



UNPHU

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Escuela de Medicina Veterinaria

**CONSERVACIÓN Y PREPARACIÓN DEL ESQUELETO DE FRONTÓN, MANATÍ
ANTILLANO (*Trichechus manatus*), PARA FINES DE EXHIBICIÓN EN EL MUSEO
DE LA BALLENA, SAMANÁ, REPÚBLICA DOMINICANA, AÑO 2022.**

Sustentante:

Kristie Ann Margaret Winkler Guerrero

Para la obtención del grado de Doctor en Medicina Veterinaria

Asesor:

Dr. Abbiel Addiel Rodríguez Coste

Santo Domingo, D.N., República Dominicana.

Septiembre de 2022

“Necesitamos hacer conciencia sobre la importancia de los manatíes en nuestro ecosistema.

Debemos protegerlos...”

- Dr. Orlando Jorge Mera

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a Dios, porque aferrándome a Él, encontré la fuerza para a diario seguir trabajando arduamente en este hermoso proyecto.

Agradeciendo al Sr. Orlando Jorge Mera que, a pesar de haber partido de la vida terrenal, sigue aquí con nosotros en espíritu y estoy segura de que se alegra de ver a Frontón finalmente cumpliendo su propósito.

Tengo tantas personas a quienes agradecer..

Mis padres, Gernot y Miriam, por ser mi roca de apoyo, mi soporte y sustento. Por recibirme todos los días con una dosis nueva de perseverancia e inyectarme un “tú puedes” cuando más lo necesitaba.

Dr. Francisco de la Rosa, por ser mi mentor y amigo, por entenderme y no siempre dejarse llevar de mis momentos de desesperación. Por guiarme con tanta sabiduría en este proyecto, que también es suyo. Gracias por mostrarme la balanza de la vida. Cuenta conmigo para el resto de su vida. Lo estimo grandemente.

Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales por permitirme ensamblar este majestuoso animal.

Mi novio, Manuel, me faltan las palabras para describir lo capaz que me siento a tu lado, gracias por venir tanto al laboratorio, dedicarle tantas horas a este proyecto, ayudarme a desarrollar una logística que funcionase y siempre estar presente para ayudarme. Sin ti, esto no hubiese sido posible. Te amo.

Mis hermanos, Kimberly, Nicole y Arsen. A mi segunda madre, María. Gracias por ser mi núcleo innegable de amor.

Tía Dulce, por brindarme el carácter que necesitaba en el momento preciso, seguido de las mejores frases de aliento. Necesité cada una de ellas.

Isabella y Gabriela, por recibirme con brazos abiertos siempre que llegaba con un mar de lágrimas sobre exactamente la misma cantaleta, pero jamás negarme su tiempo.

El mejor equipo táctico, Elizabeth, Janser, Vanessa y Roberto. Mis angelitos Leonor, Bianka y Amalia. Ustedes llevan un pedazo de este manatí.

Mis queridos suegros y mis hermosas cuñaditas, por estar siempre tan pendientes de este proyecto y siempre dispuestos a brindar una mano.

A los doctores Abbiel Rodríguez y José Hernández, por apoyarme y empujarme hacia delante cada vez que se mencionaba esta tesis.

Gracias a todos los doctores que fueron parte de mi aprendizaje y me brindaron lo mejor de su sabiduría durante mis años en la UNPHU, tanto dentro como fuera de ella.

Finalmente, gracias a todos los que aportaron para que este sueño sea una realidad palpable.

Kristie Ann Margaret Winkler Guerrero

Tabla de Contenido

Agradecimientos	iii
PRIMERA PARTE	
Capítulo I: Aspectos Generales.....	2
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
SEGUNDA PARTE	
Capítulo II: Revisión de Literatura	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Términos anatómicos generales de importancia	8
2.3. Métodos utilizados para la maceración de los huesos	10
2.4. Métodos utilizados para el desgrase de los huesos	12
2.5. Métodos utilizados para el ensamblaje de la osamenta	14
TERCERA PARTE	
Capítulo III: Materiales y Métodos.....	16
3.1. Localización del Estudio.....	16
3.2. Tipo de Estudio	16
3.3. Selección del Animal	16
3.4. Procedimientos.....	16

CUARTA PARTE.....	
Capítulo IV: Presentación y Discusión de los Resultados	24
Presentación de los Resultados	24
Discusión de los Resultados.....	25
Conclusiones	26
Recomendaciones	27
Referencias.....	28
Anexos	30

Lista de Figuras

Figura 1. Distintos recipientes con agua y detergente sin cloro.	30
Figura 2. Vérttebras hirviendo, tendedero para evitar astillamiento.....	31
Figura 3. Secado en la caja metálica.	32
Figura 4. Organización de las vértebras.....	32
Figura 5. Base y soportes para el esqueleto.	33
Figura 6. Colocación de la mezcla de glaze F-10 con aguarrás.....	34
Figura 7. Finalización del ensamble.	35
Figura 8. Finalización del ensamble, ángulo distinto.	36

PRIMERA PARTE

Capítulo I: Aspectos Generales

1.1.Introducción

El peligro de extinción de las especies siempre ha ido de la mano con el manejo de los recursos por parte del ser humano, el no cuidado y hasta maltrato que el hombre de manera inconsciente da a todas las especies.

