliente y agitada por un chorro de vapor de agua muy caliente y que barbotea desde el fondo.⁸

A las diez horas se sacan los huesos, se lavan y mecánicamente se les desprenden los restos que aun tengan.⁸

Posteriormente se introducen los huesos en un recipiente de hierro galvanizado y durante diez horas se mantienen sometidos a presión constante de vapor de agua muy caliente que constantemente entra y sale.⁸

TÉCNICAS DE MACERACIÓN QUÍMICA

Para realizar esta maceración se emplea desde jabón detergente, hipoclorito de sodio, amoníaco, fosfato disódico, "antiformina", hasta el uso de perborato de sodio, cloruro de sodio o hidróxido de potasio como únicos elementos.^{14,48,49}

Una vez descarnado el espécimen se coloca en un recipiente con agua en abundancia, se hierve durante 8 o 10 horas, posteriormente se añade al líquido antes de terminar la cocción una parte de carbonato sódico o potásico por cada 100 partes de agua y dejar cocer los huesos una hora más en esta lejía. Después que este haya sido hecho con minuciosidad, conviene dejar los huesos en agua fría para que se maceren 48 horas.⁷

Martín Roldán recomienda una maceración química que se basa en la acción profunda y rápida de una parte de potasa cáustica en 8 partes de agua.⁸

Adicionalmente Quiroz menciona que en la maceración química,³ se ponen los huesos en una solución saturada de cloruro de cal, ó bien se sumergen durante 10 ó 12 horas en peróxido de hidrógeno al 50%.³ Posteriormente son trasladados a una solución de cal común donde permanecen durante 10 ó 15 días.³ Para abreviar el tiempo en esta técnica, se perforan las epifisis y aun las metafisis de los huesos largos, haciéndoles pequeños orificios,^{3,10,13,14} posteriormente durante una semana se introducen en agua con cloruro cálcico, para lo cual se ponen en agua trozos de cal viva, removiéndose constantemente, aunque después se precipite gran parte de la sal cálcica. Esta solución se renovará cada 2 ó 3 días.³

Aunque para la maceración química de huesos se emplea una solución de amoníaco y agua al 10%, en esta técnica las piezas óseas de un solo ejemplar se

hierven en la solución mencionada durante 20 minutos aproximadamente.³ Al terminar el tratamiento con amoniaco, los huesos deberá enjuagarse con agua corriente sobre un tamiz de malla fina para evitar la pérdida de huesos pequeños o de dientes. En el caso de cráneos pequeños se utilizan jeringas desechables de diferentes dimensiones para inyectar el agua.^{32,33,34}

Maceración química utilizada en huesos de peces: Los huesos descarnados se hierven en un litro de agua y 100 gramos de carbonato de amonio. La operación dura hasta que las partes blandas se desprenden con facilidad. Luego se lavan en una tina con agua corriente en cantidad, para terminar deshidratándolos con alcohol y finalmente se dejan secar.¹⁴

Maceración con digestión de tejidos: Son usadas con frecuencia en fetos humanos y en animales de pequeño porte y talla.^{10,14} Son empleadas la tripsina y pancreatina con el bicarbonato de sodio, como lo señala Hildebrand.¹⁰ Se quita la piel y eviscera el espécimen, se incuba a 37°C en una solución de 1% de tripsina en 0.5% de carbonato sódico. Los tejidos son completamente digeridos en 2 días, pasando este periodo del proceso se enjuagan.^{10,11,14}

También esta maceración se utiliza pancreatina, quitando la piel y eviscerando el espécimen completamente, se sumerge en una solución de 1 gr de sulfato de sodio y 2 gr de pancreatina en 1 litro de agua o en 2 litros de solución salina fisiológica (SSF) ó a una concentración de 0.90% de cloruro de sodio en agua destilada para mamíferos, 0.15% para pájaros y reptiles y 0.65% para los anfibios posteriormente se hace cocer a fuego lento.^{10,11,12,14}

MACERACIÓN BIOLÓGICA

Entre los organismos utilizados en este método se encuentran isópodos, decápodos, palomillas de la ropa, tenebrios y derméstidos, estos últimos con mejores resultados.^{50,51,52,53,54,55} Los derméstidos pertenecen al Orden Coleoptera, a la familia Dermestidae y la especie *Dermestes maculatus*.^{16,33} Esta es la que se utiliza con mayor frecuencia;^{16,33} La hembra adulta de esta especie deposita un promedio de 4 o 5 huevos diarios y durante toda su vida reproductiva puede llegar a producir 500 huevos.^{16,33}

Estos coleópteros se alimentan de materia orgánica en descomposición, principalmente de músculos y cartílagos de cadáveres de vertebrados, pero también consumen pieles, papel y madera.^{16,33,53,54,55} Las lavas de estos organismos son las más voraces y por lo tanto las que más pueden limpiar los huesos por esta razón es conveniente tener un número grande de ellas. (Figura 4)^{16,33,53}

Los derméstidos se pueden coleccionar en cualquier cadáver animal que se localice al aire libre.^{33,50,52}

Por esta razón el dermestario debe instalarse en un local cerrado, con puerta de cierre hermético y lo más alejado posible de las colecciones, herbarios,

bibliotecas, archivos, laboratorios u oficinas para evitar una posible plaga en estos lugares. (Figura 5) ^{10,18,33}

Para la formación y mantenimiento de la colonia se recomienda usar cajas de fibra de vidrio, aluminio o cualquier otro depósito que garantice medidas extremas de seguridad para evitar la fuga de larvas y adultos. ^{18,33}

En el caso de esqueletos completos de mamíferos pequeños, es conveniente colocar el cuerpo del animal en postura fetal y enrollarlo con hilo de algodón cuando se lleva al dermestario; los cuerpos se colocan en el empaque de manera alterada, pero dejando además un par de huecos entre ellos; los esqueletos medianos o grandes deberán colocarse en cajas separadas. ^{18,33,53}

El colocar una capa de algodón sobre los cadáveres también evita que al moverse los coleópteros se mezclen los huesos, además de crear sitios adecuados para la puesta de huevecillos y para el desarrollo de las pupas. ^{18,54}

Entre otros factores abióticos, la temperatura es un factor determinante en la supervivencia de los derméstidos y un rango de 22° C a 32°C ha probado ser adecuado en el dermestario. ^{18,33} La manera más económica de para mantener esa temperatura es colocar una instalación eléctrica en las paredes del local. ^{18,33,55}

La humedad es otro factor de supervivencia de los derméstidos, se aconseja colocar pliegos de papel grueso y absorbente dentro de la caja y sobre la colonia. Es necesario rociar el papel con agua en forma frecuente, pero teniendo cuidado

de no exagerar, pues la humedad alta propicia la invasión de hongos sobre los ejemplares que se tornan poco apetecibles para los derméstidos.^{18,33}

Se recomienda eviscerar los organismos por completo y descarnar los huesos lo mejor posible.^{10,14,33} Una vez que se hace esto, se dejan secar los restos en una campana de extracción con el objeto de evitar olores desagradables, evaporaciones tóxicas y el contacto con moscas y otros insectos.³³ Si la contaminación por mohos es severa, el material debe ser sometido a lavado y tallado.¹⁸ Posteriormente se deja secar para incorporarlo de nuevo al dermestario.^{18,33}

