



---

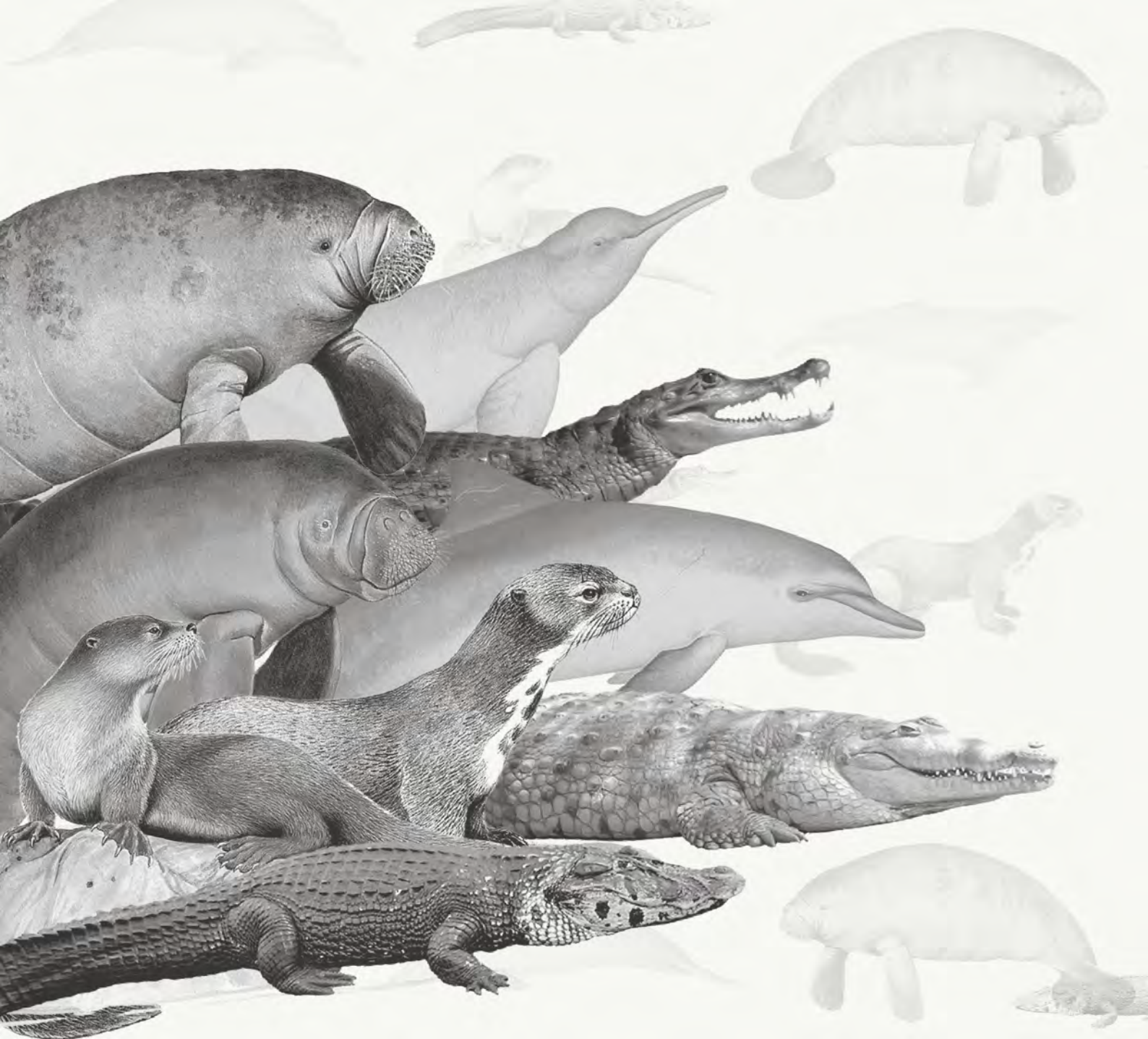
# Monitoreo

de vertebrados acuáticos  
**amenazados en**  
la Amazonia y Orinoquia colombiana

---









---

# Monitoreo

de vertebrados acuáticos  
**amenazados en**  
la Amazonia y Orinoquía colombiana

---

---

# Monitoreo

de vertebrados acuáticos

# amenazados en

la Amazonia y Orinoquia colombiana

---





## Textos

### **Marco normativo internacional y nacional**

Ángela María Bedoya Blandón  
Gina Carolina Avella Castiblanco

### **El ciclo del monitoreo**

María Cecilia Londoño-Murcia  
Lina María Sánchez-Clavijo

### **Delfines de río**

Fernando Trujillo - Director Científico  
María Jimena Valderrama - Médica Veterinaria  
Estefany Acosta Lugo - Bióloga  
Diana Trujillo - Antropóloga

### **Nutrias**

Germán Garrote - Biólogo  
Fernando Trujillo - Director Científico

### **Manatíes**

Dalila Caicedo Herrera - Directora Ejecutiva  
Isabel Gómez-Camelo - Bióloga  
Yenyfer Moná- Lic. en Biología y Educ. Ambiental

### **Cocodrilos y caimanes**

Mónica A. Morales - Betancourt - Bióloga  
Carlos A. Lasso - Biólogo

### **Acciones de gestión y monitoreo de los vertebrados acuáticos: casos exitosos, desafíos y perspectivas**

Fernando Trujillo, María Jimena Valderrama y Gina Carolina Avella Castiblanco

### **Corrector de textos**

Julio García Robles - Escritor

### **Equipo editorial MinAmbiente**

Ingrid Téllez Zamudio, Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental, Gina Carolina Avella Castiblanco y Ángela María Bedoya Blandón, Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

### **Ilustraciones e iconografía**

Gráficos vectoriales: [www.frepick.com](http://www.frepick.com)  
Martín Camm, César Landázabal, Valentina Nieto Fernández, David Mathias Rodríguez, Fundación Omacha, y CITES-Identification-Guide Crocodilians.

### **Diagramación**

David Mathias Rodríguez Torres  
Diseñador Gráfico, Fundación Omacha.

### **Cartografía**

Nicole Franco León - Ing. Geógrafa y Ambiental SIG, Fundación Omacha.

### **Fotografías**

Fernando Trujillo, Juan Palencia, Camilo Díaz, Federico Mosquera-Guerra, María Jimena Valderrama, Lukas Jaramillo, Laura Diaz Puerto, Gustavo Adolfo Carrasco, Frontera Energy, Fundación Omacha, Mónica A. Morales-Betancourt, Luis Fernando Anzola, Germán Garrote, Cristian Von Reitze.

**Gustavo Francisco Petro Urrego**  
Presidente de la República de Colombia

**Ministerio de Ambiente y Desarrollo  
Sostenible**

**María Susana Muhamad González**  
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Mauricio Cabrera Leal**  
Viceministro de Políticas y Normalización  
Ambiental

**Adriana Rivera Brusatin**  
Directora de Bosques, Biodiversidad y  
Servicios Ecosistémicos

**Gina Carolina Avella Castiblanco**  
Dirección de Bosques, Biodiversidad y  
Servicios Ecosistémicos

**Ángela María Bedoya Blandón**  
Dirección de Bosques, Biodiversidad y  
Servicios Ecosistémicos



Documento elaborado bajo el convenio interadministrativo No. CA-977- 2023 suscrito con Fundación Omacha, con el objeto de: Aunar esfuerzos técnicos y financieros para la recopilación de información y el análisis de los insumos técnicos y cartográficos a partir de la metodología existente, definida para el monitoreo y la estimación poblacional de las dos especies de delfines de río presentes en las cuencas del Amazonas y el Orinoco colombiano, en los términos y condiciones establecidos en el presente Convenio.

**Reserva de derechos:** atendiendo lo señalado en la documentación presentada por la dependencia responsable de la publicación, así como a lo indicado en la portada y página legal incluidas por tal dependencia, se reservan los derechos patrimoniales de autor, así:

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024

**Leyenda de gratuidad y no comercialización:** todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.

#### **No comercializable - Distribución gratuita**

**Licencia Creative Commons:** de acuerdo con lo señalado en la solicitud de concepto editorial que indica que el documento será publicado las siguientes páginas Web: <http://www.minambiente.gov.co/> y <https://www.omacha.org/> siguiendo los lineamientos sobre utilidad pública, información pública, propiedad patrimonial y divulgación de información para el conocimiento y la cultura ambiental, se incluyó en la página legal de la obra la imagen de licencia CREATIVE COMMONS : Atribución – No comercial – Sin derivar: esta licencia sólo permite que otros puedan descargar las obras y compartirlas con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se pueden cambiar de ninguna manera ni se pueden utilizar comercialmente.



