



Ambiente

Protocolo de eutanasia para  
especímenes de

# hipopótamo común

(*Hippopotamus amphibius*)

como medida de caza de control





Ambiente



Protocolo de eutanasia para especímenes de

# hipopótamo común

*(Hippopotamus amphibius)*

como medida de caza de control



# Ambiente

## Protocolo de eutanasia para especímenes de hipopótamo común (*Hippopotamus amphibius*) como medida de caza de control

### República de Colombia

#### Presidente

Gustavo Petro Urrego

#### Vicepresidenta

Francia Elena Márquez Mina

### Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

#### Ministra (e) de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Irene Vélez Torres

#### Viceministra (e) de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Luz Dary Carmona Moreno

#### Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

Edith Bastidas Calderón

#### Directora de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Natalia María Ramírez Martínez

#### Revisores Protocolo de Expertos

- Carlos Andrés Valderrama, director de WebConserva
- Yina Paola Serna, veterinaria de Fauna Silvestre
- Julio César Aguirre, decano de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Remington
- Juan Felipe Zapata, docente de la Universidad Remington
- Delio Orjuela, experto en Fauna Silvestre Dave Wehdeking, Fundación Zoológico de Cali
- Carlos Galvis, Fundación Zoológico de Cali
- Gonzalo Mejía, investigador
- Germán Jiménez, Pontificia Universidad Javeriana
- Nataly Castelblanco, bióloga investigadora
- Andrés Felipe García, Fundación BIOETHOS
- Eugenia Pereira, ACICBA
- Angélica Moreno, coordinadora de Salud Animal de Piscilago
- Gonzalo Andrade, director del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia
- Hugo Fernando López, profesor del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia
- Rafael Moreno, investigador, Universidad Nacional de Colombia
- Natalia Atuesta, investigadora del Instituto SINCHI
- Mariela Osorno, investigadora del Instituto SINCHI
- Laura Nova, Instituto Humboldt
- María Piedad Baptiste, Instituto Humboldt
- Hernando García, Instituto Humboldt
- Ana María Roldán, Instituto Humboldt
- Julia del Carmen Palacios, directora general de IIAP
- Luis Eladio Rentería, investigador de IIAP
- Luis Hernán Chasqui, investigador del INVEMAR

#### Autores

- Leidy Paola Sánchez Cuadros
- Mayra Alejandra Vargas (texto "Protocolo de necropsia")
- Rayza Cristina Segura Ospino
- Diana Janneth David López

Catalogación en la publicación – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental - Biblioteca.

Nombre: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, autor | Leidy Paola Sánchez Cuadros, autora | Mayra Alejandra Vargas, autora | Rayza Cristina Segura Ospino, autora | Diana Janneth David López, autora.

Título: Protocolo de eutanasia para especímenes de hipopótamo común : (*Hippopotamus amphibius*) : como medida de caza de control

Descripción: Primera edición | Bogotá : Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025. | 33 páginas : cuadros, figuras, ilustraciones y tablas

Identificadores: ISBN (digital): 978-628-7598-53-9

Materias: Tesauro Ambiental para Colombia: Caza de control | Disposición final | Especies depredadora | Protocolos | Orden : Artiodactyla / Familia : Hippopotamidae / Género : Hippopotamus / Especie : *Hippopotamus amphibius* / Vernáculo 1 : Hipopótamo

Clasificación: CDD 599.635 -dc21 CO\_BoCDM

**Primera edición:** diciembre de 2025

©Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**ISBN (digital):** 978-628-7598-53-9

**Corrección de estilo:** Laura Porras Montenegro, Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental

**Diagramación:** José Roberto Arango, Grupo Comunicaciones

**Fotografía portada:** Navigirl en Pixabay



Todos los derechos reservados

Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en esta publicación para fines educativos u otros no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción o distribución total o parcial de este documento para fines comerciales.

# Contenido

<b>1</b>	<b>Objetivo general</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Alcance</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Marco normativo</b> .....	<b>7</b>
	3.1 Caza de control .....	8
	3.2 Eutanasia física y química .....	9
<b>4</b>	<b>Definiciones</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Personal</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Desarrollo del protocolo</b> .....	<b>13</b>
	6.1 Procedimiento de eutanasia .....	13
<b>7</b>	<b>Métodos químicos</b> .....	<b>14</b>
	7.1 Ceba y captura de animales .....	14
	7.2 Inmovilización química .....	14
	7.3 Inducción anestésica .....	15
	7.4 Mecanismos de eutanasia química .....	15
<b>8</b>	<b>Método físico</b> .....	<b>17</b>
	8.1 Disparo por arma de fuego en la cabeza .....	17
<b>9</b>	<b>Verificación de la muerte</b> .....	<b>18</b>
	9.1 Necropsia .....	18
<b>10</b>	<b>Disposición final</b> .....	<b>20</b>
	10.1 Disposición sanitaria por enterramiento .....	20
	10.2 Disposición final por incineración .....	22
	<b>Referencias</b> .....	<b>23</b>
	<b>Anexos</b> .....	<b>24</b>
	Anexo 1. ....	25
	Anexo 2. ....	34





Foto: Rohit Varma

## Objetivo general

Elaborar un protocolo detallado que oriente la aplicación de los diferentes métodos de eutanasia para la especie *Hippopotamus amphibius*, como medida de caza de control en el marco de la implementación del plan para la prevención, control y manejo

de esta especie; dichos métodos deben ser realizados por personas calificadas e idóneas, bajo los principios de gestión del riesgo y del bienestar animal para la protección de los ecosistemas y las especies nativas de nuestro país.

## Alcance

La caza de control es una medida fundamental para el manejo integral de la especie exótica invasora de hipopótamos que, mediante la aplicación simultánea de diversas acciones, conduce a la reducción efectiva de su población y mitiga los desequilibrios ecológicos que causan. En el contexto específico de los hipopótamos, esta medida se implementa siguiendo el artículo 2.2.1.2.10.1. del Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual define la caza de control como “aquella que se realiza con el propósito de regular la población de una especie de la fauna silvestre, cuando así lo requieran circunstancias de orden social, económico o ecológico”.

Para abordar esta situación de manera efectiva, se ha considerado necesario implementar un protocolo de caza de control. Este protocolo incluye varias actividades esenciales: (1) ceba y captura; cuando sea determinado en cumplimiento del presente protocolo, practicar la (2) eutanasia por métodos físicos o químicos y la (3) disposición de cadáveres.

Es importante aclarar que la eutanasia es únicamente una de las actividades que conforman la caza de control y se utiliza exclusivamente cuando es necesario, siempre bajo los principios de bienestar animal y con el objetivo de mitigar los impactos negativos causados por la sobrepoblación de hipopótamos.

## Marco normativo

Tabla 1. Marco normativo

N.º	Norma	Tema	Artículos
1	Ley 84 de 1989	“Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia.”	Artículo 1, 2, 4, 6 y 17
2	Ley 99 de 1993	“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.”	En su totalidad

N.º	Norma	Tema	Artículos
3	Ley 576 del 2000	"Por la cual se expide el Código de Ética para el ejercicio profesional de la medicina veterinaria y zootecnia."	Artículo 1, 2, 5, 6 7, 8, 19, 48, 49, 50 y 52
4	Ley 1774 de 2016	"Por medio de la cual se modifican el Código Civil, la Ley 84 de 1989, el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal y se dictan otras disposiciones."	En su totalidad
5	Decreto 1076 de 2015	"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible."	Capítulo 2, sección 10
6	Decreto 780 de 2016	"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Salud y Protección Social."	Artículo 2.8.10.1. y ss.
7	Resolución 0346 de 2022	"Por la cual se modifica el artículo 1.º de la Resolución n.º 848 de 2008, adicionando la especie <i>Hippopotamus amphibius</i> (Hipopótamo común) y se toman otras determinaciones."	En su totalidad
8	Resolución 0774 de 2024	"Por la cual se adopta el Plan para la prevención control y manejo de la especie exótica invasora Hipopótamo común ( <i>Hippopotamus amphibius</i> ) y se establecen otras disposiciones."	En su totalidad

Fuente: elaboración propia.

## Caza de control

De conformidad con el artículo 2.2.1.2.10.1. del Decreto 1076 de 2015, la caza de control es aquella que se "realiza con el propósito de regular la población de una especie de la fauna silvestre, cuando así lo requieran circunstancias de orden social, económico o ecológico".

En ese orden de ideas, el artículo 2.2.1.2.10.6. del mismo decreto establece que las circunstancias de orden ecológico se refieren a la "necesidad de regular el crecimiento poblacional de determinada especie, por razones de protección de esta o de otras especies de la fauna silvestre, o para proteger otros recursos naturales renovables relacionados".

En cuanto a la práctica de esta medida, se precisa que la Autoridad Ambiental regional es la encargada de practicarla o autorizarla, conforme a las disposiciones del mencionado decreto. Además, se debe considerar

que, según el artículo 2.2.1.2.10.2., los métodos que se empleen no ocasionen perjuicio a las demás especies ni a su medio ni causen la extinción de la especie o subespecie controlada; sin embargo,

**sólo podrá permitirse la erradicación si se trata de especies exóticas que hayan sido introducidas voluntaria o involuntariamente por la acción humana, cuando en uno y otro caso la magnitud de los efectos negativos de la especie o subespecie en el orden social, económico o ecológico así lo exijan.**

En este punto es relevante poner de presente que la Corte Constitucional, en relación con la sentencia C-045 de 2019, analizó las excepciones vigentes al principio de bienestar animal y prohibición del maltrato animal y señaló que una de las circunstancias admisibles constitucionalmente para la caza es la finalidad de ejercer control de una especie, la cual deberá contar con

una autorización expedida por la entidad administradora de los recursos naturales.

En vista de lo anterior, y teniendo en cuenta que las poblaciones de hipopótamos (*Hippopotamus amphibius*) se encuentran distribuidas en ecosistemas naturales del territorio nacional y que bajo la Resolución 346 de 2022 es considerada como una especie exótica invasora, cabe señalar la necesidad de que la Autoridad Ambiental adelante las medidas necesarias para controlar la invasión, conforme a la Resolución 774 de 2024 dentro de las que se encuentra implementar la caza de control y, cuando sea determinado en cumplimiento del presente protocolo, practicar la eutanasia al espécimen.

Es necesario precisar que la medida de caza de control incluye las actividades de (1) ceba y captura y, cuando sea determinado en cumplimiento del presente protocolo, practicar la (2) eutanasia por métodos físicos o químicos y (3) disposición de cadáveres (MinAmbiente, Instituto Humboldt y Universidad Nacional de Colombia, 2022).

## Eutanasia física y química

La definición legal de la eutanasia, según el parágrafo 2 del artículo 19 de la Ley 576 de 2000, establece que es:

como “la muerte sin dolor” y podrá realizarse con la voluntad y previa autorización del usuario de los servicios o responsable del animal. Considerase la eutanasia en medicina veterinaria como un recurso terapéutico y como una medida sanitaria, en cuyo caso será obligatoria. El método aplicado deberá ser farmacológicamente aceptado, humanitario e indoloro.