El material muy seco o momificado se recomienda remojarlo en extracto de carne de res o barnizarlo con grasa animal.¹⁸

Cualquier material que se haya fijado con formol o alcohol debe remojarse en agua durante 24 ó 48 horas.³³ Después de este lapso se lo baña en extracto de carne, se deja secar y se introduce al dermestario.^{18,33} Si los derméstidos rechazan el material, entonces se lo remoja en grasa de tocino y se le reintroduce a la colonia.³³

Es recomendable revisar la colonia cada dos meses para comprobar la cantidad de carne accesible a los derméstidos.³³

Una vez que los derméstidos han limpiado el material óseo, se procura retirar con pinzas de disección y con un pincel humedecido en agua el mayor número de los que pudiese permanecer aún entre los huesos.^{18,33} Terminada esta operación, se

depositan los huesos de cada ejemplar por separado en envases de vidrio o en cajas de cartón,^{18,33} una vez en el laboratorio y con el objeto de eliminar las larvas y adultos de derméstidos que quedaran aún entre los huesos, se somete el material a congelación o a una limpieza de tipo químico.¹⁸ En el primer caso, se mantienen los restos en sus envases tapados dentro de un refrigerador a 2° o 4°C durante 72 horas.³³ En el segundo caso, se trasladan los huesos, en sus respectivos envases de vidrio de tamaño adecuado y se les agrega una solución de amoníaco y agua al 40 o 50% hasta cubrirlos.³³ Se mantienen ahí durante 24 horas para después enjuagarlos en forma individual con agua corriente.^{18,33} Para evitar la pérdida de elementos de tamaño pequeño, todo el enjuagado se hace sobre un tamiz fino.³³

TÉCNICAS DE DESENGRASAMIENTO

Estas técnicas consisten en extraer el tejido adiposo interno la cual permite conservar la estructura de las piezas óseas.^{6,9,13,14,49}

Se sumergen los huesos en agua oxigenada de 35 volúmenes con el fin de desengrasarlos durante 72 horas, realizando cambios de agua oxigenada cada 24 horas.^{13,14} Estos tiempos varían según el tamaño de la pieza que está trabajando y de la cantidad de grasa presente en ella.^{13,14}

Por otro lado Quiroz menciona que se sumergen los huesos en agua y detergente dejándolos en esta solución durante 24 horas,³ dependiendo este y otros procesos del tiempo, calidad y estado del hueso, al día siguiente se enjuagan con abundante agua corriente para eliminar por completo el detergente;³ se introducen en otra solución a partir de agua y lejía al 10%, entre dos y tres horas;³ finalmente se enjuagan con agua corriente y se hace una segunda inspección para que no queden restos adheridos, empleando cepillo y estropajo que no deteriore la superficie externa.³

Cabe mencionar que Mezquita indica que en este proceso se utilizan sustancias absorbentes de grasa como el barro, creta, talco,⁷ también pueden hervirse los huesos durante una o dos horas en una solución jabonosa que disuelva la grasa o puede provocarse en la formación de jabones solubles,^{4,7,12,14,48,49} macerándolos en lejías débiles de cal, potasa o sosa, durante algunos días o hirviéndolos en

dichos líquidos por espacio de un cuarto de hora; en este caso se debe vigilar con detenimiento la operación, para suspender en el momento en que comiencen a alterarse las superficies de los huesos.⁷

Spence al igual que Aja y Vela menciona que se deben taladrar los huesos en el centro de la cabeza, para drenar el canal medular, posteriormente se lavan los huesos con agua corriente durante 48 horas.^{13,14,38} Debe tomarse en cuenta que los huesos de los carpos y tarsos deben congregarse en bolsas individuales para evitar pérdidas o confusiones y facilitar su ordenamiento.^{13,14,38} Se sumergen los huesos en tricloroetileno o tetracloruro de carbono durante 12 horas, esto para quitar los rastros de grasa, especialmente en cuerpos que han sido embalsamados o fijados con formol.^{38,49}

Santiago Aja indica que para desengrasar piezas óseas, se realizan técnicas desde relativamente sencillas, hasta muy sofisticadas como colocar los huesos en agua albuminosa por 15 días, también utilizar agua de cal, hidróxido de sodio o potasio o utilizar benzina, tricloroetileno y también se utilizan xilol, benzol, éter entre otros.¹⁴

Hildebrand recomienda emplear sustancias como la trementina, tetracloruro de carbono y el cloruro de metileno.¹⁰

En el Congreso Mundial de Anatomía de 1980 se menciona que se puede desarrollar una técnica que comprende las bases de todas las anteriores, a un bajo costo, con facilidad del manejo durante el proceso, totalmente inocua para la formación de gases tóxicos y además de proceso reducido y poco tiempo.¹⁴

Para comenzar, se colocaron las piezas que se vayan a trabajar en recipientes apropiados para someterlos a ebullición en agua potable, con

detergente comercial (150grs. por cada 10lts. de agua aproximadamente) Empleándose barriles metálicos de uso industrial con capacidad de 200 a 300 litros.^{13,14}

Cuando ocurre la ebullición se recoge el sobrenadante eliminándolo de la superficie, se dejan en ebullición controlada visualmente hasta no existir sobrenadante, para obtener piezas limpias, sin grasa se recomienda hacer pequeñas perforaciones en los huesos muy grasosos así como en el caso de hembras.¹⁴ Se deja enfriar el agua, extrayéndose las piezas y dejándolas secar al ambiente, en ventanas y balcones donde puedan observarse.^{13,14} El mejor método de vigilar si el proceso está siendo correcto, es ir sacando las muestras cada determinado tiempo para controlar muy de cerca el buen éxito de la técnica.^{13,14}

También se lava el interior de los huesos excedidos de grasa, haciendo perforaciones en puntos de su superficies, distantes entre sí todo lo que permitan las dimensiones del hueso, introduciendo en ellos una cánula e inyectando a beneficio de ésta y de una jeringa agua jabonosa, alcohol, éter, esencia de trementina o cualquier otro disolvente de las grasas.⁷

El procedimiento más seguro y eficaz para desengrasar huesos consiste en someterlos a la acción de hipoclorito cálcico, dentro de aparatos especiales, para favorecer su acción mediante el calor y la presión.⁷ Estos aparatos consisten esencialmente en un depósito esférico, donde se coloca el líquido disolvente y en comunicación mediante un tubo central y varios laterales, con otro depósito cilíndrico en su contorno y de fondo cónico,⁷ situado tal depósito encima del anterior y en el cual se colocan los huesos que se desee desengrasar; cerrando herméticamente el aparato,⁷ se coloca un foco calorífico debajo del depósito

inferior donde está el líquido disolvente,⁷ éste se evapora pasa al depósito de encima por las comunicaciones laterales,⁷ y como el aparato está herméticamente cerrado, en su interior se produce una presión,⁷ regulable por un manómetro y una válvula de seguridad que van situados en la tapa;⁷ esta presión es suficiente para que el vapor líquido de que se trate ya sea de alcohol, bencina, éter, esencia de trementina, etcétera empape los huesos, se disuelve las grasas existentes en su interior y éstas salen a través de su superficie para caer en el fondo cónico de la vasija, donde los huesos están encerrados y desde ahí pasan al depósito inferior del aparato por la comunicación central, situada entre las dos partes del mismo; las partes condensadas del vapor disolvente, a consecuencia de la menor temperatura del depósito superior, también caen al de debajo, donde vuelven a evaporarse, estableciéndose un círculo de evaporación y condensación que permite alargar la operación cuanto sea necesario, si ninguna pérdida de líquido disolvente, el cual por esta circunstancia puede emplearse cuantas veces sea preciso.⁷ Este procedimiento de desengrasamiento exige gasto en instalación, pero barato en consumo de líquidos disolventes, los huesos así tendrán una blancura y buen aspecto.⁷