**Catalogación en la fuente:** la siguiente es la ficha de información bibliográfica incluida en la página legal resultante de lo señalado en el formato de solicitud de concepto editorial y el análisis de contenido del documento:

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, autor

Monitoreo de vertebrados acuáticos amenazados en la Amazonia y Orinoquía colombiana. / Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Omacha, textos Fernando Trujillo, María Jimena Valderrama, Estefany Acosta Lugo, Diana Trujillo, Germán Garrote, Dalila Caicedo Herrera, Isabel Gómez, Yenyfer Mona, Mónica A. Morales – Betancourt, Carlos A. Lasso, ilustraciones e iconografía Martin Camm, Cesar Landázabal, Valentina Nieto Fernandez, David Mathias Rodríguez -- Primera edición. -- Bogotá D.C., Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023.

216 páginas : fotografías, gráficas, ilustraciones, mapas y tablas,

Incluye Bibliografía páginas 200-214

ISBN 978-628-7553-14-9 (digital)

ISBN 978-628-7553-13-2 (impreso)

Tesoro Ambiental para Colombia 1. Especies en peligro 2. Fauna acuática 3. Metodología 4. Vertebrados 5. Orden : Artiodactyla / Familia : Iniidae / Género : Inia / Especie : I. geoffrensis Blainville / Vernáculo : Delfín rosado 6. Orden : Carnivora / Familia : Mustelidae / Vernáculo : Nutria gigante 7. G. Cuvier / Vernáculo : Delfín gris 8. Orden : Carnivora / Familia : Mustelidae / Vernáculo : Nutria gigante 9. Orden : Carnivora / Familia : Mustelidae / Vernáculo : Nutria neotropical 10. Orden : Sirenia / Familia : Trichechidae / Género : Trichechus / Especie : Trichechus inunguis Natterer / Vernáculo : Manatí Amazónico 11. Orden : Sirenia / Familia : Trichechidae / Género : Trichechus / Especie : Trichechus manatus Linnaeus / Vernáculo : Manatí antillano 12. Orden : Crocodylia / Familia : Alligatoridae / Género : Melanosuchus / Especie : Melanosuchus niger Spix / Vernáculo : Caimán negro 13. Orden : Crocodylia / Familia : Crocodylidae / Género : Crocodylus / Especie : Crocodylus intermedius Graves / Vernáculo : Caimán llanero I. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, autor II. Fundación Omacha, autor III. Trujillo, Fernando, textos IV. Valderrama, María Jimena, textos V. Acosta Lugo, Estefany, textos VI. Trujillo, Diana, textos VII. Garrote, Germán, textos IX Caicedo Herrera, Dalila, textos X Gómez, Isabel, textos XI Mona, Yenyfer, textos XII Morales – Betancourt, Mónica A. XII Lasso, Carlos A. XIII Camm, Martin, ilustrador e iconógrafo XIV Landázabal, Cesar, ilustrador e iconógrafo XVII. Nieto Fernandez, Valentina, ilustrador e iconógrafa, XVIII Mathias Rodríguez, David, ilustrador e iconógrafo.

CDD : 574.92

CO\_BoCDM

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

## Citación sugerida

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Omacha., Valderrama, M. J., Acosta Lugo, E. Trujillo, F., Garrote, G., Caicedo Herrera, D., Gómez, I., Mona, Y., Morales-Betancourt, M. A., Lasso C.A., Camm, M. (Ilus.), Landazabal, C. (Ilus.), Nieto Fernández, V. (Ilus.) y Rodríguez, D.M. (Ilus.). (2024) Monitoreo de vertebrados acuáticos amenazados en la Amazonia y Orinoquía colombiana. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.



# Lista de siglas, acrónimos y abreviaturas

## **Aunap**

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca

**CBI** Comisión Ballenera Internacional

## **CITES**

Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

## **CDB**

Convenio de Diversidad Biológica

**CMP** Plan de Conservación y Manejo

## **Cormacarena**

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena

## **Corpoamazonia**

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia

## **Corpoguajira**

Corporación Autónoma Regional de La Guajira

## **Corporinoquia**

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia

## **CVS**

Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge

## **FACUAM**

Fauna acuática amenazada en la Amazonía colombiana

## **IAvH**

Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

## **IDEAM**

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

## **IIAP**

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico

## **INVEMAR**

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés

## **MinAmbiente**

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**ONG** Organización No Gubernamental

## **PNGIBSE**

Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos

## **Protocolo SPAW**

Protocolo relativo a las áreas y flora y fauna silvestres especialmente protegidas

**SARDI** Iniciativa de Delfines de Río de Suramérica

## **SiB Colombia**

Red nacional de datos abiertos sobre biodiversidad

**SINA**

Sistema Nacional Ambiental

**SINCHI**

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas

**UICN** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

**UNEP** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

**WCS** Wildlife Conservation Society

**WWF** World Wildlife Fund

**AAS** Atomic Absorption Spectroscopy

**DOD** Distancia de los delfines a la orilla

**Edu.** Educación

**F-POD** Dispositivo de Monitoreo Acústico Pasivo Fijo

**GPS** Global Positioning System (inglés)

**Lic.** Licenciado(a)

**PAM** monitoreo acústico pasivo

**PPT** Platform Transmitter Terminals

**UHF** ultra high frequency (frecuencia ultra alta)

**VHF** Very high frequency (frecuencia muy alta)

**cm** centímetro(s)

**h** hora(s)

**indv** individuo

**kg** kilogramo(s)

**kHz** kilohercio

**km** kilómetro(s)

**lpm** latidos por minuto

**m** metro(s)

**mg** miligramo(s)

**min** minuto(s)

**MM** membranas mucosas

**m s. n. m.** metros sobre el nivel del mar

**pH** potencial de hidrógeno

**s** segundo(s)

**TLLC** tiempo de llenado capilar

°C Unidad de temperatura de la escala Celsius

**(Amc)** Ancho mayor del cráneo

**(AN)** Ancho de la mandíbula a nivel de las narinas

**(AR)** Ancho del rostro

**(BC)** Base de la cola

**(Lca)** Longitud caudal

**(LC)** Longitud corporal

**(Lce)** Longitud cefálica

**(Lh)** Longitud del hocico

**(LT)** Longitud total



# Contenidos

Lista de siglas, acrónimos y abreviaturas .....	6
Tabla de contenidos .....	8
Introducción .....	11
Marco normativo internacional y nacional .....	12
El ciclo del monitoreo .....	16
<b>1. Delfines de río .....</b>	<b>22</b>
* Delfín rosado o bufeo .....	24
* Delfín gris o tucuxi .....	26
* Estimación de abundancia por distancias .....	28
* Diseño de los transectos .....	32
* Estimaciones de densidad y tamaño de grupo .....	42
* Foto identificación y marca / recaptura .....	44
* Monitoreo de salud de las poblaciones de delfines de río y telemetría satelital .....	50
* Capturas .....	56
* Bienestar animal durante los procedimientos .....	58
* Evaluación de salud de los delfines .....	60
* Parámetros a evaluar dentro del examen clínico .....	64
* Telemetría satelital .....	66
* Delfines marcados satelitalmente en Suramérica .....	68
* Evaluación de la concentración de mercurio (Hg) en tejido de delfines .....	74