No podemos ser protectores de los animales si no tenemos conciencia ecológica y contaminamos el medio ambiente, desperdiciamos y contaminamos el agua de mares y ríos, tálamos árboles, desperdiciamos la energía eléctrica, sacamos animales silvestres de su medio natural. (Quintanilla, Rosario, 2008)

La problemática que ha ido tomando fuerzas al pasar de los años, donde las especies de nuestra isla son las víctimas, va estrictamente de la mano con la desinformación y falta de conciencia de los dominicanos al no comprender la importancia que denota la preservación de las especies en peligro de extinción.

El acercamiento al esqueleto de un animal en peligro de extinción, como el manatí, el cual fue nuestro caso de estudio, es una experiencia que muchas personas tienen la oportunidad de experimentar, mediante la visita a los museos donde son exhibidos. No obstante, estos encuentros envían un mensaje de conciencia y facilitan una vista inusual para los espectadores presentes, de manera que impactan con su presencia.

Sin embargo, a pesar de ser un encuentro impactante el de un humano con un esqueleto de esta especie, facilita el estudio de este ejemplar y permite ser una fuente constante de información.

Para el desarrollo de este trabajo se seleccionó a Frontón, un manatí víctima de la destrucción de su hábitat, razón por la cual lo encontraron varado en Playa Las Galeras, Samaná, el día 10 de octubre del año 2020, el cual tiene una historia que debe ser expuesta para mejor entendimiento de cómo deben ser protegidas las áreas donde viven estas especies.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Conservar y preparar el esqueleto de Frontón, Manatí Antillano (*Trichechus manatus*), para fines de exhibición en el Museo de la Ballena, Samaná, R.D.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Proveer fuentes fidedignas que permitan al lector conocer a fondo sobre el proceso de ensamblaje del esqueleto de esta especie.
- Exponer el resultado del procedimiento de desgrase con detergente en polvo sin cloro.
- Comprobar la eficacia del peróxido de hidrógeno en el blanqueamiento de la osamenta.
- Fomentar el ensamblaje de esqueletos de animales exóticos con fines pedagógicos.

SEGUNDA PARTE

Capítulo II: Revisión de Literatura

2.1. Antecedentes

A continuación, se indican los estudios consultados con fines de guía y desarrollo del presente trabajo de grado:

En la Florida en el 1983, Robert K. Bonde, Thomas J. O'Shea y Cathy A. Beck escribieron un manual cuyo fin es aportar al estudio de los manatíes una vez fallecen y deben ser recuperados para posterior investigación. Este manual describe la cantidad de huesos que suelen encontrarse en esta especie y su posición anatómica correcta. El nombre del manual es “Manual de Procedimientos para la Recuperación y Necropsia de Cadáveres de Manatí (*Trichechus manatus*)”. (Bonde, O'Shea, & Cathy, 1983)

En el año 1993, en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Nora Mejía Paredes realizó un trabajo de tesis titulado “Preparación y conservación del esqueleto canino para fines de docencia y exposición”. El trabajo expone que se utilizó la opción de colocar la osamenta en un recipiente con agua dulce y limpia, y renovarla cada tres días, este siendo el método de maceración descrito. También describe el uso de peróxido de hidrógeno para blanquear los huesos.

Nora Mejía optó como método de ensamblaje introducir una barra de aluminio por el canal medular y fijar el cráneo posteriormente. Unió las demás estructuras con tornillos, alambre y pegamento. (Mejía, Nora, 1993)

En la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, República Dominicana en el año 2018, Massiel Ferreras y Baris Olivo realizaron un trabajo de grado titulado “Ensamblaje y conservación del esqueleto equino por el método de maceración con agua hirviendo para fines de exposición y docencia”.

En este trabajo describen la maceración por agua hirviendo con detergente sin cloro como opción principal de remoción de tejido remanente.

La fase de desgrase en este trabajo duró un período de 2 meses aproximadamente, sumergiendo los huesos en agua corriente con detergente líquido sin cloro y/o desgrasantes, cambiando esta mezcla cada 5-14 días.

Para el ensamblaje utilizaron una barra de aluminio imitando la posición natural del ejemplar a través del canal medular. (Olivo & Ferreras, 2018)

En la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo, República Dominicana en el año 2019 se realizó un trabajo de grado con el título de “Maceración por agua hirviendo y ensamblaje de un esqueleto de cerdo con fines de exposición y estudios anatómicos” realizado por Laura Camilo y Alejandro Namnum.

En este trabajo se utilizó el método de maceración por agua hirviendo en combinación con agua templada estancada para ablandar tejidos y facilitar su eliminación. Para evitar astillamiento luego de hervir, permiten que la temperatura del caldero baje antes de cepillarlos.

Camilo y Namnum describen el uso de acetona al 100% como método de desgrase, colocando los huesos sumergidos en 14 galones de acetona pura por 11 días y así lograr extraer cualquier partícula de grasa presente.