Para efectos de este protocolo, como se anota en el acápite 7, la eutanasia podría

ser por métodos físicos o químicos, lo cual será determinado por el médico veterinario atendiendo el caso en concreto.

Ahora bien, en cuanto a las condiciones para practicarla, el capítulo 10 de la Ley 84 de 1989, en relación con el sacrificio de animales no destinado al consumo humano, establece que solo podrá realizarse mediante procedimientos no sancionados por esta ley en el capítulo 9 y que no entrañen crueldad, sufrimiento o prolongación de la agonía y únicamente en razón a circunstancias como la de

g) Por constituir una amenaza para la economía o la ecología o cuando por exceso de su población signifique peligro grave para la sociedad. El sacrificio de animales comprendidos en las circunstancias de este literal requiere la autorización previa de la entidad administradora del recurso, conforme a la Sección 4a. del Decreto 1608 de 1978 titulado “caza de control” [...].

Este escenario concuerda con lo establecido en el artículo 6 de la misma ley, porque el sacrificio es inevitable o necesario, según los artículos 17 y 18 del capítulo 5.

Por último, en ambos métodos debe considerarse que el artículo 1.º de la Ley 84 de 1989 expresa que “[...] los animales tendrán en todo el territorio nacional especial protección contra el sufrimiento y el dolor, causados directa o indirectamente por el hombre”. Por otro lado, el parágrafo de la mencionada norma indica que la expresión “animal” utilizada en dicho estatuto incluye los silvestres, bravíos o salvajes, así como los domésticos o domesticados, cualquiera sea el medio físico en que se encuentren o vivan, en libertad o en cautividad. La Ley 1774 del 2016 establece a los animales como seres sintientes, no cosas, y que deben recibir especial protección contra el sufrimiento y el dolor, en especial, el causado directa e indirectamente por los humanos.

## Definiciones

**Analgésicos:** los fármacos que tienen un efecto analgésico sirven para reducir la capacidad de un animal para percibir el dolor, aunque no todos los medicamentos pueden extinguir el dolor completamente. Por otra parte, el hecho de que el fármaco tenga un efecto analgésico no significa que cause inconsciencia en el animal. Por lo tanto, el fármaco preeutanasia ideal es tanto analgésico como anestésico (The Humane Society of the United States Euthanasia Training Manual, 2013).

**Anestésico:** cuando se ha administrado un agente anestésico, el animal está idealmente inconsciente, tiene una pérdida total de la capacidad para sentir dolor (analgesia) y ha sido inmovilizado, pero sus funciones vitales (respiración y latidos de corazón) se mantienen. Por esta razón, el ideal de los fármacos preeutanasia son anestésicos que, cuando se utilizan en dosis apropiadas, alcanzan todos estos ideales (The Humane Society of the United States Euthanasia Training Manual, 2013).

**Bienestar animal<sup>1</sup>:** designa el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere (Organización Mundial de la Sanidad Animal [OMSA], 2024).

**Caza<sup>2</sup>:** entiéndase por caza todo acto dirigido a la captura de animales silvestres ya sea dándoles muerte, mutilándolos o atrapándolos vivos y la recolección de sus productos. Se comprende bajo la acción genérica de caza todo medio de buscar, perseguir, acosar, aprender o matar individuos o especímenes de la fauna silvestre o recolectar sus productos.

**Caza de control<sup>3</sup>:** es aquella que se realiza con el propósito de regular la población de una especie de la fauna silvestre, cuando así lo requieran circunstancias de orden social, económico o ecológico.

Los métodos que se empleen para practicar el control serán tales que, sin menoscabar su efectividad, no ocasionen perjuicio a las demás especies ni a su medio ni causen la extinción de la especie o subespecie controlada; solo podrá permitirse la erradicación si se trata de especies exóticas que hayan sido introducidas voluntaria o involuntariamente por la acción humana, cuando en uno u otro caso la magnitud de los efectos negativos de la especie o subespecie en el orden social, económico o ecológico así lo exijan<sup>4</sup>.

**Circunstancias de orden social<sup>5</sup>:** que pueden motivar la caza de control, aquellas determinadas por la necesidad de prevenir o combatir enfermedades cuya aparición o propagación se deba a la especie objeto del control. El control, en este caso, deberá ser practicado bajo la supervisión de la entidad administradora del recurso a solicitud del Ministerio de Salud y Protección Social y en coordinación con las autoridades sanitarias.

**Circunstancias de orden ecológico<sup>6</sup>:** que pueden motivar la caza de control, aquellas determinadas por la necesidad de regular el crecimiento poblacional de determinada especie, por razones de protección de esta o de otras especies de la fauna silvestre, o para proteger otros recursos naturales renovables relacionados.

**Circunstancias de orden económico<sup>7</sup>:** son circunstancias de orden económico,

1. Véase <https://www.woah.org/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal>.
2. Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.1.2.5.1.
3. Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.1.2.10.1.
4. Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.1.2.10.2.
5. Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.1.2.10.2.
6. Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.1.2.10.6.

que pueden motivar el control, aquellas determinadas por la necesidad de prevenir o controlar plagas que afecten las actividades agropecuarias.

**Conciencia:** cuando está consciente, un animal tiene la capacidad de responder de forma deliberada e intencional a los estímulos del ambiente (The Humane Society of the United States Euthanasia Training Manual, 2013).

**Eutanasia:** se define como el “Acto de inducir la muerte usando un método que ocasione una pérdida rápida e irreversible de la conciencia, con un mínimo de dolor y angustia para el animal” (Resolución 000136 del 2020 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). Para el caso particular de *H. amphibius*, como medida de manejo, se propone implementar métodos físicos y químicos, los cuales deben ser validados de manera rigurosa por médicos veterinarios expertos en grandes mamíferos, preferiblemente acompañados de un equipo interdisciplinario capacitado en el manejo de fauna silvestre.

No obstante, además de la normativa específica en la materia que da los lineamientos generales, los siguientes son los métodos que contempla la Organización Mundial de Sanidad Animal (MinAmbiente, IAvH e ICN, 2022).

- a. **Métodos físicos:** estos métodos deben producir la inmediata pérdida de la conciencia a través del trauma físico del cerebro. Aunque los métodos físicos pueden ser estéticamente menos agradables para los observadores, en manos expertas estos métodos son rápidos, seguros y posiblemente los que producen menos angustia en el animal. Para todos estos métodos es esencial la formación de especialistas (Gobierno de México, 2011).
- b. **Métodos químicos:** generalmente se utilizan anestésicos en sobredosis como agentes eutanásicos, los cuales producen inconsciencia, analgesia y relajación mus-

cular suficiente para realizar los procedimientos sin dolor. Las manifestaciones por sobredosis de anestésico incluyen: aparición de arritmias cardíacas; la respiración se hace más lenta, superficial e irregular; los reflejos cardiovasculares del sistema nervioso central, musculoesqueléticos, gastrointestinales y oculares están enormemente disminuidos o abolidos, y la presión sanguínea cae rápidamente hasta producir una profunda hipotensión (Gobierno de México, 2011).

Esta actividad aplica para la implementación de la caza de control, definida en el artículo 116 del Decreto 1608 de 1978 de la Presidencia de la República de Colombia como “[...] aquella que se realiza con el propósito de regular la población de una especie de la fauna silvestre, cuando así lo requieran circunstancias de orden social, económico o ecológico”.

**Disposición de cadáveres:** para esta actividad el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS, 2022) indica las condiciones para la disposición final de cadáveres, partes del animal o materiales de origen animal, tanto si se hace inmediatamente después de la muerte del animal o si por alguna razón se retrasa. Se sugiere como métodos principales de destrucción y disposición final el enterramiento o la incineración.

**Especie exótica invasora:** es aquella que ha sido capaz de colonizar efectivamente un área en la que se ha interrumpido la barrera geográfica y se ha propagado sin asistencia humana directa en hábitats naturales o seminaturales y cuyo establecimiento y expansión amenaza los ecosistemas, hábitats o especies con daños económicos o ambientales (Resolución 848 de 2008 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo).

**Inconsciencia:** el animal no tiene conciencia ni capacidad de percepción sensorial, pareciendo estar en un sueño profundo

(The Humane Society of the United States Euthanasia Training Manual, 2013).

**Necropsia:** procedimiento médico y forense que se realiza en animales después de su muerte para determinar la causa de esta y

para obtener información sobre la salud del animal durante su vida.

**Sedación:** estado de calma, relajación o somnolencia que causan ciertos medicamentos (Sumano-López y Ocampo-Camberos, 1987).

## Personal

### Principios generales

Las presentes recomendaciones parten de la decisión de implementar la eutanasia en uno o varios individuos y abordan la necesidad de asegurar su bienestar hasta su muerte (OMSA, 2023). Para este fin, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Todo el personal que participe en el proceso de eutanasia de los animales en condiciones adecuadas deberá tener la destreza y las competencias necesarias, así como la experiencia y formación en fauna silvestre debidamente certificada.

Todos los miembros del equipo deben estar plenamente informados sobre los lineamientos y procedimientos de seguridad pertinentes a sus funciones específicas. Aquellos que participen en actividades como la captura y manipulación de animales deben conocer a fondo y ser capaces de implementar correctamente las normas de seguridad establecidas.

Las intervenciones se llevarán a cabo bajo la dirección de un médico veterinario, quien tendrá autoridad para designar al personal de equipos especializados y velar por que se respeten las normas de bienestar animal y bioseguridad exigidas, y quien se asegurará, cuando designe a dicho personal, de que posee las competencias requeridas.

Los procedimientos de eutanasia deberán adaptarse a las circunstancias específicas de momento y lugar, tener en cuenta, aparte del bienestar de los animales, la ética y el método elegido, la seguridad de los

operadores, la bioseguridad y los aspectos medioambientales.

Una vez tomada la decisión, la eutanasia se llevará a cabo con la mayor rapidez posible y se seguirá cuidando a los animales hasta su muerte.

Las autoridades competentes controlarán permanentemente las operaciones de eutanasia para asegurarse de su eficacia en relación con el bienestar de los animales, la seguridad de los operadores y la bioseguridad.

El uso del equipo de protección personal es obligatorio durante los procedimientos de captura, manejo y necropsia de animales para proteger al personal de lesiones y exposiciones a patógenos. Este equipo es esencial para garantizar la salud, la seguridad y el cumplimiento con las normas de protección laboral.

Una vez concluidas las operaciones, se redactará un informe en el que se describirán los métodos empleados y sus efectos en el bienestar de los animales, la seguridad de los operarios y la bioseguridad.

Antes de iniciar cualquier proceso de captura es fundamental asegurar la preparación adecuada del equipo y los materiales necesarios. Esto incluye la verificación y el mantenimiento de todos los dispositivos de captura, como la jaula, los rifles, entre otros, para garantizar su funcionamiento óptimo. Además, se debe asegurar la disponibilidad de suministros de manejo seguro de animales, como cuerdas y

elementos de sujeción, así como el equipo de protección personal adecuado para el personal involucrado. Asimismo, se debe realizar un inventario exhaustivo para verificar la disponibilidad de medicamentos, equipos de primeros auxilios y cualquier otro material necesario

para el manejo de emergencias durante el proceso de captura. Esta preparación meticulosa del equipo y los materiales es esencial para garantizar la seguridad tanto de los animales como del personal, así como para facilitar un proceso de captura efectivo y ético.