* Estudios previos en deteminación de concentración de mercurio .....	76	* Telemetría .....	148
* Método analítico para la determinación de mercurio en tejido .....	80	* Uso de ecosonda para la localización de manatíes .....	154
* Evaluación acústica .....	84	<b>4. Cocodrilos y caimanes</b> .....	156
<b>2. Nutrias</b> .....	88	* Caimán llanero .....	158
* Nutria gigante o perro de agua .....	90	* Caimán negro .....	160
* Nutria neotropical o nutria .....	94	* Morfometría .....	162
* Métodos de monitoreo .....	96	* Identificación de especies distribuidas en el Amazonas y Orinoco .....	165
* Estimaciones poblacionales .....	98	* Neonatos .....	173
* Estimaciones poblacionales de nutrias gigantes .....	98	* Evaluación poblacional .....	174
* Diseño de los muestreos .....	103	* Periodicidad, zonas y época de los muestreos .....	176
* Evaluación de presencia con métodos indirectos (letrinas, madrigueras, huellas).....	111	* Captura y manipulación .....	178
* Letrinas .....	112	* Identificación del sexo de individuos .....	182
* Madrigueras .....	116	* Método de marcaje .....	184
* Huellas.....	118	* Aspectos reproductivos .....	187
* Estudios de los ciclos de actividad .....	120	* Hábitos alimenticios .....	192
* Evaluación de dieta .....	122	Acciones de gestión y monitoreo de vertebrados acuáticos: casos exitosos, desafíos y perspectivas .....	194
<b>3. Manatíes</b> .....	126	Bibliografía .....	200
* Manatí amazónico .....	128		
* Manatí del Caribe.....	130		
* Metodologías .....	132		
* Conocimiento local .....	132		
* Talleres participativos.....	134		
* Cartografía social .....	137		
* Observaciones directas .....	138		
* Evidencias indirectas de presencia de manatíes (rastros de alimentación y heces) ...	144		





Figura 1. Mapa de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco de Colombia.

# Introducción

Colombia es un país biodiverso gracias a la gran heterogeneidad de ecosistemas que incluyen zonas costeras, montañosas, desérticas, selváticas y grandes humedales. La Amazonia y Orinoquia sobresalen no solo por sus bosques, sino por su extensa red fluvial que constituye el hábitat de miles de especies de vertebrados acuáticos como peces, tortugas, caimanes, serpientes, nutrias, manatíes y delfines, algunas de ellas en categoría de amenaza, por lo cual el país ha enfocado esfuerzos en diseñar e implementar estrategias de conservación a nivel nacional y regional, donde las acciones de monitoreo de especies bajo metodologías robustas y estandarizadas permitan comparaciones entre estudios y regiones geográficas (Figura 1).

Colombia cuenta con un sistema sólido para evaluar procesos de deforestación de bosques y cada año se presentan estadísticas que muestran cómo va el país; sin embargo, en el caso de la fauna acuática, existen muy pocos estudios de largo plazo que permitan hacer este tipo de análisis. Una excepción es el programa de monitoreo de delfines de agua dulce, manatíes y evaluación de nutrias gigantes que viene adelantando la Fundación Omacha desde hace 30 años. Igualmente, el monitoreo

de tortugas y caimanes se ha realizado por organizaciones como el Instituto Alexander von Humboldt, Wildlife Conservation Society, Fundación Palmarito y Fundación Omacha. Este tipo de estudios enfrenta grandes limitaciones como la falta de recursos financieros a largo plazo. Además, existe la necesidad de capacitar a más profesionales, personas de las comunidades y funcionarios de corporaciones ambientales en el uso de metodologías estandarizadas para algunos de estos grupos de fauna. En el marco del convenio 977 de 2023 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Fundación Omacha se desarrolló la presente guía, a través de la cual se formulan las metodologías asociadas al monitoreo de especies de vertebrados acuáticos, cuya aplicación deberá ser promovida por parte de instituciones públicas y privadas, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales y grupos étnicos.

## ¿A quién va dirigida?

A autoridades ambientales nacionales y regionales, institutos de investigación, universidades, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales y grupos étnicos.

# Marco normativo internacional y nacional

**Ángela María Bedoya Blandón y  
Gina Carolina Avella Castiblanco**

A nivel internacional se han generado regulaciones y orientaciones con el propósito de contribuir en la conservación, manejo y uso racional de la biodiversidad, las cuales han sido tomadas como referente para la consolidación de la normativa ambiental colombiana; entre estas se encuentran el protocolo relativo a las áreas y flora y fauna silvestres especialmente protegidas del convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la región del gran Caribe, conocido como el convenio de Cartagena; la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres; la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de las aves acuáticas (Ramsar), entre otros.

El Convenio de Diversidad Biológica, adoptado en Colombia por Ley 165 de 1994, sentó las bases para el desarrollo de la actual legislación del país en materia de biodiversidad y ratificó los compromisos asumidos

en el Código Nacional de los Recursos Naturales (Decreto Ley 2811 de 1974) y la Constitución Política de 1991, que posteriormente se materializaron a través de Ley 99 de 1993.

El Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible) creado por la Ley 99 de 1993 es el ente rector del Sistema Nacional Ambiental; esta norma asigna funciones a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, entes territoriales (alcaldías y gobernaciones) y da vida al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Científicas - Sinchi y al Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, como generadores de información para la toma de decisiones.

Para garantizar la conservación y el desarrollo sostenible de la biodiversidad en 2012 se formuló la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Eco-



sistémicos, donde se impartieron lineamientos para el manejo de las relaciones de los sistemas ecológicos y sociales y la promoción de la corresponsabilidad social y sectorial en torno a la conservación y posicionamiento de la biodiversidad y sus servicios como un valor público que incluye las especies de fauna silvestre. Dentro de las metas de esta política se encuentra avanzar en el conocimiento, la base científica y las tecnologías referidas a la diversidad biológica, valores, funcionamiento, estado, cambios, tendencias y consecuencias de su transformación.

Es importante resaltar que en la actualidad el MinAmbiente se encuentra en proceso de actualización del Plan de Acción en Biodiversidad, instrumento que hace parte de la PN-GIBSE, tomando como orientación lo ratificado por Colombia en 2022, en el Marco Global de Biodiversidad (Kumming Montreal) que cuenta con 4 objetivos y 23 metas a 2050 y un hito a 2030. Con relación a la biodiversidad biológica se resalta cómo este marco propende por garantizar las acciones de manejo para detener la extinción de especies amenazadas inducida por el hombre y la necesidad de su recuperación y conservación; también hace énfasis en la gestión eficaz de las interacciones entre humanos y la vida silvestre para minimizar los conflictos en áreas y promover la coexistencia.

En cumplimiento de lo descrito y con el fin de establecer prioridades de conservación, el

MinAmbiente desde el 2002 genera actos administrativos de forma periódica que actualizan el listado oficial de especies amenazadas soportado en los libros rojos, en información científica y académica, así como en la revisión por parte del Comité Coordinador de Categorización de las Especies Silvestres Amenazadas en el territorio nacional.

Mediante la Resolución 126 de 2024 expedida por el MinAmbiente, se actualizó el listado oficial de especies amenazadas pasando de 1.302 a 2.103.

La generación de estos listados oficiales de especies amenazadas corresponde a uno de los mecanismos de gestión con los que cuenta el país; adicionalmente, se formulan e implementan planes y programas de conservación, procesos de investigación y generación de información, monitoreo, entre otras acciones de conservación *ex situ* e *in situ*. Ejemplo de lo descrito es la formulación del Plan de Acción Nacional para la Conservación de los Mamíferos Acuáticos de Colombia 2022-2035, el cual propone estrategias y acciones concretas para la preservación, recuperación, uso sostenible y conocimiento de las poblaciones que habitan en las aguas marinas y continentales del país.

Entre otros mecanismos de conservación se encuentra la articulación con el sector pesquero que imparte lineamientos, como es el caso de la medida precautoria para la comercialización de la especie *Calophysus macropterus* (mota) en las cuencas del Amazonas y el Orinoco (Resolución 1710 de 2017 expedida por la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca); así como la prohibición en el ejercicio de la pesca el uso de especies amenazadas como carnada en el territorio nacional colombiano (Resolución 799 de 2014 expedida por la AUNAP).

A través de la Ley 1348 de 2009 Colombia se adhirió a la Comisión Ballenera Internacional y, en el marco de esta instancia se formuló el Plan de Manejo y Conservación (CMP, por sus siglas en inglés) de delfines de río *Inia geoffrensis*, *Inia boliviensis*, *Inia araguaiaensis* y *Sotalia fluviatilis* en las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco y Tocantins Araguaia, como una estrategia concertada junto con los países de distribución natural (Brasil, Ecuador, Perú y Colombia); este instrumento contiene 32 acciones incluidas en 5 categorías, con el propósito de evaluar la salud de las poblaciones, articular instrumentos nacionales y emprender ejercicios de monitoreo con la participación de comunidades y autoridades locales a través de procesos de coordinación y articulación interinstitucional.