Para el ensamblaje, específicamente de la columna vertebral, utilizaron una varilla roscada de acero inoxidable de ½ pulgada de diámetro y 5 pies de largo, realizando agujeros a través del cuerpo de la vértebra y atravesando la barra por los mismos. (Camilo & Namnum, 2019)

En Santo Domingo, República Dominicana en el 2020, Francisco de la Rosa, Rosa Naveo y Luis Santana, escribieron un artículo donde describen las técnicas de conservación que utilizaron con la osamenta de un manatí (*Trichechus manatus*) que ensamblaron con fines de exposición.

Estos autores detallan en el indicado artículo, que el proceso de descarte fue manual y meticuloso para evitar dañar los huesos. Luego, colocaron los huesos en una pileta con agua marina y oxido de calcio. Posterior a este proceso se lavaron los huesos con detergente en polvo, cepillos y brillos de fregar. Para el desgrase utilizaron desgrasante de cocina, estrujaron los huesos con brillos y dejaron reposar en el desgrasante por un día.

En este artículo describen el uso de peróxido de hidrógeno de 30 volúmenes y luz solar para luego dar un baño con formalina al 10% diluida en agua con almidón de yuca y calentar a 60 grados centígrados para conseguir blanquear los huesos.

Para el ensamblaje perforaron el cuerpo de todas las vértebras que la varilla de acero inoxidable de 0.95cm acepten, por lo que el diámetro de la varilla lo fue dictando el cuerpo de la vértebra obligándolos a soldar segmentos cada vez más finos hasta llegar al último hueso de la cola.

El artículo tiene como fin poder guiar a los profesionales a una correcta conservación de los huesos de distintos animales marinos y así lograr el estudio de la especie que se esté tratando lleva como título “Los esqueletos de mamíferos marinos como herramienta educativa y las técnicas de conservación usadas en la República Dominicana”. (De la Rosa, Santana, & Naveo, 2020)

En Santo Domingo, República Dominicana en el 2021, Francisco de la Rosa y Rolando Pichardo fueron los profesionales encargados del proceso de conservación y ensamblaje del manatí Tamaury (*Trichechus manatus*) para exhibición en el Museo Nacional de Historia Natural.

Realizaron el desgrase utilizando desgrasante de cocina, estrujaron los huesos con brillos y dejaron luego dejaron reposar en el desgrasante por 24 horas, describiendo el proceso, se puede resaltar el uso de planchas de PVC a la medida del cuerpo de cada vértebra para simular los discos intervertebrales.

La técnica de utilizar peróxido de hidrógeno de 30 volúmenes y luz solar para luego dar un baño con formalina al 10% diluida en agua con almidón de yuca y calentar a 60 grados centígrados, fue la seleccionada para blanquear los huesos. Para el ensamblaje utilizaron únicamente varillas de acero inoxidable. (De la Rosa, Naveo, Santana, & Pichardo, 2021)

2.2. Términos anatómicos generales de importancia

- **Osteología**

Es la rama de la anatomía que se encarga del estudio de huesos, órganos blanquecinos y duros, cuyo conjunto constituye el esqueleto. (Getty, Sisson, & Grossman, 2001)

- **Anatomía veterinaria**

Es la rama que trata de la forma y estructura de los principales animales domésticos y su estudio se hace generalmente con un fin de necesidad profesional, por ello su carácter es ampliamente descriptivo. (Getty, Sisson, & Grossman, 2001)

- **Esqueleto**

El término esqueleto se aplica al armazón de consistencia dura, que soporta y protege los tejidos blandos de los animales. Se puede dividir en:

- Esqueleto axial: Comprende la columna vertebral, costillas, esternón y calavera.
- Esqueleto apendicular: Constituido por los huesos de los miembros.
- Esqueleto visceral: Formado por varios huesos que se desarrollan en el parénquima de algunas vísceras u órganos blandos. (Getty, Sisson, & Grossman, 2001)

- **Huesos**

El hueso es una sustancia viva con vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. Se dividen generalmente en cuatro clases según su forma y función en: huesos largos, huesos planos, huesos cortos y huesos irregulares.

Los huesos sirven como armadura del cuerpo y como palancas para los músculos y los ligamentos, asimismo proporcionan protección a ciertas vísceras. Es considerado como un órgano hematopoyético, ya que es la fuente de hematíes, hemoglobina, leucocitos granulares y plaquetas. (Getty, Sisson, & Grossman, 2001)

- **Articulación**

Una articulación está formada por la unión de dos o más huesos o cartílagos por intermedio de otros tejidos. (Getty, Sisson, & Grossman, 2001)

- **Osteotecnia**

Se entiende por osteotecnia al conjunto de procedimientos naturales, químicos y/o físicos, a través del cual se puede tratar un espécimen con el fin de obtener un hueso, segmento o esqueletos limpios, sin presencia de residuos orgánicos, facilitando la observación de formaciones anatómicas, con el fin de apreciar la posición exacta en que están dispuestos los huesos en el organismo y ser usado con fines de investigación, educativos o para ser exhibidos dentro de una colección. (Villarreal & Troncoso, 2017)