## Desarrollo del protocolo

Antes de considerar la eutanasia como una opción, es importante identificar la situación en la que se encuentra el ejemplar y analizar las posibles soluciones y los resultados. A continuación, se describe cada una de las etapas para este proceso.

### Procedimiento de eutanasia

Según la American Veterinary Medical Association (AVMA) (2020), los agentes eutanásicos causan la muerte por tres mecanismos básicos:

1. Depresión directa de las neuronas necesarias para la función vital.
2. Hipoxia.
3. Alteración física de la actividad cerebral.

El proceso de eutanasia debe minimizar o eliminar el dolor, la ansiedad y la angustia antes de la pérdida de conciencia. La inconsciencia, se produce cuando la capacidad del cerebro para integrar la información se bloquea o se interrumpe. Idealmente, los métodos de eutanasia deberían dar lugar a una rápida pérdida de conciencia, seguida de un paro

cardíaco o respiratorio y la consiguiente pérdida de la función cerebral (AVMA, 2020).

La consideración principal es lograr una muerte rápida e indolora siempre que sea posible. En situaciones de vida silvestre en las que el animal no esté bien confinado, el uso de un arma de fuego del calibre apropiado para infligir una herida fatal puede ser una alternativa que depende de la experiencia del operario. No obstante, se recomienda que el método o combinación de métodos elegidos debe implicar el uso de una técnica química o física que primero deprima el sistema nervioso central para asegurar la insensibilidad inmediata al dolor, el alivio del miedo, de la angustia y la aprehensión, seguido de la parada irreversible de la función respiratoria y cardíaca del animal y la posterior muerte cerebral (West, Herard y Caulkett, 2014).

La elección de un método adecuado de eutanasia depende de las características del individuo y de la especie, tales como tamaño, peso, la ubicación y las condiciones ambientales y de terreno, donde se encuentre ubicado el ejemplar, la capacidad instalada (corral de ceba y manejo), el número de profesionales capacitados disponibles, riesgos involucrados, entre otros.

## Métodos químicos

### Ceba y captura de animales

Cerca a los cuerpos de agua y a los núcleos poblacionales identificados se debe disponer de un corral de estructura metálica compuesta por tubería de conducción de hidrocarburos o de hierro con un área mínima de 15 m<sup>2</sup> por individuo. El ingreso al corral contará con una puerta que se cerrará ante la activación de un mecanismo de guaya y broche.

Las actividades de suministro de cebo, en su mayoría, se deben desarrollar en horas vespertinas, dado que los hipopótamos tienden a exhibir comportamientos crepusculares y nocturnos. En consecuencia, su mayor actividad se registra al finalizar la tarde, lo que optimiza las posibilidades de atraerlos hacia el alimento y, por ende, hacia el corral. La distribución del cebo se realiza en puntos estratégicos tanto fuera del corral, desde los sitios identificados de entrada y salida del lago, como dentro del propio corral de manejo, con el fin de lograr que los individuos ingresen al corral y activen el mecanismo de la puerta.

La provisión de alimento incluye verduras como zanahorias, repollo, lechuga, frutas, sal mineral y melaza, ya que los hipopótamos se sienten particularmente atraídos por estos alimentos, los cuales no son comúnmente accesibles en su entorno natural.

Una vez el animal se encuentra restringido dentro del corral se procederá con la inmovilización química a través del disparo de dardo con fármacos.

Es fundamental mantener un entorno tranquilo durante la captura y el manejo. Se recomienda controlar el ruido, las luces intensas y la presencia de demasiadas personas, quienes pueden incrementar el estrés en los animales.

### Inmovilización química

Una vez el individuo capturado se encuentre apropiadamente restringido dentro del corral (activación del mecanismo de cierre de puerta) se realizará la inyección remota con rifle de dardos. Dicho elemento deberá contar con las siguientes características, sugeridas para megavertebrados:

- Sistema neumático proyector de dardos veterinarios tipo rifle, de peso entre 3,9 kg a 4 kg máximo, con manómetro de presión 20 bar o 290 PSI, alcance de hasta 90 m; con mira telescópica de 3-9X 32 mm; con cañón de 13 mm en acero inoxidable 416R y con junta de dicromato para reducir al mínimo los residuos de perforación.
- Para los dardos, se requiere que el tipo de aguja sea especial para megavertebrados, la cual permita que el medicamento entre al músculo y no se quede encapsulado en la piel gruesa del animal. Se sugiere que los dardos sean desechables, modelo tipo U, volumen 10 cc, 13 mm de diámetro, con aguja 3" (8 cm) con calibre 13G (2.4 mm), con collarín tipo arpón, que incluye penacho plástico y de 4 alas.

El rifle se cargará con una dosis de fármacos, y se recomienda dirigir el disparo preferiblemente hacia la región del cuello o el tren posterior del animal (músculos glúteos), inyectando vía intramuscular los medicamentos, para así lograr su inmovilización y esto permita el acercamiento seguro por parte del personal técnico y veterinario.

A continuación, se describen varias opciones de protocolos anestésicos reportados para la restricción química de los ejemplares:

#### Opción 1.

Xilacina a razón de 0,8 mg/kg y ketamina a razón de 5 mg/kg. Individuos con peso de 1000 kg (Cornare, 2023).

**Opción 2.**

Butorfanol a razón de 0,02 mg/kg, xilacina a razón de 0,2 mg/kg, detomidina a razón de 0,06 mg/kg y ketamina a razón de 0,07 mg/kg<sup>8</sup>. Individuo con peso de 2500 kg.

**Opción 3.**

Ketamina a razón de 1 mg/kg, detomidina a razón de 0,01 mg/kg y butorfanol a razón de 0,05 mg/kg<sup>9</sup>. Individuos con peso de 800 y 1200 kg.

**Opción 4.**

Butorfanol a razón de 0,04 mg/kg, azaperona a razón de 0,05-0,1 mg/kg, medetomidina a razón de 0,06-0,08 mg/kg y ketamina a razón de 1 mg/kg<sup>10</sup>.

**Opción 5.**

Butorfanol a razón de 0,12 mg/kg, azaperona a razón de 0,1 mg/kg y medetomidina a razón de 0,05 mg/kg<sup>11</sup>. Individuos con peso de 1000 a 2000 kg.

**Nota:** la selección de la opción se determinará a criterio del médico veterinario y el número de dardos dependerá del volumen de la dosis total según el individuo a intervenir.

El individuo deberá experimentar sedación profunda y posición de decúbito lateral una vez transcurridos entre 10 y 20 minutos de la última inyección<sup>12</sup>. Será el momento para el acercamiento del personal técnico y veterinario.

## Inducción anestésica

Se realizará colocación de dos vías venosas permeables utilizando uno o varios de los vasos sanguíneos posibles (vena auricular

externa, vena cefálica, vena safena, vena digital medial, vena sublingual u otras). Se utilizará un catéter estéril de único uso calibre 16, 18, 20 y 24 G, según el diámetro del vaso sanguíneo elegido, se fijará utilizando esparadrapo y se colocará una terminal ATI.

Utilizando esta vía venosa se administrará un volumen de detomidina a razón de 0,04 mg/kg y ketamina a razón de 4 mg/kg para profundizar el plano anestésico<sup>13</sup>.

En caso de no contar con una vía venosa permeable, deberá realizarse nuevamente la inyección intramuscular de los fármacos descritos previamente.

Una alternativa para mantener el plano anestésico es suministrar gases como isoflurano a través de una sonda endotraqueal introducida en una narina accesible a razón de 8 a 10 L/min con fracción vaporizada de 1,5 % a 4 %, utilizando un equipo de anestesia inhalada portátil.

Se pondrán los dispositivos de monitoreo necesarios para verificar el funcionamiento cardiorespiratorio (monitor multiparámetros).

## Mecanismos de eutanasia química

La inducción de la pérdida de consciencia y posterior paro cardíaco con la subsecuente pérdida de función cerebral son difíciles de lograr en el grupo de megavertebrados debido a su masa corporal<sup>14</sup>.

A continuación, se describen los métodos de eutanasia reportados para *Hippopotamus amphibius* (West, Herard y Caulkett, 2014).

8. Véase el Informe de esterilización de un individuo juvenil de hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*). Convenio 469 de 2018.
9. Véase el Informe final CES: Esterilización en campo de dos machos de hipopótamos juveniles (*Hippopotamus amphibius*) Municipio de Puerto Triunfo (Antioquia). Convenio de Cooperación n.º 184 de 2014.
10. Véase West, G., Herard, D. y Caulkett, N. (2014). *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia*. 2.ª ed.
11. Véase Kreeger, T. J., Arnemo, J. M. y Wildlife Pharmaceuticals. (2012). *Handbook of wildlife chemical immobilization* (4.a ed.). Terry J. Kreeger.
12. Se describe un tiempo aproximado, no obstante, dependerá de la selección de fármacos y características del individuo.
13. Cornare. (2023). Comunicación personal. Presentación.

## Agentes farmacéuticos no inhalantes

1. **Anestésico derivado del ácido barbitúrico (pentobarbital):** se inyecta una sobredosis de pentobarbital o sus combinaciones vía intravenosa una vez que el animal se encuentre anestesiado. Las venas superficiales y accesibles en los hipopótamos son la vena auricular y la cefálica.

La inyección de pentobarbital sódico, aunque también es ideal en estas especies, requiere una sujeción adecuada y grandes y costosos volúmenes de fármaco. La administración previa de fármacos inductores de anestesia general, como narcóticos potentes, puede facilitar la eutanasia con barbitúricos (West, Herard y Caulkett, 2014).

2. **Clorhidrato de lidocaína:** es un anestésico local que actúa sobre los canales iónicos de los nervios, bloqueando el movimiento del sodio hacia el interior de la célula y provocando un fallo de la conducción nerviosa debido a la incapacidad de generar potenciales de acción. La lidocaína causa una pérdida relativamente rápida de la función cerebral cortical (muerte cerebral) cuando se administra por vía intratecal a animales anestesiados (American Veterinary Medical Association [AVMA], 2020).

Para la aplicación del anestésico local, será ubicado el orificio atlanto-occipital (occipucio) en la base de la cabeza y utilizando la aguja guía de un catéter 14G se accederá al canal medular; usando este acceso se suministrará un volumen de 20 ml de lidocaína 2 %. El aumento

de la presión intracraneal y el bloqueo de los canales de sodio en el encéfalo deberá producir la muerte instantánea del individuo. Si se cuenta con el monitor multiparámetros, se verificará la respectiva asistolia y la confirmación del deceso. Se retirarán los dispositivos de monitoreo y las vías colocadas para posteriormente disponer del cadáver.