El desarrollo de herramientas que contribuyen a la conservación de la diversidad biológica se encuentra en línea con lo planteado tanto por las orientaciones impartidas a nivel internacional como en la normativa nacional, como por ejemplo ejercicios de monitoreo de especies de la fauna silvestre por encontrarse en alguna categoría de amenaza o por constituirse en especies indicadoras del estado de los ecosistemas naturales.



# El ciclo del monitoreo

**María Cecilia Londoño-Murcia y  
Lina María Sánchez-Clavijo**

El monitoreo hace referencia al proceso de medición estandarizada, sistemática y repetida de variables que permite describir la biodiversidad, mediciones que son esenciales para evaluar cambios en el estado y tendencias de la biodiversidad. La generación de indicadores de biodiversidad a partir de datos de monitoreo es una necesidad que es cada vez más reconocida por gobiernos y sociedad civil, pues se tiene claro que la biodiversidad está estrechamente relacionada con el bienestar humano en múltiples aspectos como la mitigación y adaptación al cambio climático, la salud humana o la productividad económica (Pascual et al., 2022).

El cálculo de indicadores para la gestión de la biodiversidad tiene dos propósitos principales: orientar el diseño de acciones de conservación y manejo, y evaluar el éxito de las acciones implementadas. Para que los indicadores sean útiles desde escalas locales a globales, se debe asegurar que los datos de monitoreo

que se toman a escala local en iniciativas de monitoreo implementadas por diferentes organizaciones estén estandarizados, es decir, que utilicen los mismos métodos y sobre todo los documenten de manera similar. Esto permite que los datos se puedan usar no sólo para evaluaciones locales, sino además para la toma de decisiones a nivel regional y nacional.

El Marco Mundial de Biodiversidad Kunming-Montreal plantea 23 metas globales acordadas por 196 países signatarios del Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CBD) de las Naciones Unidas. Estas metas están acompañadas de un marco de monitoreo que identifica una serie de indicadores que permiten el seguimiento a las metas y que guían las acciones de los gobiernos. Colombia, como país miembro de la CBD, debe fortalecer sus sistemas de monitoreo para cumplir con el seguimiento a las metas del acuerdo. De manera particular, el monitoreo de poblaciones de



especies amenazadas resulta una información esencial para el cálculo de varios de los indicadores propuestos (CBD 2022).

La información sobre biodiversidad generada por iniciativas de monitoreo en Colombia es de gran utilidad a múltiples escalas y para diferentes usuarios. Por ejemplo, las Corporaciones Autónomas Regionales y otras autoridades ambientales requieren información actualizada sobre especies amenazadas e introducidas, las empresas privadas deben hacerle seguimiento al estado del ambiente en sus áreas de influencia, y las comunidades locales ven cada vez más en el monitoreo comunitario una herramienta para aumentar la gobernanza de sus territorios. De esta forma, el monitoreo termina siendo mucho más que esas mediciones repetidas y sistemáticas en el tiempo y se convierte en parte de un proceso que permite la evaluación y planificación de estrategias de conservación, restauración y manejo sostenible de la biodiversidad.

Desde el Instituto Humboldt se han sistematizado estos procesos a través de una herramienta conceptual que recibe el nombre de “ciclo de monitoreo” (Sánchez-Clavijo *et al.*, en prensa), el cual consta de siete pasos divididos en dos

fases. En la fase de planeación se definen el objetivo, propósito y contexto socio-ecológico para la estrategia, se construye la estrategia de forma participativa, y se diseña la estrategia para recolección de datos, buscando que el monitoreo responda a las necesidades de información de los diferentes usuarios. Del cuidado con que se desarrolle esta fase depende gran parte del éxito de una estrategia de monitoreo. En la fase de implementación se capturan, analizan, sintetizan e interpretan los datos, reportando los indicadores que serán usados en los diferentes procesos de toma de decisiones. La repetición sistemática de estos cuatro pasos en el tiempo, es la que finalmente permite generar indicadores no sólo de estado, sino también de tendencias de la biodiversidad (Figura 2). Adicionalmente, el ciclo de monitoreo está acompañado por cuatro procesos transversales, que, desde la experiencia acumulada en el Instituto, hemos identificado como componentes estratégicos para asegurar el éxito y continuidad de las iniciativas de monitoreo.



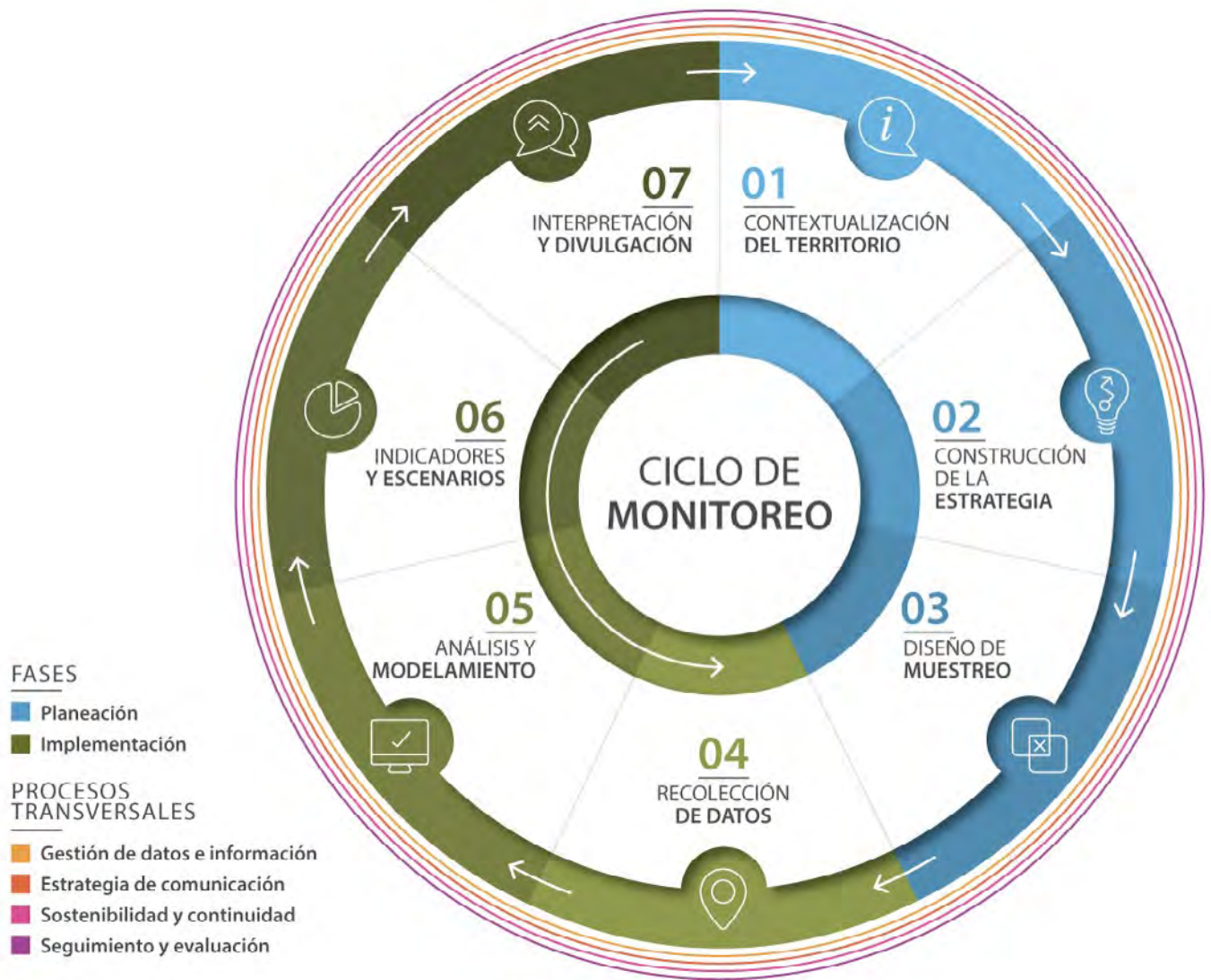


Figura 2. Ciclo de monitoreo propuesto para estructurar y documentar la planeación, implementación y seguimiento a estrategias de monitoreo y evaluación de biodiversidad (Sánchez-Clavijo et al., en prensa).