2.3. Métodos utilizados para la maceración de los huesos

Maceración

Es el ablandamiento de un cuerpo sólido humedeciéndolo. En medicina es el reblandecimiento de los tejidos debido a un contacto prologado con ciertos líquidos. (Clínica Universidad Navarra, 2022)

Entre los más utilizados encontramos:

- **Maceración por insectos**

En este proceso la osamenta se somete a la presencia de poblaciones importantes de insectos voraces, gusanos y larvas, como son; cucarachas, hormigas, entre otros. La velocidad y eficiencia de este método depende principalmente de la cantidad poblacional, y la voracidad de esta. Se recomienda aplicar a la osamenta algún método de desgrase después de la maceración, ya que este proceso no lo garantiza. No obstante, se considera uno de los procesos de maceración que más éxito garantiza. (Camilo & Namnum, 2019)

- **Maceración por exposición al medio ambiente**

En general este método es el más sencillo, ya que el único factor que se debe de tener en cuenta como “nocivo” para la osamenta es la luz solar, en menor podrían “hurtar” componentes de la osamenta o causar daño físico a las mismas. Como mismo dice el nombre del método, este consiste en exponer el cadáver a los factores ambientales como las lluvias, sol, humedad, temperatura, entre otros; que favorecerían el proceso de putrefacción de los elementos sólidos no óseos adyacentes a los mismos. Es un proceso que requiere de más tiempo en comparación con otros, este puede durar hasta 6 meses para obtener resultados idóneos. (Camilo & Namnum, 2019)

- **Maceración por agua**

Para este proceso existen muchas variantes, desde la temperatura del agua, hasta el tipo de agua y los aditivos de esta. En general se puede trabajar según la temperatura en

3 tipos: fría, caliente, a punto de ebullición. Desde el punto de vista del tipo de agua, se puede clasificar en agua dulce y agua salada; o agua corriente y agua estancada. Los aditivos generalmente se utilizan para acelerar el proceso de desgrase, entre estos están los detergentes sin cloro. (Camilo & Namnum, 2019)

- **Maceración por enterramiento**

Más que un proceso de maceración en sí es en realidad una forma alternativa, al igual que la del medio ambiente y los insectos, ya que, como se expresa anteriormente, la definición de maceración cadavérica es el reblandecimiento de los tejidos sólidos, por acción de solventes líquidos. Este método consiste en enterrar los huesos bajo una gruesa capa de tierra, que va a acelerar el proceso de putrefacción de los tejidos. Tiene como desventaja la variación de los relieves óseos por adherencia de minerales encontrados de forma natural en el suelo, y el cambio de coloración por la adherencia ya mencionada, haciendo necesario el uso de blanqueado, que para algunos no es una opción viable, ya que el resultado es un hueso de color más blanco que el color natural del mismo. Además de lo ya mencionado, este proceso es sumamente extenso pudiendo durar hasta un año en caso de un descarte pobre. De igual manera aquí no hay proceso de desgrase por tanto se tendría que hacer un proceso aparte para ello. Se ha descrito también la alta incidencia de pérdida de estructuras óseas por acción de animales carroñeros o por olvido. (Camilo & Namnum, 2019)

- **Maceración por basura orgánica, estiércol y bacterias**

Este proceso es también una forma alternativa a la maceración. Consiste en exponer el cadáver a basura orgánica y estiércol, que van a influir en el proceso de degradación biológica de las proteínas a través de microorganismo como las bacterias. Tiene la particularidad de que debe ser expuesto en una zona controlada para evitar la aparición de animales carroñeros que puedan trasladar la osamenta o incluso devorarla. El

tiempo de exposición dependerá de la acción microbiana y la agilidad de putrefacción.

(Camilo & Namnum, 2019)

- **Maceración química inorgánica**

“El uso de carbonato ácido de potasio (K) y carbonato ácido de sodio (Na) tienen iguales propiedades. Los huesos serán fijados previamente con formalina que debe conservar tejidos de unión, después hervidos antes de colocar en carbonato ácido de K el esqueleto limpiado grosso modo se lava durante tres o cuatro horas en agua corriente. En animales viejos son suficientes 40 g por litro de agua y para los pequeños y más jóvenes 20 gramos por litro”. (Camilo & Namnum, 2019)

- **Maceración química orgánica pepsina**

“Se toman cuatro litros de agua, que calentada a 35-40 grados, se le añaden dos litros de pepsina y una cucharadita de carbonato ácido de sodio. Para esqueletos de animales jóvenes pequeños se añade también un litro de solución fisiológica. Para esqueletos mayores la concentración de la solución será aumentada. Tripsina: Utilización idéntica que la pepsina. Se utiliza cuando el tiempo de estancia de debe ser reducido. Papaína: Primeramente, el esqueleto limpiado grosso modo se coloca de 10 a 15 minutos en agua hirviente y a continuación en un termostato a 37 grados y en una solución de 2-3 cucharaditas de solución al 1% de Papaína. En 3 o 4 litros de agua en sólo 24 horas la carne comienza a desprenderse de los huesos”. (Camilo & Namnum, 2019)

2.4. Métodos utilizados para el desgrase de los huesos

Desgrase

Se conoce como desgrase el proceso de eliminación de la grasa de un objeto, área o lugar específico. En biología, podemos definirla como la eliminación o pérdida de la grasa de

un tejido o célula, en este caso los huesos. A través de lo expuesto en otros trabajos similares se pueden deducir y clasificar de la siguiente forma:

- Desgrase por medio de desgrasantes.
- Desgrase por baños en agua jabonosa.
- Desgrase por disolución en éter de petróleo.
- Desgrase por disolución de grasa en acetona.