Por otro lado Martín Roldán,⁸ describe su técnica de desengrasamiento de la siguiente manera:

- a) **Lejía débil:** Verter sobre 100 partes de agua 4 partes de sosa y una parte de cal apagada. Decantar y en esa agua meter los huesos de 8 a 15 días hasta que se pongan blanquecinos. En este momento se somete al calor hasta que hierva durante 15 minutos, para facilitar la combinación de las grasas y la formación de jabones solubles.⁸

b) **Lejía fuerte:** La composición es igual a la anterior solo cambiando la cantidad de agua que en vez de 100 partes es 50, con esta solución se obtiene un mayor desengrasamiento pero hay que tener cuidado de que no se prolongue los tiempos pues deterioran los huesos.⁸

Se completa el desengrasado puliendo el hueso con cepillo empolvado con tiza o talco. Se introduce las piezas óseas, durante tres horas, en un recipiente herméticamente cerrado que contiene tetracloruro de carbono.⁸

Transcurrido este tiempo, y antes de que se seque el hueso, se entierra en talco, donde permanece por espacio de una semana.⁸

Uso de gas nafta (*Naptha petroleun*) El método consiste en la inclusión de las piezas óseas por 24 horas, los cuales después del tiempo requerido se desengrasan totalmente con este químico, tienen la ventaja de que es económico, fácil de usar, no inflamable, permite el desengrasado de huesos en menos pasadas de técnicas y no altera la composición física de los huesos.^{13,14}

TÉCNICAS DE BLANQUEADO

Existen sustancias que pueden blanquear los huesos, como el amoníaco de uso doméstico, peróxido de hidrógeno, en diferentes volúmenes de concentración, la radiación solar, cloro.^{9,13,14,49}

El material se somete a la acción del sol, aire y rocío, durante en un lapso de 60 a 90 días, removiéndolo continuamente a fin de que la acción del blanqueo se efectúe en forma homogénea.^{3,15} Tener cuidado de no exponerlos tanto tiempo porque a través de la irradiación de rayos ultravioleta, pueden el empaque mineral y ser responsable del agrietamiento y astillamiento del mineral que se puede observar en los huesos intemperizados.²¹

Otra manera es colocar los huesos sobre un enrejado de malla de alambre o zaranda, se exponen al ácido sulfuroso, quemando abajo azufre en forma lenta.¹⁰ También bajo la misma acción natural del aire y del sol, se sumerge posteriormente los huesos en esencia de limón por un tiempo variable de 8 a 15 días.¹⁵

Se colocan las piezas óseas ya limpias en telas o sabanas blancas para que les del sol cambiándolas de postura cada 8 ó 10 días.⁸ Se puede abreviar el proceso de blanqueo bañando los huesos, periódicamente, con agua de cloro durante una semana. Es imprescindible que los baños sean cortos para que el cloro no destruya la superficie de los huesos.⁸

El procedimiento tiene mejores resultados al someter los huesos a la acción del ácido sulfuroso, para esto se hace barbotear el gas producido al quemar azufre a través del agua en que deben de encontrarse sumergidos los huesos.⁸

También el cloro puede emplearse en estado gaseoso haciendo que llegue en esta forma a los huesos, los cuales se cubren con tela impermeable, obteniéndose cloro colocándolos debajo de la banasta donde están contenidos los huesos una cacerola donde se haga actuar ácido sulfúrico sobre peróxido de manganeso y cloruro sódico.⁷

Es igualmente agente blanqueador el ácido sulfuroso, que se puede hacer llegar a los huesos colocando éstos sobre banastas, debajo de las cuales se queme sencillamente azufre y tapando el todo con tela impermeable, por acción calórica del ácido sulfúrico sobre carbón en polvo, en la proporción de doble cantidad del primero que del segundo.⁷

Quiroz describe que se prepara un bote con agua y agua oxigenada de 110 volúmenes al 10 o 15%, manteniéndolos en esta solución unas horas, posteriormente se procede a enjuagar concienzudamente con agua corriente y se dejan secar al sol, si es posible, durante uno a dos días, dando vuelta a los huesos para que los rayos solares penetren homogéneamente por todos los lados.³

Penel y Chen mencionan que primero los huesos se sumergen en una solución de Cloruro de Sodio (NaCl 100g/l) durante 24 horas.^{56,57}

Los huesos se blanquea durante 2 horas en peróxido de hidrógeno al 30%, sumergiéndolo 2 horas en acetona, y posteriormente su vuelven a sumergir en peróxido de hidrógeno, finalmente se lava con agua a chorro la pieza ósea trabajada.^{56,57}

Después de enjuagar los huesos, estos se ponen en una solución de agua oxigenada en una concentración de 10 volúmenes durante un periodo de 1 a 7 días, pasando el tiempo se enjuagan con agua corriente. (Figura 6) ^{34,38,49}

CONSERVACIÓN DE PIEZAS OSEAS

Teniendo los huesos blanqueados y secos se les recubre con sellador de madera o piroxilina.^{4,14} Se les diluye con thinner hasta que queden a punto filante, es decir que escurra como hilos de la brocha; haciendo 2 o 3 aplicaciones después de dejar secar la aplicación anterior. (Figura 7 y 8)^{4,6,13,14}

Unión de dientes y mandíbulas: Se sumergen las raíces de los dientes en resistol 850; también se aplica en los alvéolos, unir y dejar secar durante 24 horas.^{13,14}

Para unir los cuerpos de las mandíbulas en el perro, rumiante, y cerdo aplicar en la superficie de contacto resistol y atarlas fuertemente con hilo de algodón hasta que seque.^{13,14}

En este apartado se incluyen como anexos dos protocolos que han sido empleados por Filiberto Ortega y Jimena Manrique, pertenecientes a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y a la Escuela Nacional de Antropología e Historia respectivamente (anexo 1 y 2).