La ventaja del ciclo de monitoreo como herramienta conceptual es que puede ser adaptada a cualquier contexto socioecológico y escala, y además permite integrar diferentes fuentes para fortalecer la puesta en práctica de sus pasos según la selección de objetos de monitoreo. Por ejemplo, la guía Monitoreo de vertebrados acuáticos amenazados en la Amazonia y Orinoquia colombiana es un recurso perfecto para orientar algunos de los pasos del ciclo de monitoreo, aplicados al caso específico del seguimiento a delfines, nutrias, manatíes, caimanes y babillas como indicadoras de calidad de los ecosistemas en regiones claves para la conservación de la biodiversidad en el país.

Para monitorear la biodiversidad, en un país megadiverso como Colombia, es necesario trabajar de manera coordinada entre diferentes organizaciones y personas. Los esfuerzos de monitoreo deben contribuir no solo a intereses particulares sino a intereses regionales, nacionales y globales. Tener clara la importancia de la información y disponerla para que diferentes usuarios puedan acceder a ella otorga un valor agregado a los esfuerzos de muestreo, permitiendo el desarrollo de mejores análisis e indicadores para tomar decisiones ambientales informadas.

Para disponer la información sobre biodiversidad existe el Sistema de Información de Biodiversidad de Colombia que facilita la publicación en línea y brinda acceso libre a datos e infor-

mación sobre la diversidad biológica del país. A la fecha, miles de usuarios desde diferentes sectores a nivel nacional usan el SiB Colombia <https://biodiversidad.co/> para contribuir, movilizar, acceder y analizar datos, convirtiendo este sistema en la infraestructura de biodiversidad más importante del país, respaldada con más de 20 millones de registros biológicos. Desde el SiB Colombia los invitamos a publicar los datos sobre delfines, nutrias, manatíes, caimanes y babillas para que, como colombianos, contemos con más y mejor información sobre nuestra biodiversidad.



## Nutria neotropical

*Lontra longicaudis*



## Manatí del Caribe

*Trichechus manatus manatus*



# Caimán negro

*Melanosuchus niger*



# Delfín rosado o bufeo

*Inia geoffrensis*







# 1. Delfines de río

---

Fernando Trujillo, María Jimena Valderrama,  
Estefany Acosta Lugo y Diana Trujillo





# Delfín rosado o bufeo

*Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817)

● Este delfín es el más grande de los cetáceos de agua dulce y llega a medir cerca de 2,8 m de longitud y a pesar más de 200 kg. Se caracteriza por tener un hocico largo dotado de 25 a 28 dientes por ramus.

● Los dientes son heterodontos, con incisivos en la parte delantera y molariformes en la parte posterior. Los ojos son pequeños pero funcionales, con adaptaciones especiales para magnificar la luz bajo el agua en condiciones pobres de visibilidad. Los machos son significativamente más grandes y robustos que las hembras, siendo una de las especies de cetáceos con mayor dimorfismo sexual (Martin y Da Silva, 2004).

● La aleta dorsal es baja y tiene forma de quilla, mientras que las pectorales son grandes y cuentan con articulaciones adaptadas a un mayor ángulo de rotación en comparación con otros delfines. La coloración del cuerpo varía a lo largo de su vida, pero es predominantemente gris.

● **Cuerpo robusto, flexible y poco hidrodinámico**

● **Aleta caudal fibrosa y sin huesos**

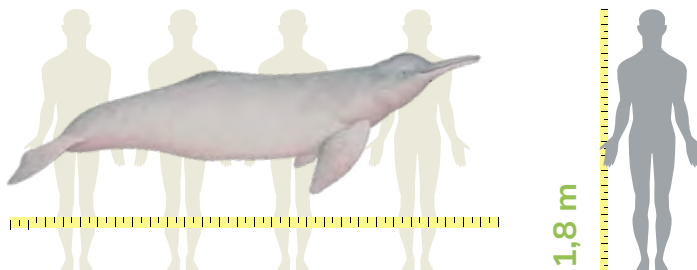


● Las crías recién nacidas son de color gris oscuro y a medida que crecen su coloración se torna más pálida al llegar a la adultez. Con frecuencia, en algunos individuos la coloración se torna rosada debido a la actividad física, debido a que la sangre fluye a los vasos sanguíneos periféricos como una estrategia de termorregulación.

● En la parte superior del hocico poseen vibrissas sensoriales. Las vértebras cervicales están libres y no fusionadas, como en la mayoría de los cetáceos. Esto les permite mover la cabeza libremente.

● La reproducción es polígama con estrategia de poliandria donde una hembra se aparea con varios machos. El periodo de gestación es de 13 meses y tienen un intervalo entre crías estimado en 4,5 años.

2,8 m de longitud



Aleta dorsal baja, fibrosa y en forma de quilla



Abertura nasal o espiráculo



Melón abultado



Ojos pequeños y visión limitada



Hocico largo, fino y con dientes incisivos y molares en ambas mandíbulas



Aletas pectorales anchas, grandes, con capacidad de rotación



# Delfín gris o tucuxi

*Sotalia fluviatilis* (de Gervais, 1853)

● Alcanza una longitud de 1,6 m y un peso máximo de 65 kg. Tiene un hocico corto dotado de 26 a 36 dientes en cada ramus, todos incisivos.

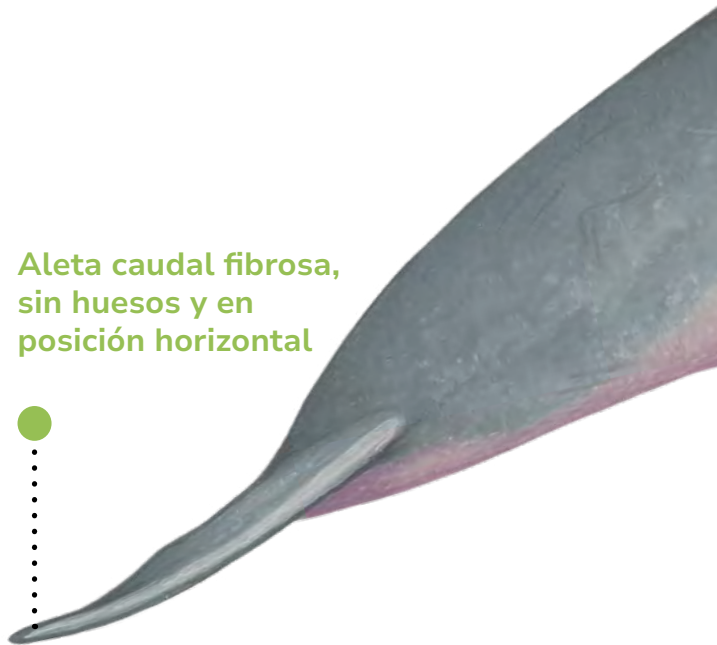
● La coloración es predominantemente gris con el vientre de color pálido o rosado. Con frecuencia se observan dos líneas grises longitudinales en los costados del cuerpo: una desde la zona ocular hacia las aletas pectorales y otra de la parte posterior de la cabeza a la región genital.

● La aleta dorsal se sitúa en la parte media de la zona dorsal y posee una forma característicamente triangular.

● El tiempo de gestación es de 11 meses con cuidado parental de las crías por parte del grupo.

● .....  
Aleta dorsal triangular, fibrosa y ubicada en la parte media del cuerpo

●  
Aleta caudal fibrosa, sin huesos y en posición horizontal





Hocico corto,  
algunas veces con una  
mancha blanca en la punta

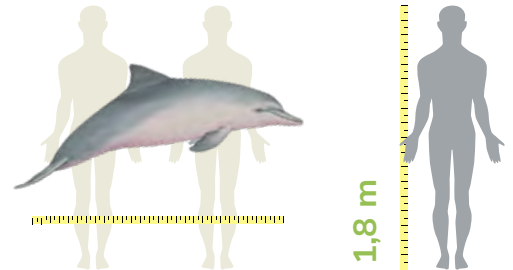
Vértex  
cervicales  
fusionadas

Abertura nasal  
o espiráculo

Melón

Aletas pectorales pequeñas,  
terminadas en punta

1,5 m de longitud





# Estimación de abundancia por distancias

Estimar la abundancia de los delfines de río no es una tarea fácil. Durante décadas, el Grupo de Especialistas en Cetáceos de la Unión Internacional de la Naturaleza propuso generar una metodología robusta y replicable.