Donde cada uno de estos grupos funciona en relación con su nombre, dígase que el desgrase por desgrasantes es la utilización de desgrasantes comerciales que no dañen la osamenta y eliminen la grasa de esta. De igual forma el método de baños en agua jabonosa utiliza la mezcla de detergentes sin cloro y agua como desengrasantes de los huesos.

En cambio, los métodos con éter de petróleo y acetona en esencia funcionan como disolventes no polares; en el caso del éter, debido a que es un alcano su composición es similar a los lípidos, y por eso estos son capaces de disolverse en él. (Camilo & Namnum, 2019)

Saponificación de grasa

La saponificación o hidrólisis de éster en medio básico, es un proceso químico en el cual un elemento graso reacciona con una base en presencia de agua, para generar sales sódicas y potásicas derivadas de los ácidos grasos (jabones) y glicerina. Para lograr la saponificación, es necesario desdoblar una molécula de éster por medio del agua. (Noguera, Bulmaro, 2020)

Calor como desengrasante

Cuando se aplica calor a las grasas, estas se derriten, en lugar de evaporarse o solidificarse. La temperatura de fusión depende de la grasa. (Sahagun, Salvador, 2021)

2.5. Métodos utilizados para el ensamblaje de la osamenta

Ensamble

Se le llama así a la acción de unir, juntar y ajustar piezas, especialmente de madera. (Real Academia Española, 2021) En este proyecto se refiere a ensamblar huesos con sus articulaciones correspondientes.

Estudiando los procesos descritos en el 2019 por los Doctores Namnum y Camilo, se encontró interesante y útil la manera en que describe y clasifican distintos métodos de ensamblaje a pesar de no encontrar un método específico definido por literatura. El aporte clasifica el momento de ensamblar en dos grandes grupos:

Un primer grupo que describe el ensamblaje como dependiente del orden en que se desee iniciar el proceso. Este lo sub-clasifican a su vez en dos ramas, axial-apendicular o apendicular-axial.

Un segundo grupo que depende de los fijadores que se vayan a utilizar: fijadores visibles, fijadores no visibles y fijadores mixtos. El método de fijadores mixtos es la utilización de ambos visibles y no visibles.

Namnum y Camilo consideran que el método de ensamblaje ideal debe llevar fijadores no visibles ya que de este modo se aprecia mejor el esqueleto y sus articulaciones, sin algún límite de visibilidad. (Camilo & Namnum, 2019)

TERCERA PARTE

Capítulo III: Materiales y Métodos

3.1. Localización del Estudio

El trabajo de osteotecnica y ensamblaje del esqueleto del manatí se realizaron en el laboratorio de Anatomía Veterinaria de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Avenida John F. Kennedy km 7 1/2, Santo Domingo, República Dominicana.

3.2. Tipo de Estudio

Descriptivos, en el cual se expone el esqueleto con la finalidad de ver su morfología e incentive al estudio de los mamíferos acuáticos.

3.3. Selección del Animal

Una osamenta completa de Manatí Antillano (*Trichechus manatus*) previamente enterrada por los profesionales del Acuario Nacional, para fines de exhibición en el Museo de la Ballena, Samaná.

3.4. Procedimientos

3.4.1. Preparación para la Conservación (maceración por agua estancada y a punto de ebullición)

Este procedimiento se inició en el Laboratorio de Anatomía Veterinaria de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Recinto Santo Domingo.

Los primeros pasos fueron colocar la osamenta en un recipiente con agua corriente suficiente para sumergirla y colocar una medida equivalente a 60 gramos del detergente en polvo sin cloro. Luego, cepillar los huesos para retirar cualquier rastro de tejido remanente. (Ver figura 1) Este proceso se repitió 15 veces.

Una vez concluido este paso se hirvió la osamenta, a excepción del cráneo, a una temperatura de 100 grados centígrados por 1 hora. Terminado este proceso, se colocó la osamenta completa en distintos recipientes en un área aislada en el laboratorio.

Pasado un mes se hirvieron nuevamente los huesos, esta vez con partes iguales de agua corriente y peróxido de hidrógeno al 3% (10 volúmenes). Se dividieron los huesos en 2 grupos, primero se hirvieron las vértebras, húmeros, radio y cúbito por una hora y 30 minutos en 22.71 litros de agua corriente y 22.7 litros de peróxido de hidrógeno. Se hizo un tendedero para colocar las vértebras cervicales al ser mucho más finas y evitar que se astillen. (Ver figura 2)

Luego, las costillas y las escápulas se hirvieron en 22.7 litros de agua corriente y 22.7 litros de peróxido de hidrógeno por una hora y 30 minutos.