VI. OTRAS TÉCNICAS UTILIZADAS PARA LA PRESERVACIÓN DE PIESAS OSEAS

Limpieza de huesos fósiles: Los huesos fósiles a menudo se encuentran pegados entre sí con carbonato de calcio.^{20,24,38} Para remover cada hueso de la matriz y separarlos, unos de otros, es necesario usar ácido.^{20,24,25} Aplíquese este tratamiento sólo a huesos que mantengan consistencia sólida y firme.^{20,22} Las incrustaciones, sueltas o blandas se las debe remover lo más posible con bisturí o espátula, teniendo cuidado de no dañar la superficie del hueso; posteriormente los huesos son sumergidos en ácido acético al 15%. Si en cambio existen pequeñas cantidades aisladas de matriz, se le puede aplicar el ácido localmente con un cepillo o aplicándolo a cuenta gotas.^{58,59,60,61} Los huesos al estar sumergidos se los debe de observar constantemente, sacarlos después de 10 a 15 minutos o cuando el burbujeo haya cesado y enjuagarlo minuciosamente en agua destilada.

24,25,58,61

Este procedimiento se realiza lavando los ejemplares con agua corriente y cepillo de cerdas duras o medianamente suaves para eliminar fácilmente restos de tierra o material de contexto o mediante el uso de instrumentos con filo o punta como las espátulas para quitar las concreciones más duras mecánicamente, incluso se menciona el uso de ácido mono cloro acético, para disolver carbonato de calcio sin dañar la superficie del hueso.^{20,22} También se describe una mezcla de ácidos fosfórico y acético, lo cual no es adecuado porque además de la concreción se ataca la matriz orgánica del hueso.^{20,22,24,25}

Las soluciones utilizadas con éxito son el hexametáfosfato de sodio al 10% en agua destilada para concreciones calcáreas, sin dañar al hueso y el EDTA (etil bisminodiacético) disódico,^{20,22}

Los huesos que estén en malas condiciones, es recomendable someterlos a un solo enjuague antes de impregnarlos con PVA (acetato de polivinilo) o cualquier otro agente endurecedor como el Paraloid B72 (polimetil acrilato)^{20,22}

El agua utilizada no debe ser templada, ni utilizarse ningún detergente, usar un cepillo de uñas o dientes con agua, si hay tierra que llene los orificios de huesos largos que presentes fracturas, hay que soltarla y sacudirla para que salga todo lo posible antes de poner los huesos en remojo, ya que esto evitará que se produzcan roturas importantes del hueso esponjoso. Si los huesos son muy quebradizos o están aplastados, deberán limpiarse la tierra con una navaja o una aguja y con cepillo suave, aplicándose un consolidante sin más lavado.^{20,22,24,25}

Restauración de huesos fósiles: Los huesos totalmente limpios, se les procede al tratamiento de consolidación, los consolidantes que se usan para el material óseo son en su mayoría productos sintéticos que se alteran con la luz, calor, fluctuaciones de humedad, y que a lo largo plazo puede producir vapores ácidos que afectan a los huesos, como por ejemplo el acetato de polivinilo. Se recomienda la impregnación del hueso con RESISTOL blanco diluido en agua, también se puede utilizar la resina *shellac*, nylon soluble, nitrocelulosa, cera de abeja o parafina caliente, goma laca, polietilglicol,^{20,22,58} se debe tomar en cuenta que no debe manipularse el hueso hasta que esté completamente seco.^{20,22}

Unión de fragmentos: Muchos huesos se rompen durante el enterramiento, la excavación, el manejo, los adhesivos que más se utilizan son la goma laca, goma arábica, aceite de linaza, silicato de sodio, nitrocelulosa, cloruro de polivinilo, entre otros.^{20,22}

Impregnación a presión: Un método que puede resultar útil para reforzar el hueso frágil es la impregnación con un consolidante plástico bajo presión negativa. Puede utilizarse en los laboratorios con adaptaciones adecuadas.^{20,22} El equipo necesario para este procedimiento comprende los siguientes elementos:

Recipiente de metal o vidrio lo suficientemente grande como para contener un cráneo completo o un hueso largo. Deberá tener una tapa hermética al aire y un dispositivo de salida del aire.^{20,22}

- Bomba de succión bastante fuerte para sacar el aire del recipiente.
- Tubos suficientemente gruesos para acoplarlos a la cámara de presión y a la bomba.
- Un consolidante óseo apropiado como el Paraloid B27 o emulsión de acetato de polivinilo.^{20,22}

El procedimiento consiste en sacar todo el aire del recipiente de forma que la resina sintética sustituya al aire en las cavidades del hueso.^{20,22}

Si se colocan huesos sueltos juntos en el recipiente, hay que separarlos después de la impregnación, de lo contrario se pegarán.^{20,22} Dado que la mayoría de los consolidantes se cuajan si entran en contacto con el agua, resulta recomendable mantener las muestras secas mientras están sometidas a tratamiento.^{20,22} Deberá

dejarse que escurran las muestras, limpiándose todo el exceso de solución o emulsión, de lo contrario quedarán en la superficie pellas de plástico.^{20,22}

Limpieza de huesos fósiles con rayos láser: Antes de empezar con un prelimpiado, se le toma una radiografía a la pieza ósea para localizar la estructura del hueso y la incrustación mineral.^{19,62} Posteriormente se hace un lavado con agua oxigenada a 60 volúmenes, apoyándose mecánicamente de escalpelos, estiletes y sonda de dentista.^{19,62}

Después se realiza un micro lavado a presión con óxido de aluminio, de esta manera se reduce 2.3 mm la incrustación mineral.^{19,62}

Por último se realiza la limpieza láser por un sistema Nd: YAG de 1064 nm de longitud de onda, modelo Smart Clean, equipado con un cable de fibra óptica.^{19,62}

Esqueletización de cerdos para estudios de tafonomía forense.

Dados los problemas delictivos que día a día se suscitan, los Miembros del Centro Nacional del FBI para el Análisis del Crimen Violento (NCAVC), realizaron experimentos con cerdos para un estudio tafonómico forense, de esta manera observaron la intervención de factores medioambientales, conductuales y zoológicos que contribuyeron al proceso de esqueletización.^{26,28,29,30}

El estudio consistió en colocar a 5 cerdos menores de 15 kilos en diferentes superficies y lugares.^{26,29}

- a) El primer cerdo se colocó en un depósito de basura.
- b) El segundo cerdo fue envuelto dentro de una alfombra.
- c) El tercer cerdo fue enterrado en una depresión de 60 cms, cubierto de suciedad.

d) El cuarto cerdo fue amarrado por el cuello con una soga suspendido a 75 cms del suelo.

e) Por último el quinto cerdo fue cubierto por hojas y ramas de árboles.

Cada uno de los cerdos, excepto el cerdo colgante, a partir del día 12 se encontraban totalmente esqueletizados, el cerdo colgante a partir del día 75 se encontró totalmente esqueletizado.^{26,29}

Utilización de temperatura para la conservación de piezas óseas

Esta técnica consiste en colocar los huesos en un refrigerador a temperatura de congelación (de -18°C a -28°C) durante un periodo de 60 días,⁶³ manteniendo los huesos a una temperatura de -20°C hasta -147°C no sufren ningún cambio en su estructura.^{63,64,65}

También se utiliza un autoclave para someter a los huesos a una temperatura de 134°C durante 8 minutos, de igual manera esta técnica es utilizada para la conservación de piezas óseas.^{63,66,67}

VII. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El principal obstáculo en la realización de este trabajo ha sido la falta de publicaciones citadas en cuanto a la realización de las osteotécnicas macroscópicas. Sin embargo la descripción de las osteotécnicas dentro de la información compilada permitió en esta dar un equivalente de las osteotécnicas descritas en las entrevistas personales realizadas.