Por lo anterior, en el 2001 la Fundación Omacha y la Universidad de Saint Andrews de Escocia desarrollaron un estudio piloto en la Amazonia colombiana, coordinado por Rob Williams, Sharon Headly, Fernanda Marques, Catalina Gómez y Fernando Trujillo. El resultado de este estudio fue una propuesta metodológica basada en distancias que combina transectos en banda y lineales (Gómez-Salazar *et al.*, 2012; Trujillo *et al.*, 2011; Williams *et al.*, 2016).

La Fundación Omacha ha trabajado esta metodología con el fin de determinar el estado de las poblaciones de delfines de río, en las cuencas del Amazonas y del Orinoco; y se ha implementado en el desarrollo de distintas expediciones en ríos de Colombia (Figura 3) y Suramérica. Los resultados contribuyen a la determinación de áreas prioritarias para la conservación de estos mamíferos acuáticos (Figura 4).

Esta metodología considera los periodos de aguas en transición de los ríos como la mejor época para realizar las estimaciones de abundancia, debido a que en época de aguas bajas (verano) la navegación se dificulta, lo cual puede generar una subestimación de los resultados por el difícil acceso a sitios como remansos de islas donde se concentran los delfines en esa estación del año. En época de aguas altas (invierno), los bosques se inundan y los delfines se dispersan en estos.

En este caso, la dificultad para la implementación de la metodología planteada está relacionada con la imposibilidad del ingreso de las embarcaciones a estos ecosistemas boscosos.

En este sentido, cuando las aguas se encuentran en ascenso o descenso, los delfines se distribuyen en diferentes tipos de hábitats. Lo anterior facilita la navegación y la implementación de un diseño de transectos (Trujillo *et al.*, 2019).

La implementación de la metodología propuesta debe considerar uno de los principales preceptos de las estimaciones de abundancia

por distancia: que la probabilidad de detección de los animales sobre la línea de transecto debe ser igual a 1. Lo descrito ocurre en especies terrestres; sin embargo, en acuáticas es más complejo. Esta dificultad es mayor en los cetáceos que por su extraordinario sentido auditivo perciben embarcaciones a grandes distancias y con frecuencia se mantienen sumergidos tras el paso de los barcos.

**La metodología señala que es clave contar con dos plataformas independientes de observación:** una en popa y otra en proa. Los resultados de los estudios señalan que más del 60% de las observaciones de delfines se realizaron en la plataforma de popa.







**Expediciones realizadas**

- 1 Expedición
- 2 Expediciones
- 3 Expediciones o más

■ Drenaje doble

- Áreas hidrográficas
- Límite marítimo

Figura 3. Expediciones desarrolladas en las cuencas del Amazonas y Orinoco de Colombia.



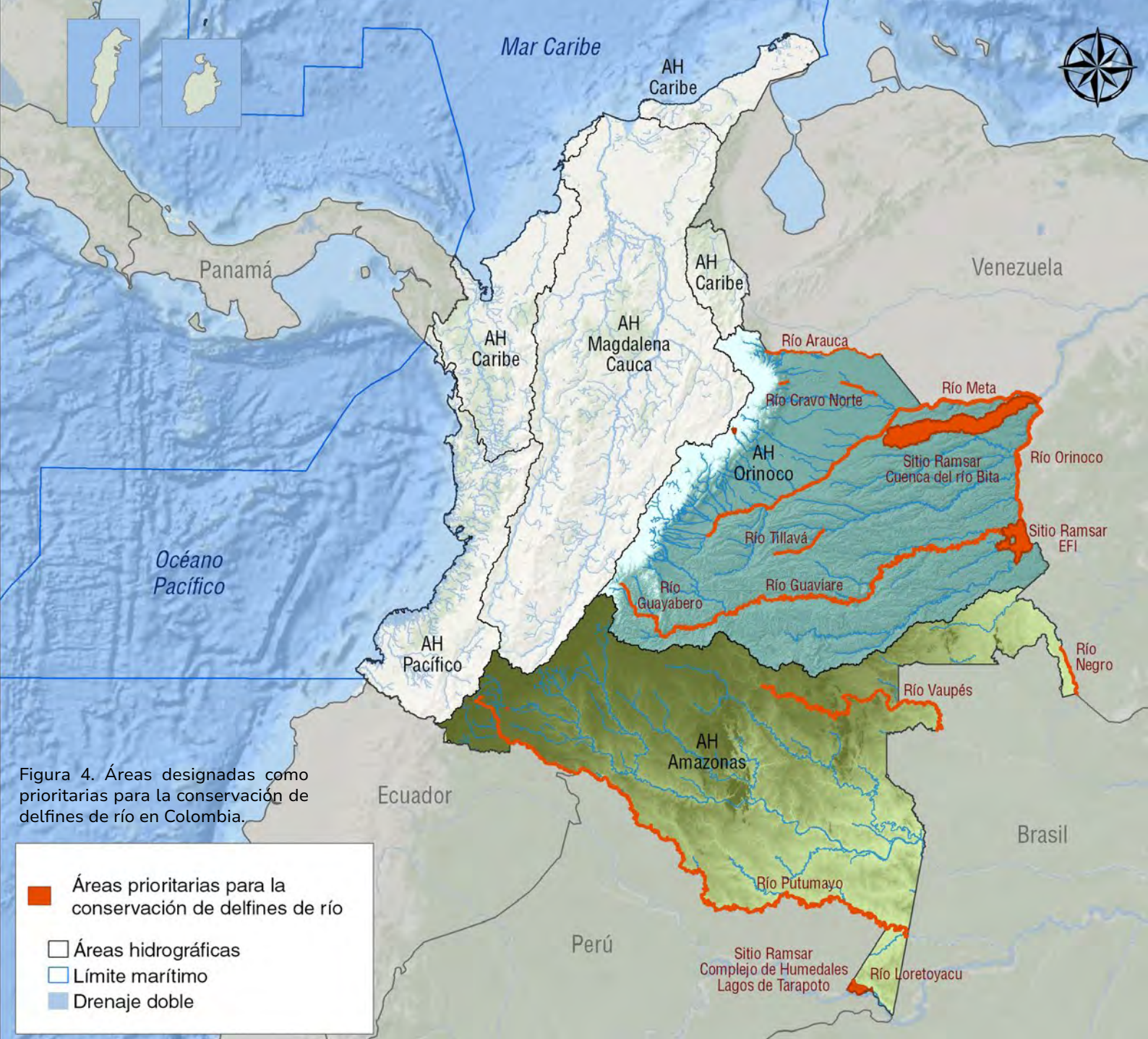
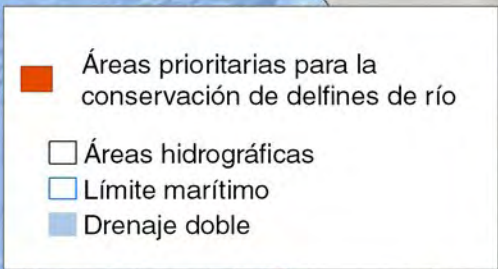


Figura 4. Áreas designadas como prioritarias para la conservación de delfines de río en Colombia.



# Diseño de los transectos

Para la estimación poblacional de delfines de río, se utiliza la metodología desarrollada en el 2006 bajo el marco del Programa de Estimación de Abundancia de Delfines de Río en Suramérica, entre la Fundación Omacha, University of St. Andrews, WWF y Whitley Fund for Nature (Gómez-Salazar *et al.*, 2012; Trujillo *et al.*, 2011).