3. **Sobredosis de agentes anestésicos, sedantes, tranquilizantes, hipnóticos, analgésicos, entre otros:** si bien este método es considerado humanitario, tiene varios inconvenientes que lo posicionan como una de las últimas opciones para aplicar la eutanasia. Entre las desventajas se encuentra que, debido al tamaño de los ejemplares, se requieren volúmenes grandes y que esta opción es ostensiblemente más costosa que los demás métodos, pues implica la manipulación y combinación de fármacos peligrosos en mayor medida que en los otros métodos; puede provocar el desabastecimiento de fármacos de uso médico cotidiano y esencial, algunos de los cuales eventualmente pueden ser de difícil consecución. Algunos de los fármacos disponibles que se pueden emplear son propofol, etomidato, ketamina, tiletamina, fentanilo, meperidina, morfina, midazolam, diazepam, lidocaína, mepivacaína, bupivacaína, xilacina, detomidina, medetomidina todos por vía endovenosa o intracardíaca cuando el espécimen se encuentre en estado de inconsciencia por cualquier factor (Humane Society International y Caro).

**Nota:** dado que algunos de los medicamentos mencionados hacen parte de la lista de control oficial (identificados con franja violeta), estos deben estar custodiados por los médicos veterinarios acreditados con tarjeta profesional y recetario oficial<sup>14</sup>. También deberán registrarse los volúmenes y el uso en cada individuo en un documento que será firmado por el médico veterinario que ejecutó la anestesia durante el procedimiento.

14. Véase Medicamentos a un clic.  
[http://medicamentosau clic.gov.co/contenidos/Control\\_especial.aspx](http://medicamentosau clic.gov.co/contenidos/Control_especial.aspx)

## Método físico

Generalmente se utilizan sobredosis de anestésicos (métodos químicos) para el sacrificio de animales, pero debido a los problemas con individuos de gran tamaño que necesitan volúmenes muy grandes, lo hace más riesgoso, complicado y, por tanto, con mayores riesgos para el personal y mayor sufrimiento para el animal, el cual podría tener un proceso agónico muy largo y doloroso. Es por esto por lo que los métodos físicos como el disparo por arma de fuego resultan más humanitarios, rápidos y poco dolorosos cuando son llevados a cabo por personal con experiencia y habilidad para realizar la técnica elegida (Humane Society International y Caro, 2021).

Para los individuos que se identifiquen en solitario por fuera de los núcleos principales, el equipo técnico evaluará las condiciones y riesgos para implementar el procedimiento, de acuerdo con las variables que se puedan presentar en campo. El equipo técnico liderado por la Autoridad Ambiental Regional determinará la opción de método físico como medida de caza de control.

A continuación, se describe el método físico recomendado.

### Disparo por arma de fuego en la cabeza

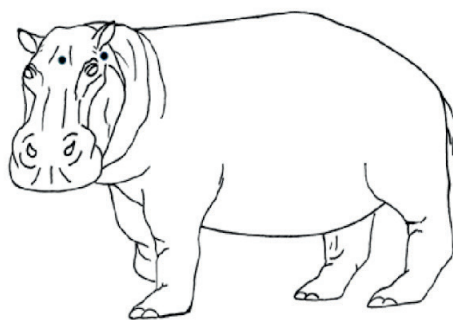
Se utilizan rifles de caza de largo alcance y de alta potencia, con el fin de proveer el menor sufrimiento al individuo. El proyectil disparado deberá apuntar directamente a la cabeza del animal, con un calibre (0,50 o 0,375) que garantice la penetración del cráneo, lo que causará el daño suficiente en la masa cerebral para insensibilizar de inmediato al animal y así generar la conmoción irreversible y la muerte del individuo. En los hipopótamos, el sitio blanco ideal para el disparo se debe ubicar detrás del hueso frontal ligeramente caudal a la línea de los ojos en una vista

frontal y detrás del hueso parietal caudal al ojo, en una vista lateral (Gobierno de México, 2015) (figura 1).

El tipo de arma se escogerá teniendo en cuenta su disponibilidad y sus proyectiles; así mismo, esta operación solo la realizarán tiradores con la preparación y las competencias adecuadas (Humane Society International y Caro, J.; Diario Oficial de la Federación, 2015).

Los profesionales médico veterinarios junto con la Autoridad Ambiental Regional determinarán la selección de individuos y el lugar para realizar este procedimiento. Es necesario tener en cuenta que los animales deberán estar distanciados de los cuerpos de agua para evitar dificultades en la disposición del cadáver.

**Figura 1. Puntos de aplicación del arma de fuego en los hipopótamos para darles muerte**



Fuente: Gobierno de México (2015).

En conclusión, el mejor método de eutanasia para la mayoría de los animales salvajes en cautiverio y en libertad implica el uso de protocolos de dos etapas: en la que primero se insensibiliza al animal y luego se pone fin a su vida mediante algún medio eficiente e irreversible. En esas situaciones, en las que a criterio técnico se determine caza de con-

trol, o en las que la inmediatez y la urgencia dictan que se emplee un método más directo, especialmente para especies medianas y grandes, el uso de un arma de fuego es a

menudo la forma más rápida y práctica de acabar humanamente con la vida de un animal dadas las circunstancias prevalecientes (West, Herard y Caulkett, 2014).

## Verificación de la muerte

La verificación de la muerte es importante por razones de bienestar, éticas y de seguridad. Los animales que despierten durante el procedimiento (en el caso de un método químico) de manera imprevista pueden dañar al personal cercano mediante luchas físicas violentas o actos defensivos. Evaluar si se ha producido la muerte es especialmente importante cuando se sacrifican animales potencialmente peligrosos y animales que pueden soportar largos periodos de anoxia. Es esencial que el personal involucrado en la eutanasia esté capacitado para confirmar la muerte en las especies de interés (West, Herard y Caulkett, 2014).

Los signos de muerte incluyen ausencia de movimientos respiratorios, ausencia de pulso o latidos cardíacos, membranas mucosas descoloridas sin relleno capilar, pupilas dilatadas y fijas, y pérdida del reflejo corneal. Dado que ninguno de estos signos es universalmente consistente entre especies, se debe utilizar un método físico de eutanasia, como la decapitación o el desangrado, como paso final si hay alguna duda de que se ha producido la muerte (West, Herard y Caulkett, 2014).

### Necropsia

La realización de necropsias en hipopótamos (*Hippopotamus amphibius*) en condiciones de vida libre es un procedimiento de alto

riesgo debido al tamaño, la fuerza y las características biológicas de la especie, así como a las condiciones ambientales en que suelen encontrarse los cadáveres. En primer lugar, los riesgos físicos son los más inmediatos. Es posible que el animal no se encuentre completamente muerto o que persistan reflejos medulares que provoquen movimientos bruscos durante la manipulación, lo cual puede causar lesiones graves o incluso comprometer la vida del personal. Por ello, es esencial verificar la muerte mediante la ausencia total de reflejos o actividad cardíaca antes de acercarse al cuerpo. A esto se suma el peligro inherente de manipular un animal que puede superar las dos toneladas de peso; los intentos de movilización sin apoyo mecánico pueden derivar en fracturas, contusiones o aplastamientos. El uso de maquinaria o poleas, así como una comunicación constante entre los operadores, es indispensable para reducir este riesgo.

El entorno natural también plantea amenazas. La presencia de carroñeros o depredadores atraídos por el olor del cadáver puede poner en peligro la integridad de los equipos de trabajo. Se recomienda establecer perímetros seguros y contar con el acompañamiento de personal entrenado en control de fauna o seguridad ambiental. Asimismo, los terrenos donde suelen

**Nota:** en situaciones muy específicas y extraordinarias, el médico tratante evaluará la necesidad de implementar métodos secundarios como el desangrado, el cual solo será aceptado en animales bajo anestesia profunda para asegurar la muerte como última medida, junto con la aprobación de la autoridad competente.

hallarse, próximos a cuerpos de agua o en suelos pantanosos, incrementan el riesgo de caídas, atrapamientos o ahogamientos. Antes de iniciar el procedimiento se debe realizar una evaluación topográfica del sitio, delimitar la zona de trabajo y emplear equipo antideslizante y cuerdas de sujeción cuando sea necesario.

En cuanto a los riesgos biológicos y sanitarios, el hipopótamo es portador potencial de agentes zoonóticos de relevancia, tales como *Leptospira* spp., *Brucella* spp., *Mycobacterium* spp., *Bacillus anthracis* y diversos enteropatógenos bacterianos y virales. El contacto directo con fluidos corporales, sangre o tejidos sin protección adecuada puede ocasionar infecciones graves en los miembros del equipo. El uso de elementos de protección personal completos —incluyendo overoles impermeables, doble guante, gafas de seguridad, mascarillas N95 o respiradores P100—, junto con la vacunación previa contra tétanos y hepatitis B, constituye una medida mínima de bioseguridad. Adicionalmente, la apertura de cavidades con alta presión interna, como el abdomen, puede provocar la liberación súbita de gases y líquidos contaminantes, con riesgo de salpicaduras o aerosolización. La manipulación cuidadosa con bisturí largo, el trabajo a favor del viento y el control de la presión abdominal antes de realizar incisiones son prácticas recomendadas para mitigar estos eventos.

Durante las necropsias también se deben considerar los riesgos químicos derivados del posible uso previo de anestésicos potentes, en animales que hayan sido capturados o inmovilizados antes de su muerte. La exposición a residuos de estas sustancias puede causar intoxicaciones graves por absorción dérmica o inhalatoria. En tales casos, es necesario verificar la historia clínica o el reporte del operativo de inmovilización,

manipular con guantes resistentes a químicos y disponer en sitio del antídoto correspondiente. Asimismo, la utilización de desinfectantes o conservantes (por ejemplo, formol o fenoles) requiere medidas adicionales de protección respiratoria y ocular, y la manipulación de estas sustancias debe realizarse en espacios ventilados y con diluciones seguras.

Otro aspecto relevante corresponde a los riesgos ambientales. La disposición inadecuada de fluidos biológicos o restos de tejidos en cuerpos de agua puede generar contaminación microbiológica y afectar la salud de la fauna silvestre o de las comunidades humanas cercanas. Por ello, la zona de trabajo debe contar con un sistema de contención que evite escorrentías hacia fuentes hídricas, y los desechos deben ser recogidos y transportados para su disposición final mediante entierro controlado o incineración. Además, las condiciones climáticas propias de las áreas donde habitan los hipopótamos —altas temperaturas, humedad o lluvias intensas— pueden generar golpes de calor, deshidratación o hipotermia en el personal, por lo que se recomienda trabajar en turnos cortos, asegurar la hidratación continua y disponer de zonas de descanso y sombra.

Finalmente, existen riesgos psicosociales y de coordinación que, aunque menos evidentes, pueden comprometer la seguridad y la eficacia del procedimiento. El sacrificio o la manipulación post mortem de un animal carismático puede generar rechazo social, estrés emocional en el personal o reacciones adversas de la comunidad local. En estos casos es importante garantizar una comunicación transparente y respetuosa, explicando las razones técnicas y sanitarias de la necropsia y asegurando la presencia de representantes de la autoridad ambiental para mediar con la comunidad o los medios de comunicación.