Aunque un solo pequeño número de autores hace mención específica de las osteotécnicas como el material utilizado, el intervalo del tiempo transcurrido en cada técnica, es evidente que el resto de las osteotécnicas estudiadas para su desarrollo, no permitieron presentar una osteotécnica específica en cuanto a la eficiencia de estas utilizadas para diferente especie.

Adicionalmente, este trabajo pretende ser solo una guía para profesionistas del área biológica, para que ellos juzguen cada osteotécnica, cual de ellas sería la más eficaz o recomendable para un espécimen en particular. Es importante señalar que este trabajo presenta claridad en la descripción de cada osteotécnica, tanto porque estas se basan en diferentes citas bibliográficas como porque en distintas publicaciones han referido otras osteotécnicas.

En total se revisaron 67 citas y se realizaron 6 entrevistas personales de las cuales se obtuvieron 45 osteotécnicas. A pesar del carácter exhaustivo de la revisión, es importante señalar que la elección de la técnica anatómica para una correcta limpieza de piezas óseas utilizadas en diversas actividades de investigación y enseñanza, puede variar de profesionista a profesionista por lo que este trabajo debe tomarse como una guía únicamente.

Existen en línea algunos sitios que compilan osteotécnicas en virtud de la especie con la que se trabaje como es el caso de la página de la Universidad de Alaska la cual es <http://www.uaf.edu/museum/mammal/Producers.Manual/biggs.html>¹⁶

Una comparación de la osteotécnica descrita en dicho sitio con las referidas en este ensayo indica que la información se ostenta en los artículos de Hall, Sommer, Borell, Hooper y estas se incluyen en la página de Internet.^{18,53,54,55}

Cabe mencionar que en el curso de Técnicas y Recursos utilizados en la enseñanza de la Anatomía Veterinaria,¹³ de igual manera la base del tema Osteotécnicas básicas, fueron las referencias de Hildebrand, Spence y Tompsett.^{10,11,38}

En los datos obtenidos en la tesis de Técnicas de preparación y conservación de piezas anatómicas para la docencia e investigación,¹⁷ con relación a la técnica de desengrasamiento, esta difiere con los demás autores, ya que estos mencionan que se utiliza agua oxigenada para el proceso de blanqueado y no para el desengrasamiento de piezas óseas.

Desde el punto de vista práctico, Luisa Mainou hace modificación a la técnica de desengrasamiento, por medio del método de quitinización el cual consiste en diluir en 5 litros de agua 50 mililitros de ácido cítrico, posteriormente se agrega 100grs. de quitina, esta solución se deja reposar durante una semana; ya mezcladas estas sustancias, se hierva la pieza ósea agregando esta mezcla con jabón neutro las veces que sean necesarias hasta que la pieza ósea deje de supurar grasa

Así mismo, otra manera de realizar la técnica de putrefacción en tierra recomendada por Gilberto Pérez y Alicia Blanco, consiste en cavar un hoyo, donde pueda estar el espécimen en la forma deseada cuidando el diámetro y profundidad de acuerdo la talla del cadáver, ya cavado se pone en forma de cama una lamina de metal o si no una cama de plástico, antes de depositar el cuerpo, posteriormente se coloca la tierra con cuidado para no modificar la posición deseada, y cuando falte 10cm para tapar el hoyo en su totalidad la capa de tierra se coloca antes otra capa de plástico para delimitar donde está enterrado el espécimen. Ya pasado de 4 a 6 meses aproximadamente se saca el esqueleto con la cama de plástico o metal, se pasa la osamenta por un tamiz para evitar extraviar la perdida de huesos pequeños y con un cepillo de cerdas suaves se limpian los huesos. En esta técnica se puede tener el inconveniente de perderse algunos huesos pequeños si no se excava correctamente, además se debe tomar en cuenta el sitio donde se entierran los especimenes ya que no deben pasar animales utilizados para el arado, ni vehículos de carga porque compactan la tierra y por lo tanto fracturan las piezas óseas.

La osteotécnica de Maceración en agua tiene las siguientes ventajas: es una técnica completamente natural, no se utiliza ningún químico, su costo es bajo y no se realiza un esfuerzo físico.

Desventajas: Al desarrollarse el proceso de maceración, expide olor fétido, puede tardarse meses el desarrollo de esta técnica, terminada la maceración es necesario someterlos a otros procesos de desengrasado y blanqueado.

Con respecto a las osteotécnicas empleadas en las dos instituciones ENAH Y FMVZ, existen variaciones en cuanto al proceso de descarnado puesto que en la ENAH por cuestiones sanitarias no descarnan el espécimen, primero realizan el hervido completo, posteriormente en el proceso de blanqueado Filiberto Ortega utiliza agua oxigenada y Jimena Manrique utiliza agua clorada, posiblemente porque en esta última osteotécnica difiera de la primera por cuestiones prácticas, facilidad de manejo y bajo costo en su realización.

Las técnicas de la limpieza de huesos fósiles, restauración, utilización de temperatura para su conservación, investigaciones tafonómicas forenses, se pueden realizar de forma alternativa a las osteotécnicas usualmente empleadas; en este sentido, la información generada en el presente trabajo es una contribución más para la descripción y conocimiento de estas técnicas anatómicas.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Kardong KV. Vertebrados. Anatomía comparada, función y evolución. 2° edición
Mc Graw Hill. 1999.
2. Estrada FE. Manual de técnicas histológicas. AGT EDITOR S.A; 1982.
3. Quiroz, F. Anatomía Humana. Prensa Médica Mexicana; México D.F. 1981.
4. Guerreo CC. Anatomía Humana. Ma Graw Hill. México D.F. 1980.
5. Sisson, S; Grossman, JD. Anatomía de los animales domésticos. SALVAT
EDITORES S.A. 5ª Edición. Tomo I. 1983.
6. Vela OA, Sanabria CS. Exposición sobre técnicas de preservación de material
biológico para la enseñanza de la Anatomía Veterinaria. Rev. Nueva E. 1999;3:4
7. Mezquita MD. Manual de técnicas Anatómicas. Ediciones Gráficas Madrid;
España. 1952.
8. Martín RR. Archivos de Anatomía y Embriología. Tomo II, no. 3. Facultad de
Veterinaria, Universidad de Madrid, España; 1967.
9. Arroyo, M; Manual de Técnicas Anatómicas. Facultad de Medicina Veterinaria
de Maracay, Venezuela. 1962.
10. Hildebrand M. Anatomical Preparations. Univ of Cal press; 1968.
11. Tompsett DH. Anatomical techniques. 2° ed; E&S. Livingston, London. 1970.
12. Ruberte J, Sautet J, Carretero A. Atlas de Anatomía del perro y del gato.
Tórax y Miembro Torácico. Editorial Multimedia. Barcelona, España. 2002.
13. Vela OA, Aja GS, Ortega LF, Montes de Oca JR. Osteotécnicas básicas:
Preparación de huesos y armado de esqueletos. Memorias del I Curso

Internacional sobre Técnicas y Recursos utilizados en la enseñanza de la Anatomía Veterinaria; 2003 noviembre 24-27; Toluca (Estado de México) México. México (DF): Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia.