Dicha metodología consiste en transectos en banda y lineales, en donde se detectan individuos o grupos durante el recorrido a una velocidad constante (12 km/h) desde una embarcación. Durante los recorridos, se lleva a cabo un registro riguroso de esfuerzo, avistamientos y variables ambientales, incluyendo hora, fecha y distancia a las orillas con respecto a la embarcación, con el objetivo de definir el espacio/tiempo del muestreo.

Para el esfuerzo de muestreo, se tienen en cuenta la apertura y cierre de cada uno de los transectos en banda con una longitud promedio de 2,5 km, los cambios de navegación, los eventos antrópicos durante el recorrido y el cambio de variables ambientales. La razón de estandarizar los transectos en 2,5 km es poder comparar la tasa de encuentro de delfines. Los transectos lineales se desarrollan atravesando el río de forma perpendicular con respecto a las orillas y tienen una longitud de 1

km (la variación depende del ancho del río); por esta razón, se marcan cada uno de los eventos utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), y el inicio y el final de cada transecto para obtener la longitud final del transecto. La banda de muestreo de todos los transectos es de 200 m. En cuanto a variables ambientales, se recopila el tipo de hábitat, visibilidad, brillo solar, estado del río, tipo de agua, los hábitats recorridos (río principal, canal, confluencia, laguna, río tributario e isla) y el tipo de orilla.

Cuando se presenta un avistamiento de uno o varios ejemplares, se realiza un registro de observación. A este registro, además de las variables mencionadas anteriormente, se le añaden detalles de interés biológico, tales como el número de individuos observados (tamaño grupal), presencia de crías, distancia con respecto al margen en la que se reporten los avistamientos dentro del rango del transecto DOD (Distancia de los delfines a la orilla), presencia/ausencia de cohesión entre individuos próximos y distantes y el estado de observación (nueva o confirmación).

El esfuerzo de observación se lleva a cabo en buenas condiciones ambientales. En cada avistamiento los observadores reportan las especies, el tamaño del grupo, la presencia de crías, la distancia radial entre el avistamiento y el bote, el ángulo radial, las distancias de los grupos de

delfines a la orilla, el tipo de hábitat (río principal, afluente, confluencia, lago, canal e isla, como se describe en Gómez-Salazar et al., 2012).

Con el apoyo de un transportador geométrico ubicado frente a los investigadores, se toma el ángulo con respecto del avistamiento y se estima la distancia desde la embarcación por parte del observador. Adicionalmente, se adjuntan comentarios relevantes de la zona o del avistamiento.

Para ello, durante el muestreo se asignan dos observadores en la proa y un anotador (Figura 5). Este último cuenta con un formato de esfuerzo para el registro constante de la información mencionada anteriormente.



Disposición de investigadores para el estudio



- Observador: círculo rojo
- Anotador: círculo naranja
- Transportador

POPA

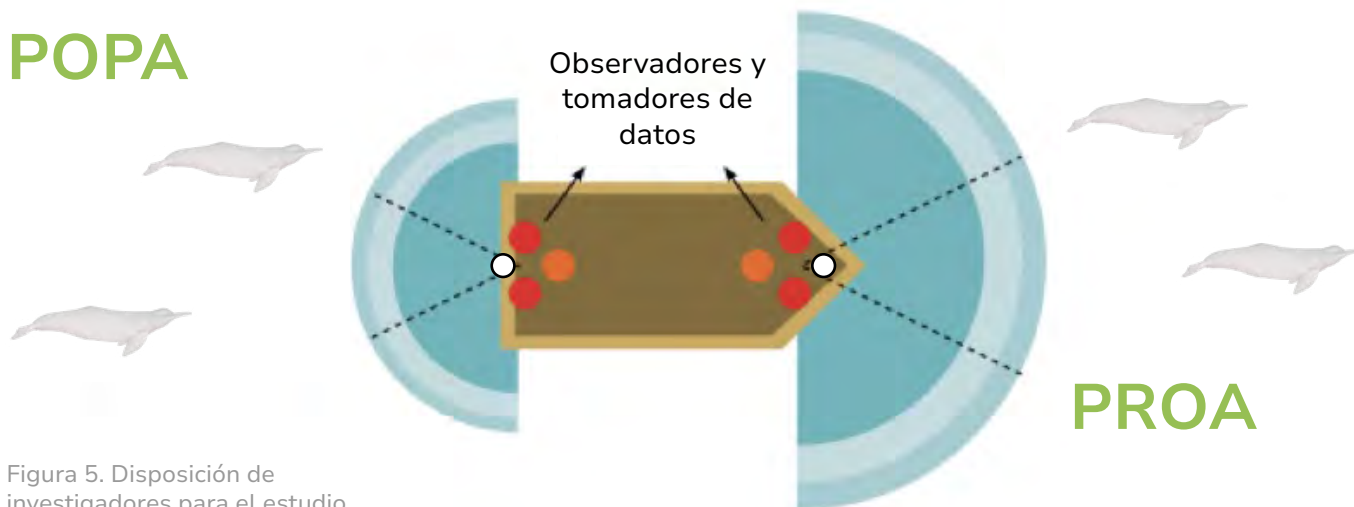


Figura 5. Disposición de investigadores para el estudio.