15. Véase Ministerio de Salud y Protección Social, Manejo de cadáveres de animales. <https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/manejo-cadaveres-animales.aspx>

Asimismo, las fallas en la coordinación interinstitucional —por ejemplo, duplicidad de funciones o ingreso simultáneo de equipos sin control— aumentan la posibilidad de accidentes o pérdida de evidencias. Por esta razón, cada necropsia debe realizarse bajo un esquema de mando único, con designación clara de responsabilidades y protocolos de comunicación definidos entre las entidades participantes.

Al confirmar la muerte de cualquier ejemplar y de acuerdo con las condiciones en las que se presentó, el equipo veterinario decidirá si este procedimiento es realizado o no, teniendo en cuenta que se garanticen las condiciones necesarias para el desarrollo del procedimiento. En caso de que se determine realizar la necropsia del animal, esta deberá ser en un lapso no mayor a 24 horas después de la muerte.

Tal labor será realizada y supervisada por el personal médico veterinario experto en fauna silvestre.

Este es un procedimiento ordenado que abarca la observación y muestreo de todos los aparatos y sistemas con el fin de llegar a determinar la causa de la muerte o el deterioro del ejemplar. Asimismo, permitirá obtener información que permita retroalimentar los procedimientos realizados y valorar la salud de la población de hipopótamos en Colombia.

Todo el procedimiento será registrado por medio de fotografías y, de ser posible, por videograbación, además el médico veterinario responsable de la necropsia detallará un reporte de los hallazgos.

El Protocolo de necropsia se encuentra descrito en el “Anexo 1” y para el registro de necropsia ver el “Anexo 2” de este documento.

## Disposición final

### Disposición sanitaria por enterramiento

Se considera que el método de enterramiento es el procedimiento técnico más adecuado para la eliminación de animales y otros elementos de riesgo porque generalmente es cómodo, rápido, económico y seguro (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México, 2011). El Ministerio de Salud y Protección Social<sup>15</sup> sugiere que para el método de enterramiento se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Número y tamaño de los animales muertos o despojos.
- Accesos para vehículos y maquinaria pesada.
- Nivel freático (se requiere ausencia de napas y de puntos de captación de agua). Se recomiendan aguas subterráneas a una profundidad superior a los 8 metros.
- Lejos de cursos de agua superficiales (ríos, lagunas, arroyos, entre otros).
- Condiciones geológicas del terreno.
- Ausencia de cañerías de gas, agua, cables eléctricos subterráneos.
- Aislamiento, especialmente de áreas habitadas, caminos.
- Uso futuro del área.
- Costos de la operación.
- Capacitación y experiencia de los operadores.
- Protección del ambiente; para lo cual existen provisiones sobre la puesta en la fosa de cubiertas de materiales especiales para prevenir una posible lixiviación y contaminación de las aguas).
- Existencia de animales salvajes en la zona.
- Debe tenerse en cuenta consultar a las autoridades de medioambiente, sobre los requerimientos adicionales que deben cumplirse.

### Selección del sitio para enterramiento

Después de haber analizado y verificado los factores necesarios para la toma de decisiones, los cuales deben ser satisfactorios, se deben elegir los terrenos planos con suelos de buena estabilidad capaces de soportar el peso del equipo empleado para construir y rellenar las fosas. De no ser posible, se buscarán terrenos cercanos que cumplan con los preceptos señalados con anterioridad cuya operación representará un mayor riesgo al tener que movilizar residuos peligrosos a mayor distancia y considerar el impacto ecológico que este procedimiento pudiera ocasionar al hábitat de la zona. Es necesaria un área fuera de la vista del público y alejada de estructuras que fácilmente puedan verse afectadas.

**Nota:** la Autoridad Ambiental deberá realizar la verificación del plan de ordenamiento territorial (POT), en el que se identifique la destinación asignada al suelo, de conformidad con las actividades que se puedan desarrollar, toda vez que se debe prever que a futuro este suelo pueda ser destinado a actividades de desarrollo urbano.

### Procedimiento para el enterramiento

■ **Maquinaria pesada.** Para la construcción de fosas deberá utilizarse maquinaria pesada. Existen en el mercado catálogos especializados que incluyen venta y alquiler de estos equipos a nivel nacional, estos catálogos pueden ser solicitados en empresas dedicadas a la construcción. La maquinaria que se debe utilizar corresponde principalmente a camiones de volteo, tractores, excavadoras y retroexcavadoras.

Figura 2. Ejemplo de tipo de maquinaria pesada requerida para el enterramiento de hipopótamos



Para la realización de la fosa perimetral se propone construirla con las siguientes dimensiones:

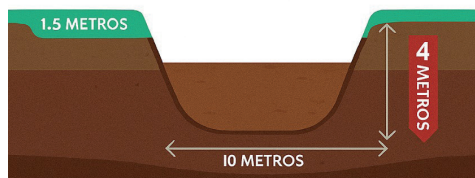
Figura 3.

### Disposición de cadáveres de animales grandes



#### Preferiblemente: Enterramiento sanitario

- Fosa con paredes inclinadas
- Pendiente hasta 4 metros en los 10 finales
- Tierra a 1.5 metros del borde
- **Precauciones:** Aplicar cal viva y carbonato de sodio. Cercar el perímetro.



#### Alternativa: Cremación

- Cama de madera y petróleo.
- Perforar el cuerpo antes de quemar.

Para individuos grandes se necesita una fosa de 4 a 5 metros de profundidad.

Posteriormente, cuando el animal sea movilizado a la fosa es recomendable que, previo al recubrimiento de tierra, se realice la perforación de la cavidad torácica y abdominal de los individuos fallecidos, con la finalidad de evitar la acumulación de gases que se generan por el proceso de descomposición, los cuales pueden provocar la remoción por explosión de la tierra que cubre la fosa, dejando al descubierto los cadáveres y quedar a disposición de animales carroñeros (Gobierno de México, 2011).

Luego del alistamiento del cadáver, este será cubierto por cal apagada (200 kg por individuo adulto aproximadamente), con el objetivo de garantizar la eliminación de olores ofensivos. Luego se cubrirá con tierra, para lo cual se recomienda que no sea compactada durante el recubrimiento.

## Disposición final por incineración

Cabe resaltar que el artículo 30 del Decreto 948 del 5 de junio de 1995, modificado por los Decretos 2107 del 30 de noviembre de 1995, 903 del 19 de mayo de 1998 y 4296 del 20 de diciembre de 2004, establece la prohibición de práctica de quemas abiertas en áreas rurales, salvo las quemas controladas en actividades agrícolas y mineras, por ende, para el caso específico de la disposición final de cadáveres de animales por incineración se debe dar mediante hornos crematorios, cumpliendo la Resolución 909 de 2008 del Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la cual establece las normas y estándares de emisión de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas.

La incineración de subproductos animales debe hacerse según las especificaciones dadas por el fabricante del horno. Es fundamental garantizar la total destrucción de los microorganismos patógenos presentes en dichos subproductos para prevenir la

propagación de enfermedades y proteger la salud pública.

Se debe seguir rigurosamente el procedimiento establecido para asegurar una incineración efectiva y segura en cumplimiento de las normativas y estándares de emisión vigentes.

De acuerdo con los requerimientos normativos, las temperaturas de operación en la cámara de combustión deben ser igual o superiores a 750 °C, mientras que en la cámara de poscombustión deberán alcanzar o superar los 900 °C. Estas temperaturas son fundamentales para asegurar una eficaz depuración de los gases y vapores generados durante el proceso.

Según las normativas vigentes, es necesario instalar un sistema de tratamiento de gases o vapores para garantizar la correcta depuración durante el proceso. Este sistema debe contar con una cámara de poscombustión que asegure que los gases y vapores alcancen una temperatura superior a 760 grados centígrados durante al menos 0,5 segundos para garantizar una depuración adecuada.