14. Aja GS, Rea, LN. Osteotécnica económica empleando jabón detergente. Memorias del XI Congreso Internacional de Anatomía; 1980 agosto; (DF)México. México (DF): World Anatomy Association, 1980:15-19.

15. Grigern ET. Preparación de material escolar e instrucciones para la enseñanza. II Edición. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hobby, 1955.

16. <http://www.uaf.edu/museum/mammal/Produres.Manual/big5.html>

17. Trejo Maya BM. Técnicas de preparación y conservación de pieza anatómicas para docencia e investigación (tesis de licenciatura) Cuautitlán Izcalli, Edo de México: Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán. UNAM, 1994.

18. Helmut GS, Anderson S. Cleaning Skeletons with Dermestid Beetles two refinements in the method. J. Mamm 1975; 16:290-298.

19. Landicci F, Pecchioni E, Torre D, Mazza P, Pini R, Siano S, *et al.* Toward an optimised laser cleaning procedure to treat important paleontological specimens. J Cult. Heritage 2003; 4:106-110

20. Schneider R. Conservación in situ de materiales arqueológicos. El hueso, composición, deterioro y tratamiento. CONACULTURA-INAH, 2001.

21. Corona ME, Arroyo CJ. Relaciones hombre-fauna: una zona interdisciplinaria de estudio. La degradación química del hueso. Plaza y Valdez Editores. CONACULTURA-INAH; México DF. 2002.

22. Gallardo Parrodi LG. La conservación preventiva de las colecciones óseas en almacenamiento: el caso de templo mayor. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manual del Castillo Negrete" INAH-SEP 1999.
23. Bass W. Human Osteology. A laboratory and field manual. Missouri Archaeological Society; USA. 1987.
24. Brothwell DR; Desenterrando huesos. La excavación de los restos del esqueleto humano; Fondo de Cultura Económica, México, 1987.
25. Stanley NP La Conservación en excavaciones arqueológicas. Editorial ICCROM Roma 1984.
26. HaglundWD. Advances in Forensic Taphonomy Method, Theory, and Archaeological Perspectives. CRC PRESS. 2002.
27. Polo CM, Villalain BJ. Tafonomía Forense y Policial. Editorial. Madrid, España. 2002.
28. Anderson GS. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bear cubs, a case report. J Forensic Sci. 1994;44:856-859.
29. Shean BS, Messinger L, Papworth M. Observations of differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington State. J Forensic Sci. 1993;38:938-949.
30. Tantawi TI. The effect of killing and preservative solutions on estimates of maggot age in forensic cases. J Forensic Sci. 1993;38:702-707.
31. Van Laerhoven SL, Anderson GS. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. J Forensic Sci. 1999;44:31-41.

32. Preparación de vertebrados.2002Jul[Citado2003jul18];[5 screens].Disponible de:ORL:<http://www.mncn.csic.es/pages/labcolezool.html>
33. Ramírez PJ. Laboratorio de Mastozoología UAM Iztapalapa. (Unidad Iztapalapa División de Ciencias Biológicas y de Salud) Departamento de Biología. 1989.
34. <http://whale.wheelock.edu/archives/info02/0001.html>
35. Boitard, M. Nouveau Manuel du Natulaliste Préparateur. Edit Félix Alcan. Paris, France; 1839.
36. Martínez V, Ferrer R, López O, Leal M, Pineda A. Sistemas de conservación de cadáveres de cerdos con miel de caña de azúcar. Rev Prod Porc. 1995;2:1-6.
37. Conservación de piezas.2003Nov(citado2003Agost25); (22 screens).Disponible de: ORL:
<http://www.portalveterinaria.com/contacto.php?op=viewarticle&artid=136>
38. Spence TF. Teaching and Display Techniques in Anatomy and Zoology. Pergamon Press Ltd. 1967.
39. Bell LS, Skinner Mf, Jones SJ. The speed of post-mortem change to the human skeleton and its taphonomic significance. F Sci Int. 1996;82:129-140.
40. Hill AP. Disarticulation and scattering of mammal skeletons. Paleobiology. 1979;5:261-2745.
41. Haynes S, Searle JB, Bretman A. Bone preservation and ancient DNA: the application of screening methods for predicting DNA survival. J Archael Sci. 2002;29: 585-592.

42. Limpieza de restos. 2002 Jun[citado Sept 17];[11 screens].Disponible de:
URL: <http://www.um.es/+médium/anat/quique/limpi.html>
43. Maldonado Hernández GA. Estudio comparativo histoquímico, inmunológico y ultraestructural del húmero neumatizado de las aves y el quiste óseo unicameral de los humanos (tesis de maestría en ciencias veterinarias). México D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, 2001.
44. Ebbesmeyer CC, Haglund WD. Drift trajectories of a floating human body simulated in a hydraulic model of Puget Sound. *J Forensic Sci.* 1994;39:231- 240.
45. Hauglund WD. Disappearance of soft tissue and the disarticulation of human remains from aqueous environments. *J Forensic Sci.* 1993;38: 806-815.
46. Cotton GE, Autderheide AC, Golschmidt VG. Preservation of human tissue immersed for five years in fresh water of known temperature. *J Forensic S.* 1987;32:1027-1037.
47. Paybe JA, King EW. Insect succession and decomposition of pig carcasses in water. *J Georgia Entomol Soc.* 1972;7:153-162.
48. Abel M. The sodium-perborate method of cleaning of bones. *Tempos.* 1990:273-275. 17.
49. Wet E, Robertson P, Plug I. Some techniques for cleaning and degreasing bones and a method for evaluating the long-term effects of these techniques. *T. Museum P.* 1990:37-47.
50. Anderson GS. The use of insects in death investigations: an analysis of forensic entomology cases in British Columbia over a five-year period. *Can Soc Forensic Sci J.* 1999;4:277-292.

51. Early M, Goff ML. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of Oahu, Hawaiian Islands. *J Med Entomol.* 1986;23:520-531.
52. Voigt J. Specific postmortem changes produced by larger beetles. *J Forensic M.* 1965;12:76-80.
53. Hall, E.Raymond and Ward C. Russell. Dermestid beetles as aid in cleaning bones. *J Mamm* 1933; 14:372-374.
54. Borell AE. Cleaning small collections of skulls and skeletons with dermestid beetles. *J Mamm* 1938; 19:102-103
55. Hooper ET. Selection of fats by dermestid beetles, dermestidae. *J Mamm* 1956; 37:125-126.
56. Penel G, Leroy G, Bres E. New preparation method of bone samples for raman microspectrometry. *Appl Spectrosc.* 1998; 52:312-313.
57. Chen TC, Shea DA, Morris MD. Effect of Hydrogen Peroxide Bleaching on bone mineral/matrix ratio. *Appl Spectrosc.*2002; 56:1035-1037
58. Trueman CN, Benton MJ, Palmer MR. Geochemical taphonomy of shallow marine vertebrate assemblages. *Palaeoecology.* 2000;197:151-169.
59. Garvile-Lok SJ, Varney TL, Katzenberg MA. Preparation of bone carbonate for stable isotope analysis: the effects of treatment time and acid concentration. *J Archael Sci.* 2004:1-14.
60. Nielsen-Marsh CM, Hedges RE. Patterns of diagenesis in bone: effect of acetic acid. *J Archael Sci.* 2000;27: 1151-1159.
61. Koch PC, Turros N, Fogel MC. The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenetic hydroxylapatite. *J Archael Sci.* 1997;24:417-429.