El cráneo se introdujo 5 minutos para evitar ruptura de algún proceso. Los huesos de las aletas se hirvieron aparte en 1 litro de agua corriente y 1 litro de peróxido de hidrógeno.

El peróxido de hidrógeno se utilizó como método de blanqueamiento para los huesos al hervirse con partes iguales de agua.

Materiales

- Litros de peróxido de hidrógeno al 3% (10 volúmenes).
- Detergente en polvo sin cloro.
- Agua.
- Caldero de aluminio.
- Estufa.
- Encendedor.
- Gas propano.
- Cubetas.
- Recipientes.

- Cepillos de cerdas duras.
- Gafas protectoras.
- Mascarillas.
- Guantes.
- Uniforme quirúrgico.

3.4.2. Desgrase

Para iniciar el proceso de desgrase se acudió a colocar la osamenta en distintas cubetas y recipientes plásticos sin tapa para sumergirlas con agua y detergente en polvo sin cloro, cambiando el agua, cepillando vigorosamente los huesos y retirando la grasa que despedían cada 5 días. Este proceso se repitió 15 veces. (Ver figura 1).

Luego de retirar una gran cantidad de grasa, se hirvieron todos los huesos por 1 hora en agua corriente para eliminar la grasa remanente.

Materiales

- Detergente en polvo sin cloro.
- Agua.
- Caldero de aluminio.
- Estufa.
- Encendedor.
- Gas propano.
- Cubetas.
- Recipientes.
- Cepillos de cerdas duras.
- Gafas protectoras.
- Mascarillas.

- Guantes.
- Uniforme quirúrgico.

3.4.3. Secado de Osamenta

Una vez se obtuvieron todos los huesos limpios y libres de grasa se inició el proceso de secado.

Se colocaron los huesos en un cajón de metal donde se buscaba lograr la mayor concentración de calor posible producida por los rayos del sol irradiando sobre el metal y así evaporando el líquido que se encontrase dentro de la osamenta. (Ver figura 3)

El proceso tuvo una duración de 7 días con temperaturas externas fluctuantes entre 23-33 grados Celsius, según la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET), debido a aguaceros dispersos y calor. (Periódico Hoy, 2022)

Materiales

- Caja metálica.
- Luz solar.
- Bolsa plástica negra.

3.4.4. Tratamiento Antifúngico

Se seleccionó el peróxido de hidrogeno al 3% de 10 volúmenes como tratamiento antifúngico para la osamenta debido a su conocida eficacia. La manera en que se empleó fue al hervir los huesos con partes iguales de agua y peróxido de hidrógeno, diluyendo el mismo al 50%.

3.4.5. Ensamble de la Base

Se creó una base de hierro de 96 x 32 pulgadas y se utilizó una plancha de Fibra Hidrófuga de 5/8 pulgadas de grosor de mediana densidad por ser un material resistente a ambientes donde la humedad relativa del aire es alta. Se le colocaron 4 ruedas para facilitar su transportación. (Ver figura 5). Se crearon 3 soportes con tubos de acero inoxidable de 1

pulgada de diámetro a los que se le soldó en la parte superior una placa en forma de V, 2 de ellos con un pie de amigo clásico para mejor soporte del cráneo y la cola. Los 3 soportes se atornillaron a la base mediante unas placas de hierro utilizando 4 tornillos tipo tirafondo en cada una.

3.4.6. Ensamble del Esqueleto

Una vez organizada la osamenta con sus articulaciones correspondientes y orden anatómico correcto, se protegió con una capa fina de 50% aguarrás y 50% glaze F-10 aplicada con brochas de pelos finos de distintos tamaños. (Ver figura 4 y 6)

Una vez los huesos secaron, se comenzó el proceso de ensamblaje iniciando con el esqueleto apendicular. Se procedió a aproximar los carpos con una base de silicona que simulase los cartílagos. Los carpos, metacarpos, falanges y digitales se unieron utilizando alambre dulce de aluminio No. 16, se atravesaron utilizando una barrena de 2 milímetros. Se articularon el radio y cúbito con el húmero y la escápula con tornillos tipo diablito de 2 pulgadas.

Para iniciar a trabajar con el esqueleto axial se crearon discos intervertebrales utilizando goma EVA (etilvinilacetato) a la medida del cuerpo de cada vértebra. Las vértebras se colocaron en la barra de aluminio a través del foramen vertebral desde el axis hasta la lumbocaudal 4. Se les colocaron a todas las vértebras 2 pernos para sostenerlas entre sí, estos atravesaron 1cm y $\frac{1}{2}$ cada cuerpo para acoplarse y se aseguraron con silicona caliente.

Luego a partir de la lumbocaudal 5 se atravesó el cuerpo de la vértebra utilizando una barrena de 3 mm y se le colocaron 3 pernos, 2 pernos de 1mm a los extremos y 1 perno de 2.5 mm en el centro para sujetarlas entre sí hasta la lumbocaudal 18. Luego se colocó un 1 perno de 1 mm en el centro del cuerpo de las vértebras a partir de la vértebra lumbocaudal 18 hasta la vértebra lumbocaudal 26.