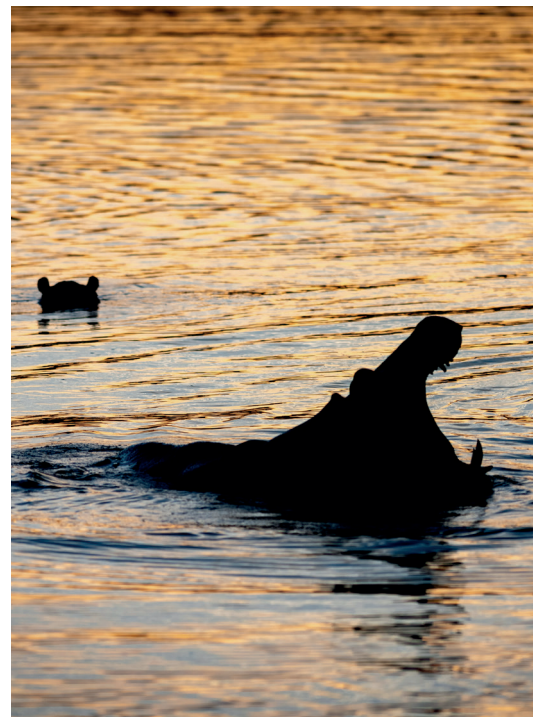


Foto: Jochen van Wyllick

# Referencias

- American Veterinary Medical Association (AVMA). (2020). *AVMA guidelines for the euthanasia of animals*. <https://www.avma.org/sites/default/files/2020-02/Guidelines-on-Euthanasia-2020.pdf>
- Australian National University's Research Ethics Office. (2020). *Guidelines for Field Euthanasia of Wildlife*, vol. 1.
- Cornare y Universidad CES. Informe final CES. Esterilización en campo de dos machos de hipopótamos juveniles (*Hippopotamus amphibius*) Municipio de Puerto Triunfo (Antioquia). Convenio de Cooperación n.º 184 de 2014.
- Cornare. (2023). Comunicación personal. Presentación.
- Corporación Autónoma Regional de los Ríos Negro y Nare (CORNARE). (2010). *Plan de manejo para la población de Hipopótamos (Hippopotamus amphibius) residente en la Hacienda Nápoles, municipio de Puerto Triunfo*.
- Diario Oficial de la Federación. (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014: Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.
- Gobierno de México. (25 de junio de 2015). Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014: métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Diario Oficial de la Federación. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC148241/#:~:text=Mexico-,Norma%20Oficial%20Mexicana%20M%2D033%2D-SAG%2FZOO%2D2014,%2C%20sufrimiento%2C%20ansiedad%20y%20estr%C3%A9s>.
- Informe de esterilización de un individuo juvenil de hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*). Convenio 469 de 2018.
- Julien, T. J., Vantassel, S. M., Groepper, S. R. y Hygnstrom, S. E. (2010). Commentary Euthanasia methods in field settings for wildlife damage management. *Human-Wildlife Interactions*, 4(2), 158-164.
- Kreeger, T. J., Arnemo, J. M. y Wildlife Pharmaceuticals. (2012). *Handbook of wildlife chemical immobilization* (4.ª ed.). Terry J. Kreeger.
- Medicamentos a un clic. [http://medicamentosauclid.gov.co/contenidos/Control\\_especial.aspx](http://medicamentosauclid.gov.co/contenidos/Control_especial.aspx)
- MinAmbiente, IAvH e ICN. (2022). Convenio interadministrativo 862 de 2022. "Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto Humboldt y la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Naturales, para proponer las acciones de manejo, control y erradicación de *Hippopotamus amphibius*, a través del análisis de la dimensión socioambiental, demográfica y ecológica de la especie, y los resultados del convenio 751-2021".
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 0346 del 22 de marzo de 2022.
- Morales Pineda, M. F. (2020). *Hipopótamos en Colombia: una aproximación a la problemática de invasión y las opciones de manejo*. Universidad de los Andes. <http://hdl.handle.net/1992/51234>
- Organización Mundial de la Sanidad Animal (OMSA). (2023). Matanza de animales con fines profilácticos. En *Código Sanitario para los Animales Terrestres*. [https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-terrestre/?id=169&L=1&htmlfile=chapitre\\_aw\\_killing.htm](https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-terrestre/?id=169&L=1&htmlfile=chapitre_aw_killing.htm)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México (2011). Manual de procedimientos de rastreo epidemiológico y atención de casos sospechosos. En *Emergencias zoonositarias*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment\\_data/file/483431/Manual\\_de\\_procedimientos\\_para\\_el\\_sacrificio\\_humanitario\\_y\\_la\\_disposicion\\_n.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment_data/file/483431/Manual_de_procedimientos_para_el_sacrificio_humanitario_y_la_disposicion_n.pdf)
- Sumano-López, H. y Ocampo-Camberos, L. (1987). *Farmacología Veterinaria*. McGraw-Hill Publishing Company.
- The Humane Society International y Caro, J. (2021). *Protocolos para Centros de Rescate de Vida Silvestre*, Protocolo G: Eutanasia.
- The Humane Society of the United States Euthanasia Training Manual. (2013). <https://humanepro.org/sites/default/files/documents/ManualDeReferenciaSobreLaEUTANASIA.pdf>
- Valderrama-Vásquez, C. (2012). Wild Hippos in Colombia. *Aliens: The Invasive Species Bulletin*, 32, 8-12. [https://www.researchgate.net/publication/264275863\\_Wild\\_Hippos\\_in\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/264275863_Wild_Hippos_in_Colombia)
- West, G., Herard, D. y Caulkett, N. (2014). *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia*, 2.ª ed.

## Anexos

---

- Anexo 1. Protocolo de necropsia para de especímenes de hipopótamo común (*Hippopotamus amphibius*)
- Anexo 2. Registro de necropsia



## Anexo 1. Protocolo de necropsia para de especímenes de hipopótamo común (*Hippopotamus amphibius*)

**Objetivo general:** determinar las causas y circunstancias de la muerte de ejemplares mediante la recolección eficiente y precisa de muestras biológicas mediante la realización de necropsias completas y detalladas supervisadas por personal médico veterinario experto en fauna silvestre.

**Objetivo 1:** Identificación de causas y circunstancias de la muerte: determinar las causas y circunstancias de la muerte de los ejemplares mediante la utilización de pruebas de diagnóstico (patología clínica, anatómica, pruebas serológicas y de biología molecular).

- Controlar y gestionar la enfermedad desde una perspectiva poblacional.
- Implementar medidas preventivas y correctivas adecuadas para proteger la salud de las especies silvestres y domésticas y de la población humana en contacto con estas.

**Objetivo 2:** Recolección eficiente y precisa de muestras: realizar una colección apropiada y sistemática de muestras biológicas estimando un tiempo adecuado después de la muerte del ejemplar, teniendo en cuenta las características ambientales.

- Asegurar la calidad y precisión del diagnóstico mediante la obtención de muestras frescas y no contaminadas.
- Permitir un análisis detallado y fiable de los parámetros biológicos para identificar patógenos o condiciones patológicas.

**Objetivo 3:** Obtención de información biológica integral: realizar necropsias completas y detalladas supervisadas por personal médico veterinario experto en fauna silvestre.

- Obtener la máxima información sobre los parámetros biológicos y patológicos de la especie.
- Contribuir a la base de datos biológica y epidemiológica para mejorar la comprensión y gestión de la salud tanto de la especie de interés como de su entorno.

### Recomendaciones previas para la preparación del área de necropsia y del material de toma de muestras

#### Preparación del área de necropsia

- **Selección del sitio:** hay que asegurar que el área esté libre de infraestructuras de agua, gas y electricidad, y considerar la cercanía a cuerpos de agua y características geológicas del terreno.
- **Montaje del espacio:** delimitar un área específica y asegurar un espacio amplio y aislado de áreas habitadas para evitar la propagación de enfermedades.
- **Disponibilidad de equipos y materiales:** disponer de maquinaria necesaria para el manejo del cadáver del hipopótamo y los despojos, así como tener a mano todos los equipos de protección personal y materiales de necropsia.
- **Estaciones de desinfección:** establecer estaciones de desinfección con desinfectantes adecuados para las manos y los equipos, asegurando la limpieza continua del área.
- **Plan de contingencia:** tener un plan de emergencia para el manejo de accidentes y derrames de material infeccioso durante la necropsia.

### Listado de herramientas básicas para el protocolo de necropsia y preparación del veterinario

#### 1. Herramientas de corte y apertura

- **Cuchillos:** varios tamaños y tipos para realizar cortes precisos en diferentes tejidos.
- **Tijeras:** diversos tipos, incluidas tijeras de tejido y tijeras para órganos, para cortes más finos y precisos.
- **Pinzas:** diferentes tamaños y formas para manipular tejidos y órganos sin dañarlos.
- **Costótomos:** utilizados para la apertura de articulaciones y costillas.
- **Sierras eléctricas o manuales:** para la

apertura de la cavidad craneana y corte de huesos más grandes.

## 2. Herramientas de sutura y ligadura

- **Nylon:** para realizar ligaduras y suturas durante y después de la necropsia. Calibre 30, 40 o 60 dependiendo del tejido a suturar.
- **Porta agujas y agujas de sutura:** para la sutura de tejidos y cierre.

## 3. Equipos y suministros de desinfección

- **Fuente de agua:** para el lavado de piezas, instrumentos y la limpieza general durante la necropsia.
- **Recipientes:** varios recipientes para la recolección y lavado de muestras e instrumentos.
- **Solución desinfectante:** preparada antes de comenzar la necropsia para la desinfección de herramientas y superficies.

## 4. Preparación del veterinario

- **Equipamiento del veterinario:** el profesional debe vestir adecuadamente con trajes de protección, guantes dobles (látex y caucho), mascarilla y gafas de seguridad para minimizar el riesgo de contagio.
- **Botiquín de emergencia:** disponer de un botiquín que incluya alcohol, yodo, gasas, algodón y vendajes para realizar medidas de antisepsia en caso de accidentes.

## 5. Manipulación de muestras:

- **Recolección:** utilizar frascos herméticos, bolsas estériles para recolección de muestras o cuturette para la recolección de muestras no fijadas.
- **Embalaje:** emplear un sistema de triple contenedor (frasco de muestra, bolsa, caja de poliestireno) para evitar derrames durante el transporte.
- **Etiquetado y documentación:** poner el sobre con la información de la muestra en una bolsa externa y sellarlo adecuada-

mente para prevenir la pérdida de datos en caso de accidentes.

## 6. Materiales adicionales para la toma de muestras

- **Frascos herméticos:** para la recolección y almacenamiento de muestras biológicas.
- **Bolsas estériles o cuturette:** alternativas para la recolección de muestras no fijadas.
- **Etiquetas y material de etiquetado:** para identificar correctamente las muestras recolectadas.
- **Caja de poliestireno:** para el transporte seguro de muestras, utilizando un sistema de triple contenedor (frasco, bolsa, caja).
- **Marcadores y papel de etiquetas:** para rotular muestras y registros de forma clara y duradera.

## 7. Herramientas de registro y documentación

- **Cámara fotográfica:** para documentar visualmente los hallazgos y el estado del cadáver.
- **Libreta y bolígrafo:** para tomar notas detalladas durante la necropsia.
- **Formularios de registro:** para la documentación formal de los hallazgos y las muestras recolectadas.

## 8. Manipulación de muestras

- **Recolección:** utilizar frascos herméticos y bolsas estériles para la recolección de muestras o cuturette para la recolección de muestras no fijadas.
- **Embalaje:** emplear un sistema de triple contenedor (frasco de muestra, bolsa, caja de poliestireno) para evitar derrames durante el transporte.
- **Etiquetado y documentación:** poner el sobre con la información de la muestra en una bolsa externa y sellarlo adecuadamente para prevenir la pérdida de datos en caso de accidentes.

- **Desinfección final:** contar con materiales adecuados para desinfectar el área después de la necropsia y asegurar un manejo apropiado de la carcasa del animal según las regulaciones del ICA y MinSalud.

### Crterios técnicos para la conservación de los cadáveres en las condiciones ambientales de la zona

#### A. Tiempo transcurrido entre la muerte y la necropsia

- **Rápida intervención:** es crucial realizar la necropsia lo antes posible tras la muerte del animal para minimizar las alteraciones cadavéricas.
- **Monitoreo constante:** si la necropsia no puede realizarse inmediatamente, monitorear el estado del cadáver regularmente y ajustar las medidas de conservación en consecuencia.

#### B. Establecer una ruta de transporte rápido:

- **Diseño de la ruta:** crear una ruta de transporte rápido fuera del perímetro del área de trabajo y otras zonas sensibles para minimizar la exposición y el tiempo de transporte del cadáver.
- **Coordinación y señalización:** hay que asegurar que la ruta esté bien señalizada y libre de obstáculos, con coordinación previa con el personal de logística y seguridad.
- **Vehículos adecuados:** utilizar vehículos apropiados para el transporte rápido y seguro del cadáver, equipados con sistemas de refrigeración pasiva si es posible.

#### C. Control de temperatura y humedad ambiental

- **Mitigación del calor:** disponer el cadáver en la zona más fresca disponible, preferiblemente a la sombra, para evitar la exposición a altas temperaturas que aceleran

la descomposición. (Ubicar este espacio en la zona de trabajo)

- **Reducción de humedad:** mantener el cadáver en un entorno lo más seco posible para retardar procesos de autólisis y putrefacción.

#### D. Manejo del cadáver

Protección externa:

- Evitar materiales orgánicos: no envolver el cadáver en materiales como periódico o telas que favorecen la descomposición. Usar envolturas no orgánicas y no absorbentes como plásticos.
- Aislamiento del suelo: poner el cadáver sobre una superficie impermeable (por ejemplo, una lona plástica) para evitar la absorción de humedad del suelo.

#### E. Tamaño corporal y composición del animal:

- Consideración del tamaño: los animales jóvenes y pequeños se descomponen más rápido; tomar medidas adicionales como el enfriamiento pasivo si es posible.
- Estado nutricional y dieta: los animales con alto contenido de grasa corporal o dietas ricas en proteínas requieren cuidados adicionales debido a la rápida descomposición.