62. Landucci F, Pini R, Siano S, Salimbeni R, Pecchioni E. Laser cleaning of fossil vertebrates. *J Cult Heritage*. 2000; 1: 263-267.
63. Moreno J, Forriol F. Effect of preservation on the mechanical strength and chemical composition of cortical bone: an experimental study in sheep femora. *Biomaterials* 2002;23:2615-2619.
64. Curie JD, Foreman J, Mitchell J, Pegg DE, Reilly GC. Effects of ionizing radiation on the mechanical properties of human bone. *J Orthop Res*. 1997;15:111-117.
65. La Forest P, Kempt JF, Follea G, Karger C. Comparaison des qualités mécaniques de l'os cortical de banque suivant la méthode de congélation. *Rev Chir Orthop*. 1991;77:389-395.
66. Zasack W. The efficacy of application of lyophilized, radiation-sterilized bone graft in orthopedic surgery. *Clin Orthop*. 1991;272:82-87.
67. Cubo J, Casino A. Mechanical properties and chemical composition of avian long bones. *Eur J Morphol*. 2000;38:112-121.

ANEXOS



Fig. 1 Obtención de huesos en excavación arqueológica de la ENAH



Fig. 2 Descarnamiento de pierna de gallina

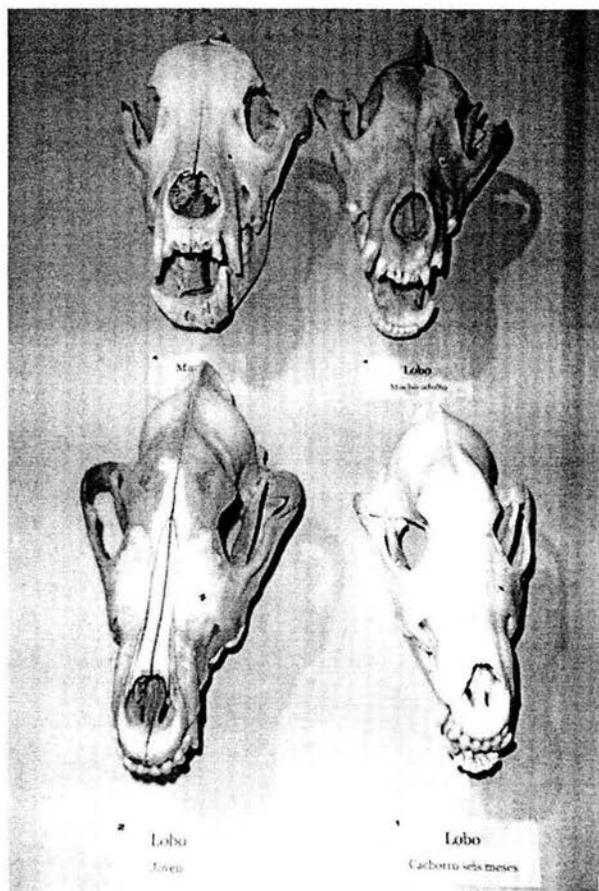


Fig. 3 Cráneos de lobos adultos y jóvenes del Museo de la Universidad de Alaska

<http://www.uaf.edu/museum/mammal/Produres.Manual/biggs.html>

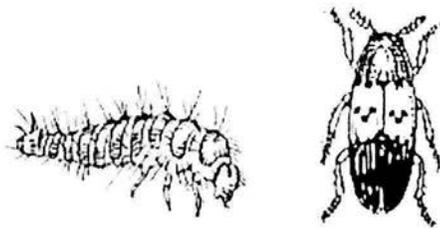


Fig. 4 larva y derméstido adulto del escarabajo *Dermestes maculatus*

Ramírez PJ. Laboratorio de Mastozoología UAM Iztapalapa. (Unidad Iztapalapa División de Ciencias Biológicas y de Salud) Departamento de Biología. 1989.



Fig. 5 Dermestario del Museo de la Universidad de Alaska

<http://www.uaf.edu/museum/mammal/Produres.Manual/biggs.html>

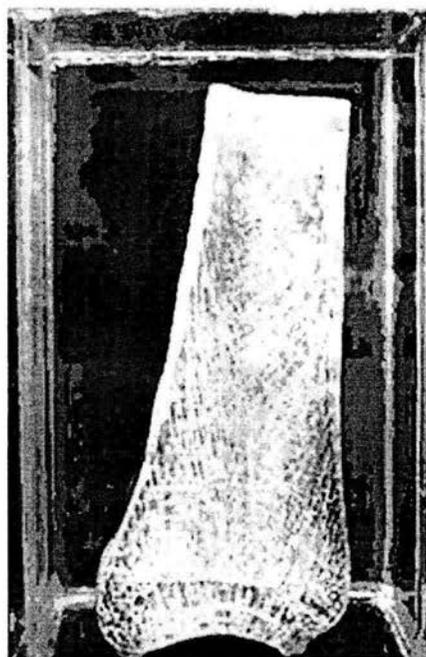


Fig. 6 Corte distal de tibia de perro adulto desengrasada y blanqueada en el Laboratorio de Plastinación de la FMVZ-UNAM

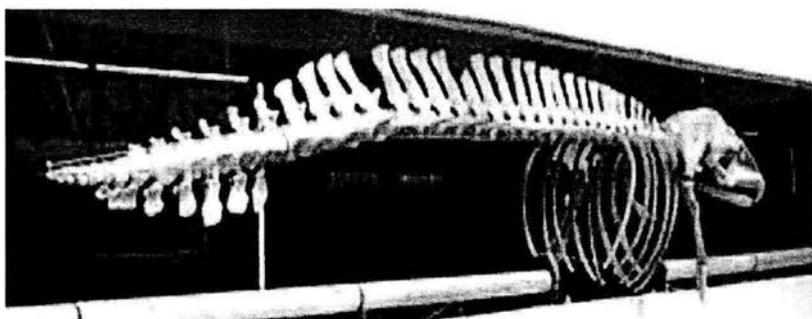


Fig. 7 esqueleto de la vaquita marina del UNIVERSUM de la UNAM



Fig. 8 Cráneo de oso pardo preparado en el Laboratorio de Plastinación de la FMVZ-UNAM

ANEXO 1

Osteotécnica realizada en el Laboratorio de Plastinación de la FMVZ

Antes de comenzar se debe seleccionar el espécimen a trabajar tomando en cuenta ciertas características particulares de cada especie como son: la edad, el estado físico y que poseen una dentadura completa.