Al cráneo se atornilló el atlas a sus apófisis articulares correspondientes con tornillos tipo tirabuzón de 2 pulgadas y se colocó en una base soportada con un pie de amigo hecho con un remanente de tubo de acero inoxidable y 3 tornillos en la mandíbula para fijarla a la base.

Las costillas se ensamblaron articulando la fase articular a su vértebra correspondiente utilizando tornillos tipo diablito respetando el espacio de presencia de cartílago para que no alterase el ensamblaje.

Se atornillaron las escápulas al sexto par de costillas, uniendo así el esqueleto apendicular al axial.

A los vestigios pélvicos se les realizó orificios con una barrena de 1mm y se le pegó dentro de los orificios alambre dulce No. 12 para crear un efecto de suspensión.

Una vez concluido el proceso de ensamblaje, se procedió a disimular todos los tornillos con un poco de pintura acrílica del color de los huesos únicamente pintando la superficie visible de la cabeza del tornillo. El color de la pintura se obtuvo al mezclar pintura blanca y crema hasta conseguir el tono de los huesos.

Materiales

- 4 tubos de acero inoxidable de 3 pies para sostener.
- 1 varilla de aleación de aluminio, 12 pies de 3/4”.
- 1 rollo de alambre dulce No. 16.
- 1 rollo de alambre dulce No. 12.
- 1/4 de galón glaze F-10 mate.
- 1/4 de galón de aguarrás.
- Caldero de aluminio.
- Prensa.
- Tornillos.

- Pernos
- Brochas.
- Cuchillas.
- Barrenas.
- Alicate.
- Destornillador.
- Pulidora.
- Pinzas de corte.
- Segueta.
- Taladro.
- Dremel.
- Etilvinilacetato (Goma EVA).
- Silicona caliente.
- Ciano acrilato (pegamento).
- Pintura acrílica.
- Gafas protectoras.
- Mascarillas.
- Guantes.
- Uniforme quirúrgico.

CUARTA PARTE

Capítulo IV: Presentación y Discusión de los Resultados

Presentación de los Resultados

El empleo de la maceración por agua estancada y detergente en polvo sin cloro, cepillando y cambiando el agua cada 5 días un total de 15 veces dio como resultado huesos sin tejido y poca grasa.

El método de maceración por agua hirviendo, luego de realizar la maceración de agua estancada con detergente antes mencionada, ofreció una osamenta completamente limpia de grasa. Esto eficientizó el trabajo restante.

Al hervir los huesos con peróxido de hidrógeno se lograron blanquear de manera satisfactoria.

El secado de la osamenta en la caja metálica brindó un resultado excelente sin percances por las lluvias gracias a la bolsa negra colocada en su abertura principal.

El organizar y enumerar las costillas, antes de iniciar el desarrollo del ensamblaje, brindó un proceso de articulación exacto, preciso y más eficiente.

El glaze F-10 mate mezclado con aguarrás actuó como protección final a los huesos sin tornarse de color amarillo, satisfactoriamente.

La utilización de tornillos tipo diablito para ensamblar las costillas fue implementada con un resultado totalmente exitoso.

Discusión de los Resultados

En este trabajo se utilizó el método de hervir los huesos con peróxido de hidrógeno como blanqueamiento y fue el único recurso con un resultado exitoso, a diferencia del proceso descrito en el ensamblaje de Tamaury (De la Rosa et al., 2021) en el cual se utilizó luz solar, y por último un baño con Formalina al 10% diluida en agua con almidón de yuca para calentar a 60°C, donde se obtuvo el mismo resultado.

Según el proyecto de ensamblaje de Tamaury, se utilizaron los PVC para crear discos intervertebrales, en el caso del presente trabajo se utilizó goma EVA de color crema, ya que es una herramienta de uso poco complejo, el cual se midió para obtener el mismo grosor y un efecto natural.

El trabajo de grado de los doctores Namnum y Camilo (2019), se describe el uso de acetona pura por 11 días para la extracción de grasa de la osamenta, proceso que no fue utilizado en este trabajo, ya que colocando los huesos en agua templada con detergente sin cloro e hirviendo los huesos con agua corriente fue suficiente para obtener un resultado satisfactorio, al igual que el trabajo antes mencionado.

Conclusiones

El ensamblaje de la osamenta recibida fue realizado de manera correcta y exitosa. Este trabajo de grado representa una fuente fidedigna de información sobre todo el proceso, desde el recibimiento de la osamenta hasta su ensamblaje, siendo una guía real para futuros proyectos de conservación y ensamblaje de huesos de esta u otras especies.

Se expuso el éxito del procedimiento que describe la utilización de detergente en polvo sin cloro para fines de desgrase, brindando una osamenta limpia y libre de grasa.

El presenciar como los huesos lograron blanquearse al hervirse con partes iguales de peróxido de hidrógeno y agua, pone en evidencia la gran eficacia de este método.

Para la autora, ensamblar un ejemplar como lo es el Manatí Antillano, en este caso del espécimen Frontón, representó un gran reto debido a ser una especie poco estudiada. No obstante, sirvió de mucha experiencia para comprender más a fondo la anatomía de este animal acuático. De igual forma, se aspira a servir de motivación para que otros estudiantes y profesionales deseen incursionar en la preservación y ensamblaje de esqueletos de otros animales exóticos.