#### F. Estado de salud y procedimientos anteriores

- Infecciones preexistentes: manejar rápidamente a los animales en los que se sospechen infecciones bacterianas, especialmente aquellas de tipo clostridial, debido a la rápida acción de las toxinas en la descomposición. Para casos en los que se sospechen agentes infecciosos, se recomienda apoyo de personal especializado.
- Procedimientos quirúrgicos: si el animal ha sido sometido a cirugía reciente, es esencial cubrir y aislar cualquier proceso

de cicatrización o cavidad expuesta para prevenir la aceleración de la descomposición, teniendo en cuenta que esta herida puede brindar información clave en el reporte de necropsia.

### Conceptos claves para el diligenciamiento del registro de necropsia

#### 1. Identificación general del evento

- Asignar un código del caso, la fecha y hora tanto del hallazgo como del inicio y finalización de la necropsia, así como la entidad responsable y el equipo participante, especificando los nombres y funciones del personal (patólogo, biólogo, apoyo logístico, seguridad, autoridad ambiental, entre otros).

#### 2. Localización y contexto geográfico

- Consignar las coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud), el municipio o vereda, el tipo de ecosistema (ribereño, pastizal, ganadero, etc.) y la proximidad a fuentes hídricas (ríos, caños, ciénagas). Debe describirse también la actividad humana circundante —como ganadería, pesca o asentamientos— y la accesibilidad del sitio, apoyada con georreferenciación.

#### 3. Historia clínica

- **Procedencia del animal:** información sobre el paraje, hábitat, cercanía a centros habitados o carreteras.
- **Circunstancias del hallazgo:** hora y día en que se encontró el cadáver, posición de este, lugar específico y sus características.
- **Historial de manejo:** si se conocen estos datos, anestésicos, inyectables administrados, historial clínico previo o procedimiento.
- **Otros ejemplares muertos:** si se hallaron otros ejemplares muertos de la misma especie o diferente en cercanías, mencionar y realizar necropsia si es posible.
- **Requerimientos especiales:** si se necesita piel o huesos para estudios anatómicos,

se debe modificar la técnica de necropsia. Indicar también si se requieren muestras especiales que requieran equipo especial para su toma (material genético, microbiología, virología).

#### 4. Examen externo del cadáver

- **Radiografías:** considerar si es necesario hacerlas para detectar lesiones no visibles en la necropsia de rutina, localizar perdigones o microchips. (Es posible que sea necesario trasladar la pieza de interés).
- **Microchip:** retirar el microchip antes de comenzar la necropsia, utilizando un lector de microchips.
- **Fotografía de hallazgos:** fotografiar todos los hallazgos de la necropsia con cámara, no celulares.
- **Estado corporal:** calificación del estado corporal del cadáver de uno a cinco (1: caquéxico, 2: delgado, 3: normal, 4: sobrepeso, 5: obeso).
- **Ectoparásitos:** registrar y ubicar la distribución anatómica, sumergir en alcohol al 70 % para la identificación parasitológica.
- **Palpación completa:** del sistema musculoesquelético, superficie y abdomen en busca de masas o fracturas, toma de muestras morfométricas según la especie.

#### Membranas mucosas.

- **Estado y color:** examinar las membranas mucosas (oral, conjuntival, genital) y registrar colores:
  - **Blanco:** anemia o hipoperfusión
  - **Rojo:** congestión
  - **Amarillo verdoso:** ictericia (investigar origen prehepático, hepático o posthepático)
  - **Azul o violeta:** cianosis
- **Líquidos y secreciones:** registrar cualquier tipo de líquido o secreción y sus características y ubicación.
- **Sexaje y confirmación de sexo:** confirmar el sexo mediante la observación de los órganos reproductivos internos.

- **Fauna necrófaga:** recolectar y especificar la localización de la fauna necrófaga presente.

#### Lengua y lesiones.

- **Examen de la lengua:** verificar presencia de úlceras u otras lesiones.
- **Incisión y observación de lesiones:** realizar una incisión en la línea media desde la sínfisis mandibular hasta la sínfisis pelviana, extrayendo completamente la piel para observar hemorragias, heridas o perdigones.
- **Estado de descomposición:**
  - Un olor fuerte y ofensivo indica un avanzado estado de descomposición. Este olor característico es producido por bacterias y microorganismos que descomponen los tejidos, liberando gases y compuestos volátiles.
  - La actividad de fauna necrófaga, como moscas y escarabajos, es un indicador crucial del estado de descomposición. La localización y las especies presentes en el cadáver ayudan a estimar el intervalo post mortem.
  - La descomposición se manifiesta a través de rigidez cadavérica (*rigor mortis*), enfriamiento del cadáver (*algor mortis*), autolisis, putrefacción, imbibición biliar y de hemoglobina, desplazamientos viscerales *post mortem* y rupturas tisulares. Estos cambios proporcionan una evaluación detallada del progreso de la descomposición.

### Procedimiento de necropsia

#### 1. Posición del cadáver

Poner el cadáver en decúbito lateral izquierdo para facilitar el examen de las vísceras de la cavidad abdominal, evitando que el estómago obstruya la vista y acceso. Aunque no es un rumiante, el hipopótamo posee un estómago complejo compuesto por tres divisiones o cámaras.

### Examen externo

#### 1. Evaluación general

Examinar el estado corporal, palpar todo el cuerpo en busca de masas o fracturas y verificar el estado de las membranas mucosas.

#### 2. Apertura del cadáver

- Realizar una incisión en la línea media desde la sínfisis mandibular hasta la sínfisis pelviana.
- Desarticular el miembro anterior y posterior, cortando las uniones musculares de la escápula y liberando la articulación coxofemoral para estabilizar el cadáver.

#### 3. Retiro de órganos iniciales

- Retirar la lengua, laringe, tráquea y esófago.
- Describir el tamaño y la condición de las amígdalas, colectando una para formol y otra en bolsa estéril para estudios microbiológicos.

#### 4. Examen del cuello

- Diferenciar la glándula salivar del nódulo linfático submandibular mediante cortes.
- Revisar en busca de masas.

#### 5. Examen de la cavidad torácica

- Abrir la cavidad torácica y examinar el corazón y los pulmones. Describir cualquier anomalía y colectar muestras si es necesario.
- Examinar el estado del diafragma.

#### 6. Examen de la cavidad abdominal

- Retirar el estómago para facilitar la observación y examen de las vísceras abdominales.
- Evaluar el estado de los órganos abdominales, incluyendo hígado, riñones, bazo, intestinos y glándulas suprarrenales.
- Describir cualquier hallazgo anormal y colectar muestras para análisis histopatológico y microbiológico.

#### 7. Examen de mamas y zona umbilical

- En hembras, examinar las mamas para detectar posibles infecciones o masas anómalas.

- En neonatos, examinar la zona umbilical en busca de infecciones o defectos congénitos.

### Examen de las cavidades corporales

#### Procedimiento general

##### 1. Apertura de la cavidad abdominal

- Elevar la pared abdominal antes de realizar la incisión para evitar el corte accidental de las vísceras.
- Examinar el interior de la cavidad, evaluando la posición y el aspecto de los órganos.
- Identificar y documentar cualquier lesión o presencia de líquidos orgánicos, registrando su volumen, color y consistencia.
- Colectar líquidos para su análisis, clasificándolos como exudados de origen inflamatorio o trasudados.

##### 2. Apertura de la cavidad torácica

- Utilizar costótomo o cuchillos para cortar las costillas a un lado del esternón, manteniendo la integridad del diafragma.
- Examinar el interior de la cavidad torácica, evaluando el aspecto de los órganos y documentando cualquier lesión.
- Identificar y documentar la presencia de líquidos orgánicos en la cavidad torácica.

##### 3. Consideraciones específicas

- Priorizar la colecta de muestras para microbiología durante el examen de las cavidades.
- Documentar detalladamente cada hallazgo, incluyendo descripciones visuales y la toma de fotografías.
- Realizar el examen con cuidado para no alterar el estado natural de los órganos y tejidos antes de la evaluación y recolección de muestras. (Esto es particularmente importante frente a la posible contaminación cruzada de cavidad abdominal a torácica).

##### 4. Examen del aparato gastrointestinal

- Evaluar la serosa del aparato gastrointestinal, ya que puede indicar la porción

afectada y proporcionar muestras para estudios microbiológicos.

- Realizar un corte en el recto y describir el aspecto de las heces: presencia de sangre digerida o fresca, presencia de moco, alimento no digerido, exceso de líquido, heces acólicas, entre otras).

##### 5. Extracción del estómago e intestinos

- Realizar un corte en el recto y traccionar el tracto gastrointestinal hacia craneal como una unidad.
- Cortar el mesenterio donde se une al cadáver, dejando páncreas y bazo unidos y verificando antes de separar del hígado, la patencia del conducto biliar en duodeno.
- Retirar estos órganos del cadáver, asegurándose de no retirar el tracto urogenital y las glándulas adrenales.

##### 6. Evaluación del hígado y la vesícula biliar

- Prueba del colédoco: realizar un corte en el duodeno y presionar la vesícula biliar.
- En condiciones obstructivas, no debe salir bilis por la incisión, lo cual indica un posible caso de ictericia obstructiva.
- Palpar y realizar cortes en los diversos lóbulos del hígado para detectar cualquier anomalía.
- Examinar el bazo, registrando cualquier observación relevante.

##### 7. Evaluación del intestino

- Cortar el borde mesentérico y extender el intestino.
- Abrir longitudinalmente el intestino en su totalidad para examinar su mucosa y contenido, incluyendo heces y parásitos visibles.
- Recolección de muestras: las secciones que se envíen para fijación en formol pueden estar abiertas o cerradas y deben contener la lesión.
- Asegurarse de que las muestras no sean

maltratadas y que tengan un tamaño de  $1 \times 1 \times 1$  cm.

- Las muestras para estudios parasitológicos no deben contener aire para evitar la eclosión de los huevos de parásitos, asegurando que los resultados del laboratorio sean precisos.

### 8. Evaluación del esófago y sistema cardiorrespiratorio

- Disecar la tráquea con el esófago unido después de quitar al menos un arco costal.
- Seguir disecando en el tórax, incluyendo pulmones, corazón y grandes vasos, realizando tracción primero hacia caudal y luego hacia craneal.
- Cortar el esófago y la aorta descendente y retirar todo el paquete de la cavidad.
- Separar y abrir el esófago para examinar la mucosa en busca de cambios de coloración, como congestión o líneas timpánicas.
- Abrir y examinar el árbol tráqueo-bronquial.
- Toma de muestras: tomar muestras del árbol tráqueo-bronquial para histopatología en formol.
- Identificar y evaluar los diferentes lóbulos pulmonares: apical, cardíaco y diafragmático.
- Verificar si los lóbulos colapsan normalmente.
- Palpar los pulmones teniendo en cuenta su consistencia.
- Tomar muestras de áreas pulmonares con apariencia anormal: delimitar las áreas anormales con tejido pulmonar normal adyacente, asegurándose de que las muestras le permitan al patólogo reconocer el órgano y observar la gravedad de las lesiones.
- Abrir y observar el pericardio y evaluar la presencia y apariencia de líquido.
- Realizar cortes del tipo libro para evaluar el flujo sanguíneo en el corazón.
- Realizar cortes transversales para evaluar el grosor del miocardio y la dilatación de la cámara cardíaca.