Posteriormente se empieza a retirar el tegumento, continuando con las masas musculares, vísceras, cartílagos, tendones y ligamentos, posteriormente se colocan en una balsa hecha con malla de mosquitero los miembros torácicos y pelvianos de manera que en cada bolsa contenga a cada uno de los cuatro miembros, se divide el tronco en tres secciones por lo menos para optimizar en lo posible el espacio en la tina de cocción esto dependerá del tamaño del espécimen ó de los especímenes a trabajar, se hierven en una tina con agua durante 8 a 12 horas dependiendo del tamaño de la especie y la cantidad de calor que proporcione la estufa.

Una vez terminado este proceso se deja enfriar los huesos en la tina de hervido retirando el sobre nadante formado por la grasa que se obtuvo al enfriar en esta primer cocción, posteriormente se retira el agua y por último se retiran los huesos donde se lavan con agua corrediza y a través de un cuchillo, estilete, bisturí y cepillo de plástico se retira los cartílagos y algunos restos de músculos adyacentes al hueso, este paso es más sencillo por que gracias a la cocción es más fácil retirar estas estructuras. Posteriormente se perforan los huesos largos con una

broca para metal de un calibre previamente adecuada al tamaño de las epifisis de cada hueso en particular.

Estas perforaciones tienen la finalidad de permitir que la medula ósea tenga un conducto por donde salir, el cual es a través de la aplicación una presión de aire comprimido para que bote por el lado opuesto a la entrada de aire la medula ósea, cuando los huesos son sometidos a la segunda cocción en una tina de hervido previamente lavada para retirar los restos de grasa adyacente a las paredes de esta se le añade 2% de detergente en relación con la cantidad de agua que se utilice para la segunda cocción, ya que con la elevación de la temperatura y la acción del detergente, permite que a los huesos se les extraiga la grasa de esta manera, como la disolución en parte de la medula ósea que no fue retirada totalmente al principio, se tiene que realizar nuevamente la técnica de sopleteado ó bien llamada sistema neumático a través de la epifisis de los huesos largos, en algunas ocasiones se logra retirar por completo, pero si no fuese el caso, al retirar los huesos y lavarlos con agua corrediza se utiliza aire a presión a través de los orificios al igual que al resto de los demás huesos en sus forámenes naturales.

A criterio de la persona que esté trabajando, se puede realizar un tercer hervido dependiendo la especie, la cantidad de grasa que manifieste el hueso y sobre todo se tiene que valorar la consistencia del estado del hueso para determinar si resiste una tercera cocción.

Aquí se tiene que determinar el proceso a seguir dependiendo de las condiciones particulares de los huesos y para que son requeridos donde si los huesos están perfectamente limpios se les da un baño de peróxido de hidrógeno de 30

volúmenes, esto es con la finalidad de darle un mayor blanqueado posible y si no cumple con lo establecido se procede con las siguientes técnicas como son:

- El secado de los huesos tiene que ser a temperatura ambiente y expuestos a la resolana, nunca directamente a los rayos solares por que los desquebrajan, y después se les aplica un baño de peroxido de hidrógeno de 30 volúmenes para su mayor blanqueado.
- Los huesos son sumergidos en gas nafta dependiendo de la cantidad de grasa que expresen, después son lavados con agua y por último se les aplica un baño de peroxido de hidrógeno de 30 volúmenes.

También se puede utilizar gasolina blanca o percloroetileno siguiendo el mismo procedimiento anteriormente mencionado.

Desengrasamiento: Después de seleccionar que huesos tienen que ser sumergidos cubriéndolos en su totalidad en gas nafta (Naphtha petroleun) o percloroetileno de 2 horas a 12 horas. Dependiendo la especie, la cantidad de grasa que este manifestando ya que cada especie tendrá un tiempo determinado, si se tratara de un cerdo o un cetáceo, estos requerirán de mucho más tiempo.

La capacidad de la tina de inmersión debe de ser lo suficiente para poder sumergir los esqueletos en su totalidad.

Blanqueado: En hueso pequeño se le da un baño con agua oxigenada a 30 volúmenes empleando una botella de plástico en la cual se le realiza un orificio en la tapa por donde pueda salir el agua oxigenada, ó se sumerge la pieza ósea en una tina pequeña. Considerando que el agua oxigenada es agresiva, puede

pulverizar y desintegrar los huesos, se aplica a criterio del que está trabajando desde un simple baño hasta la inmersión por 12 horas. Durante 8 a 12 horas se blanquea la pieza para ponerlo a secar.

Conservación

Para la parte final del proceso se aplica un sellador (laca) automotiva ó laca piroxilina opex y su diluyente (thiner). Para su aplicación se puede realizar con una brocha ó pistola neumática de pintura automotriz. Esto es con la finalidad de que no se le adhiera de manera permanente el polvo, polilla, hongos y otros factores externos que pudieran afectar la integridad de la pieza.

**FLUJOGRAMA
DE LA
OSTEOTECNICA
UTILIZADA EN
LA FMVZ-UNAM**



ANEXO 2

Osteotécnica realizada en el Laboratorio de Osteología de la ENAH

Para facilitar el descarnamiento se hierva al animal completo. Dependiendo de tamaño y edad del mismo, ésta primera fase puede durar tres horas, pero hay que vigilar periódicamente el proceso. ^a

Cuando se aprecie que el cuerpo está cocinado, se extrae del recipiente y se comienza a descarnar con ayuda de un bisturí. Se retiran la piel y los órganos y tanta cantidad de músculo como sea posible, teniendo cuidado de no dejar marcas en el hueso. Si para este momento se pueden separar los miembros y la columna vertebral, es conveniente depositar cada una de estas partes en una bolsa de tela en la que quepan por completo. Si todavía no es posible desmembrar al animal, puede volverse a hervir, añadiendo al agua detergente, como para este momento los huesos ya tienen poco recubrimiento, el proceso debe permanecer bajo vigilancia continua, a fin de que no sufran excesiva degradación, especial cuidado hay que tener con los esqueletos de animales jóvenes. ^a

Una vez que es posible desmembrar el cuerpo, cada uno de los miembros se enjuaga sobre un colador con un chorro fuerte de agua corriente, manualmente se frota para seguir retirando elementos como grasa músculo, tendones. ^a

Cada fragmento se deposita en bolsas de franela para que no se confundan ni se pierdan partes óseas pequeñas. (Uñas, sesamoideos, etc). Para este efecto es

conveniente tener disponibles sacos de franela de 2 tamaños 25X15 y de 10X5 centímetros.

Cada uno de los paquetes se vuelve a hervir, con una pequeña cantidad de sosa cáustica, en un recipiente apropiado según la talla del espécimen, revisando frecuentemente el proceso de desgrasado junto con la degradación del colágeno(cápsula sinovial)

Si está el colágeno suficientemente degradado para permitir la separación de cada pieza ósea, se enjuagan y enfrían, se separa cada elemento manualmente, si no se utiliza un bisturí para realizar cortes en las articulaciones que faciliten el desprendimiento o proceso.

Se vuelven otra vez a hervir. Este proceso se repite hasta conseguir la eliminación de la grasa, cosa que se puede verificar porque ya no hay sobre nadante

Finalmente se sumergen o pasan en agua clorada al 10% y se secan al aire procurando que no le de el sol directamente.^a

**FLUJOGRAMA
DE LA
OSTEOTECNICA
UTILIZADA EN
LA ENAH**