Este esqueleto será trasladado lo antes posible al Museo de la Ballena en Samaná para cumplir con los fines de exhibición museográficos y representa un gran aporte para la República Dominicana y los habitantes que logran tener acceso a observar y estudiar la anatomía de este animal. La preservación exitosa de las estructuras facilita el entendimiento de su función anatómica.

Recomendaciones

Se debe mantener un inventario de la osamenta en todo momento. Los huesos deben ser guardados de la manera más organizada posible.

Al momento de hervir alguna osamenta de este tipo, en ninguna circunstancia se debe colocar en agua corriente inmediatamente se retiren de hervir, esto puede astillar los huesos y estropearlos permanentemente.

La protección recomendable para utilizar en este tipo de trabajo es gafas, mascarillas, guantes, uniforme quirúrgico y zapatos cerrados. De presentarse alguna emergencia es inminente acudir a la opinión profesional.

Para lograr que los futuros profesionales de la Medicina Veterinaria sean capaces de proteger especies en peligro de extinción, es preciso que conozcan sobre su anatomía y logren estudiarlos a fondo, por lo que la incorporación de materias relacionadas a este tema es un punto necesario por cubrir en el pensum académico para la obtención del grado de Doctor en Medicina Veterinaria en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

Referencias

- Bonde, R., O'Shea, T., & Cathy, B. (1983). Manual de procedimientos para la recuperacion y necropsia de cadaveres de manati (*Trichechus manatus*). Gainesville.
- Buchholtz, E., Booth, A., & Webbink, K. (2007). *Vertebral anatomy in the Florida manatee, Trichechus manatus latirostris: A developmental and evolutionary analysis*: American Association For Anatomy. Retrieved from American Association For Anatomy Web site:
<https://anatomypubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ar.20534>
- Camilo, L., & Namnum, L. (2019). Maceración por agua hirviendo y ensamblaje de un esqueleto de cerdo con fines de exposición y estudios anatómicos. Santo Domingo.
- Clínica Universidad Navarra. (2022). *Diccionario médico CUN*. Retrieved from CUN:
<https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/maceracion>
- De la Rosa, F., Naveo, R., Santana, L., & Pichardo, R. (2021). Museo de Historia Natural estrena exhibición del manatí Tamaury.
- De la Rosa, F., Santana, L., & Naveo, R. (2020). Los esqueletos de mamíferos marinos como herramienta educativa y las técnicas de conservación usadas en la República Dominicana.
- Getty, R., Sisson, S., & Grossman, J. (2001). *Anatomía e los animales domésticos*. Barcelona: Masson, S.A.
- González, A. M., Lara, G., & Quintero, J. (2017). *Guía para la atención de varamientos de mamíferos acuáticos en Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Retrieved from Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Web site:
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/VARAMIENTOS-BAJA-CON-ANEXO-2.pdf>

- Mejía, Nora. (1993). Preparación y conservación del esqueleto canino para fines de docencia y exposición. Republica Dominicana.
- Noguera, Bulmaro. (2020). *¿Qué es la saponificación?* Retrieved from Ingeniería química reviews: <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/07/saponificacion.html>
- Olivo, B., & Ferreras, M. (2018). Ensamblaje y conservación del esqueleto equino por el método de maceración con agua hirviendo para fines de exposición y docencia. Santo Domingo.
- Periódico Hoy. (2022, Junio). Onamet. *Habrá aguaceros dispersos y calor*.
- Quintanilla, Rosario. (2008). La proteccion a los animales. Malaga.
- Real Academia Española. (2021). *Ensamblar: Diccionario de la lengua española*. Retrieved from Diccionario de la lengua española: https://dle.rae.es/ensamblar?m=30_2
- Sahagun, Salvador. (2021). *¿Cómo afecta el calor a los alimentos?: Logicbus*. Retrieved from Logicbus Blog: <https://www.logicbus.com.mx>
- Trujillo, F., Gärtner, A., Caicedo, D., & Diazgranados, M. C. (2013). *Diagnóstico del estado de conocimiento y conservación de los mamíferos acuáticos en Colombia: Omacha Org*. Retrieved from Omacha Org: <http://omacha.org/wp-content/uploads/2019/06/diagnostico-estado-conocimiento-conservacion-mamiferos-acuaticos.pdf>
- Villarroel, M., & Troncoso, N. (2017). *Combinación de Osteotecnia más Conservación de Músculos en mntaje único de Canis lupus familiaris*. Retrieved from SciELO Scientific Electronic Library Online: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100055

Anexos

Figura 1. Distintos recipientes con agua y detergente sin cloro.



Figura 2. Vérttebras hirviendo, tendadero para evitar astillamiento.



Figura 3. Secado en la caja metálica.



Figura 4. Organización de las vértebras.



Figura 5. Base y soportes para el esqueleto.



Figura 6. Colocación de la mezcla de glaze F-10 con aguarrás.



Figura 7. Finalización del ensamble.



Figura 8. Finalización del ensamble, ángulo distinto.