- Inspeccionar las válvulas: para identificar masas o nodulaciones.
- Si se sospecha septicemia, colectar sangre cardíaca (VD) para estudios microbiológicos.

### 9. Evaluación genitourinaria

- Retirar los riñones del cadáver.
- Cortar los riñones por la curvatura mayor para exponer la corteza, la médula y la pelvis renal, siempre hacia caudal para preservar los uréteres.
- Retirar la cápsula renal para permitir una mejor infiltración del formol y evaluar la adherencia de la cápsula a la corteza.
- Observar la corteza renal en busca de puntos amarillos abundantes.
- Evaluar disminución del tamaño y formación de trayectos en la superficie.
- Enviar tejido con cápsula para cultivo de leptospira si se sospecha esta infección.
- Abrir la vejiga y, si la orina tiene un color rojo oscuro, poner en un tubo de ensayo y centrifugar o dejar reposar a temperatura ambiente por al menos 15 minutos. Anotar hallazgos.
- Examen reproductivo en machos: retirar el pubis para acceder a los testículos y ubicar los testículos dentro de la cavidad abdominal.
- Examen reproductivo en hembras: disecar los ovarios y evaluar la presencia de folículos primarios y secundarios, quistes y cuerpos lúteos para obtener indicios sobre el ciclo reproductivo.
- Cortar y abrir longitudinalmente el útero para exponer la mucosa uterina: observar la presencia de exudado, lo que puede indicar endometritis. Remitir a microbiología por posible presencia de *Brucella* debido a su implicación en salud pública.
- Si hay evidencia de aborto, tomar las muestras de laboratorio pertinentes.
- Evaluar glándulas adrenales y muestrear, ya que es un órgano clave para definir condiciones de estrés.

### 10. Evaluación musculoesquelética

- Recoger muestras de musculatura del diafragma y del músculo semitendinoso o similar.
- Tomar muestras de un nervio grande y visible, como el nervio ciático.
- Observar el color de los músculos, ya que la palidez excesiva puede indicar estrés poscaptura, así mismo es importante identificar señales de rabiomíolisis
- Abrir un hueso largo (como costilla o fémur) para obtener una muestra de médula ósea y evaluar la coloración y consistencia de la médula.
- Evitar manipular la médula para no comprimirla y dificultar su evaluación microscópica.

### 11. Evaluación de la cabeza y cavidad oral

- La evaluación de la cabeza (apertura craneana o examen detallado de cavidad oral, senos, oído medio o encéfalo) será un procedimiento excepcional, reservado únicamente para casos en los que exista sospecha fundada de enfermedades del sistema nervioso central —especialmente zoonóticas como la rabia—, lesiones traumáticas relevantes para determinar la causa de muerte o requerimientos oficiales de investigación sanitaria, judicial o científica. Dada su complejidad y los riesgos asociados, esta intervención solo debe realizarse bajo condiciones controladas de bioseguridad nivel 3, con personal especializado, coordinación interinstitucional y la infraestructura adecuada para el manejo seguro de muestras craneales.
- Examinar los ojos externamente y diseccionar la piel y la musculatura periorbital, cortar el nervio óptico y retirar los ojos enteros. Inyectar formol dentro de las cámaras oculares para asegurar una adecuada fijación.
- Retirar la musculatura parietal para exponer la zona dorso-caudal del cráneo.
- Realizar tres cortes con sierra: el primero se efectúa detrás de las fosas orbitales, seguido de dos cortes laterales a lo largo del borde interno del cóndilo occipital, desde

el foramen magnum hasta la intersección con el primer corte. Posteriormente, se procede con precaución a abrir la tapa del cráneo y liberar el encéfalo de las meninges, para luego retirarlo.

- Acceder al encéfalo para su evaluación y extracción.
- Colectar los cornetes nasales con cortes finos de sierra para evaluar posibles procesos infecciosos con vía de entrada aerógena.

## Toma de muestras en necropsia

### 1. Consideraciones iniciales

- Evaluar el estado del cadáver y la oportunidad diagnóstica.
- Recoger muestras de todos los tejidos para formol, incluso si no hay lesiones macroscópicas, ya que algunos cambios solo pueden detectarse al microscopio.
- En presencia de lesiones, tomar la parte afectada dejando una zona normal en los bordes.
- Tomar muestras adicionales según sea necesario, como hisopos para cultivo, improntas y recolección de líquidos orgánicos.
- Recoger sangre entera en tubo de ensayo tipo EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), frotis de sangre, sangre sin anticoagulante, pelo arrancado, hisopos de mucosas, heces, orina y parásitos externos, siguiendo los mismos procedimientos que en animales vivos.

### 2. Toma de muestras para análisis histopatológico:

- Cortar fragmentos de no más de 2 cm, preferiblemente donde haya tejido lesionado y tejido normal.
- Utilizar bisturí o cuchillo para órganos parenquimatosos y tijera afilada para órganos tubulares, pulmón y páncreas.
- Fijar los fragmentos inmediatamente en formol, sin necesidad de diluir si es formol de farmacia (concentración habitual del 4%), o diluir en relación 1:10 con agua

destilada si es formol industrial. Tratar con soluciones buffer.

- La cantidad de formol debe ser de 5 a 10 veces mayor al volumen total del material colectado.

### Toma de otras muestras en necropsia

La recolección de muestras durante la necropsia es esencial para realizar una evaluación exhaustiva y precisa. Se debe considerar el tipo de análisis necesario y seguir procedimientos específicos para cada tipo de muestra:

#### 1. Material para análisis parasitológico

- Colectar materia fecal directamente del recto del animal.
- Acondicionar en un recipiente con tapa hermética y enviar al laboratorio.
- Alternativamente, enviar el tracto gastrointestinal entero cerrando las extremidades de la porción a colectar. Guardar en un recipiente sellado y refrigerar antes del envío.
- Conservar ectoparásitos (garrapatas, piojos y pulgas) en alcohol etílico al 70 %.

#### 2. Material para análisis microbiológico (bacteriológico y virológico)

- Tomar muestras antes de manipular los órganos, manteniendo la asepsia.

- Utilizar hisopos estériles en medio de transporte de Stuart o aspirar líquidos con aguja y jeringa estériles.
- Recoger fragmentos de órganos, teniendo cuidado de evitar contaminación bacteriana.
- Flamear externamente los fragmentos de tejidos antes de colocar en un recipiente estéril.

#### 3. Material para análisis toxicológico

- Colectar contenido de estómago y preestómagos, y hacer un pool de riñón, hígado y pulmón.
- Tomar una porción de encéfalo para pruebas de función de la acetil coenzima A.
- Conservar muestras de tejido adiposo (grasa) en papel aluminio y congelar.
- Confirmar con el laboratorio la técnica adecuada para la caracterización de las muestras.
- Adjuntar un informe con descripción de síntomas, observaciones macroscópicas y presuntos agentes tóxicos.

#### 4. Material para estudios genéticos

- Conservar muestras de tejido (piel, músculo, hígado, cerebro y sangre) en alcohol etílico o absoluto (1:1) para futuros estudios genéticos.

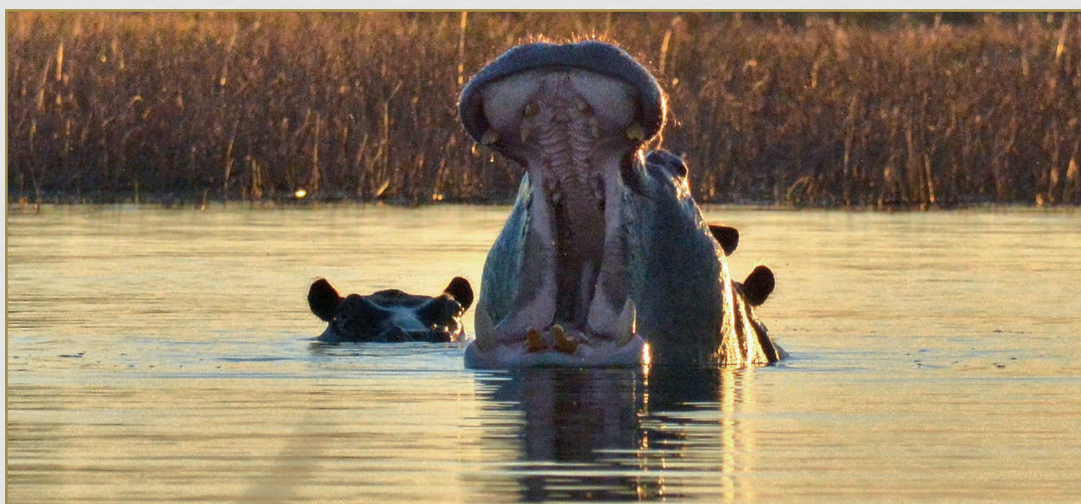


Foto: Mark de Jong

## Anexo 2. Registro de necropsia

Registro de necropsia			
Institución responsable:			
Equipo interinstitucional:			
Profesionales participantes:			
Fecha:	Hora de inicio:	Hora de finalización:	
Lugar:	Coordenadas (georreferenciación):		
Tipo de entorno:		Tipo de procedimiento:	
Motivo:			
Condición del cuerpo:			
Observaciones generales:			
Género:	Especie:	Identificación:	
Nombre común:	Sexo:	Edad:	
Antecedentes que se conozcan:			
<b>Hallazgos por aparatos y sistemas</b>			
Piel y faneras:	Lesiones en piel:	Zonas alopecicas:	Estado de pelaje:
	Cicatrices:		Presencia de parásitos externos:
Linfonodos:	Parotídeo:	Mandibular:	Sublingual:
	Preescapular:	Prefemoral:	Poplíteo:
	Axilar:	Otros:	
Aparato digestivo:	Cavidad oral:	Esófago:	Estómago:
	Intestino delgado/grueso:	Mesenterio:	Recto:
	Colon:	Ano/cloaca:	Linfonodos mesentéricos:
Aparato respiratorio:	Nariz/narinas:	Tráquea:	Pulmones:
	Sacos aéreos:		Observaciones:
Aparato urinario:	Riñones:	Uréteres:	Vejiga:
	Uretra:		Observaciones:
Aparato reproductivo:	Ovarios:		Útero:
	Cérvix:		Vagina:
	Testículos:		Próstata:
	Pene/hemipene:		Escroto:

## Registro de necropsia

Hígado:

Vesícula biliar:

Bazo:

Sistema cardiovascular:

Corazón:

Observaciones:

Sistema óseo y articulaciones:

Encéfalo (en caso de signos nerviosos):

Músculo estriado:

Muestras histopatológicas:

Laboratorio al que se remitirán las muestras ---- fecha:

Observaciones:



Ambiente



Protocolo de eutanasia para especímenes de  
**hipopótamo común**

(*Hippopotamus amphibius*)

como medida de caza de control