2 observadores  
y un anotador  
de datos



# ● Formato de campo





# Tipos de plataforma

## POPA

2 Observadores y  
un anotador de datos

## PROA

2 Observadores y  
un anotador de datos





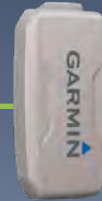
# Materiales de muestreo



Distanciómetro



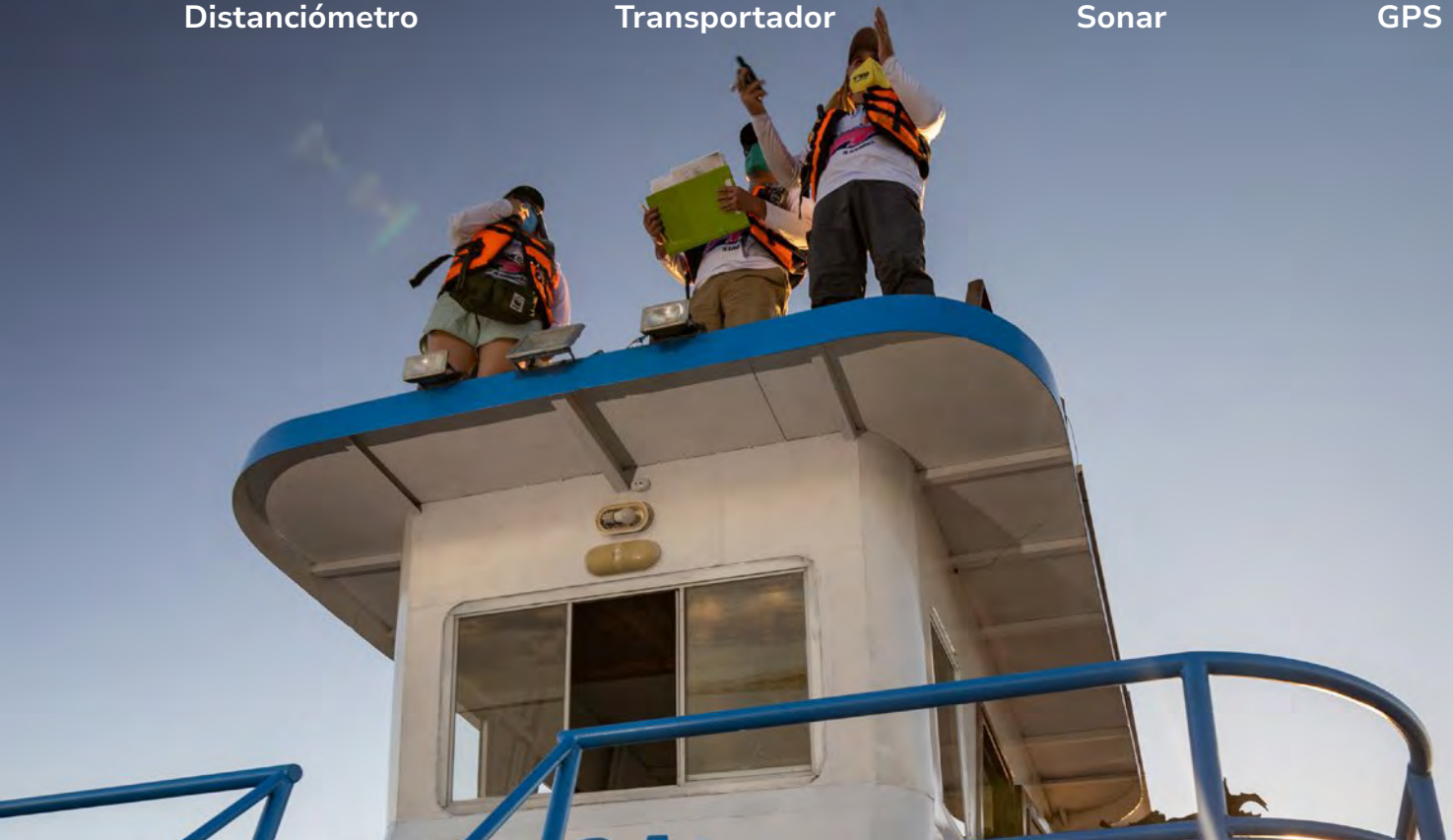
Transportador



Sonar



GPS





Transecto en  
banda  
2,5 km

Transecto lineal:  
depende del ancho  
del río

Transecto en  
banda  
2,5 km

# Tipos de transectos





# Tipos de hábitat / estratos

- 1 Río principal
- 2 Islas
- 3 Canales
- 4 Tributarios
- 5 Confluencias
- 6 Lagos
- 7 Playa





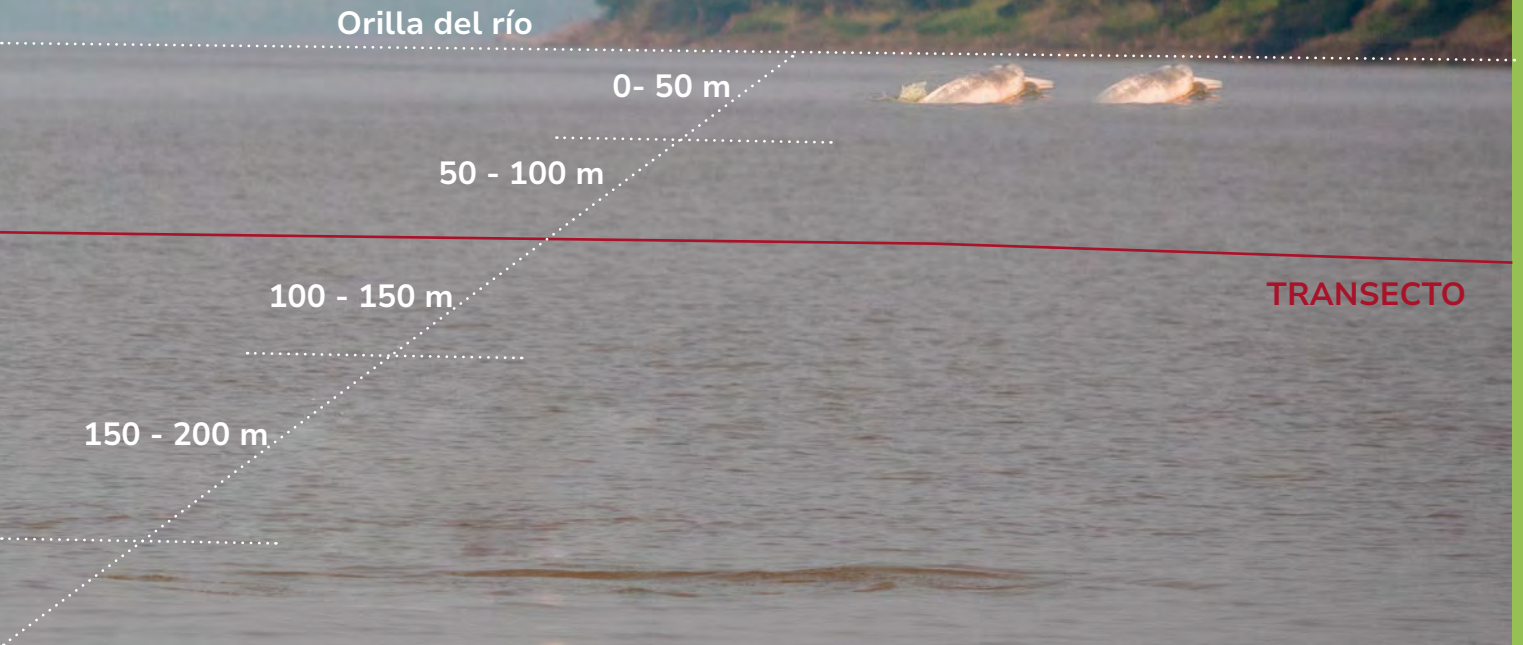
Uno de los aspectos fundamentales para estandarizar la metodología es la estratificación de los hábitats desde el punto de vista ecológico, ya que las características de un río principal difieren de las de un tributario, una laguna o canales entre islas, lo cual se refleja en las densidades (Tabla 1).

Asimismo, son importantes los tipos de orilla, ya que generan condiciones más propicias para el establecimiento de cardúmenes de peces que constituyen el alimento principal de los delfines.

Tabla 1. Tipos de hábitats evaluados en estimaciones de abundancia de delfines de río. Tomado y adaptado de Trujillo et al., 2011.

Tipos de hábitat	Características	Áreas muestreadas
<b>Río principal</b>	Aguas blancas con origen en los Andes, típicamente turbias, de color marrón, con baja transparencia, pH básico, y ricas en sedimentos, (Sioli, 1984) los ríos principales tienen al menos 400 metros de ancho.	Ríos Orinoco, Amazonas, Meta, Putumayo, Caquetá
<b>Ríos tributarios</b>	Generalmente corresponden a aguas negras o claras que nacen en las selvas y sabanas. La coloración es oscura, tienen mayor visibilidad y el pH es ácido.	Ríos Bitá, Loreto Yacu, Atacuari, Manacacías, Tillavá, Planas
<b>Confluencias</b>	Áreas de intersección entre ríos, canales o tributarios. Las confluencias están disponibles para los delfines durante todas las épocas del año, y pueden ser de aguas blancas o negras. Generalmente < de 400 metros de ancho.	Confluencias de los ríos Vichada-Tillavá-Planas, confluencia Caño Rubiales – río Tillavá
<b>Canales</b>	Cursos de agua con no más de 300 metros de ancho, asociados a islas y sistemas de ríos principales. La navegación en este hábitat es restringida de acuerdo con la época hidroclimática.	
<b>Islas</b>	Área acuática adyacente a las islas en los ríos principales, y donde la vegetación puede aparecer o desaparecer de acuerdo con el periodo hidroclimático.	

# Distancia de los delfines a la orilla (DOD)



Dentro de los aspectos que permiten la estandarización metodológica, se encuentra el DOD que representa la distancia con respecto a la orilla en la que se encuentran los avistamientos dentro del margen horizontal de un transecto. Este establece un rango de distancia controlada y máxima para las observaciones de manera perpendicular con respecto a la embarcación, con el fin de evitar sesgos, y se delimita iniciando en 0 desde la orilla más cercana hasta 200 metros a partir de este margen. El DOD se clasifica en rangos según la distancia del avistamiento de la siguiente manera: 0-50, 50-100, 100-150 y 150-200 metros, donde la embarcación se encuentra en el punto intermedio entre estas distancias límites (100 metros).

# Estimaciones de densidad y tamaño de grupo

Se calculan las estimaciones de densidad y abundancia de delfines mediante la estratificación de hábitats para todos los ríos que se muestreen. Los análisis de datos se realizan utilizando el *software* estadístico de código abierto R (versión 3.4.3, R Core Team, 2020).

$$D = nE(i)f(0)/2Lg(0)$$

Donde: n: número de grupos observados. E (i) es el estimado del tamaño para cada grupo de la población en un hábitat tipo i. f (0): observación de la densidad probable a distancia perpendicular 0. L: longitud del transecto total y g(0): probabilidad de observación de un grupo en la línea de transecto.

El g(0) se estima usando los datos de la plataforma de observación. La función de detección se ajusta generalmente en los primeros 50 m. El modelo de detección más usado es el Akaike Information Creation (AIC) (Burnham & Anderson, 2001). El tamaño de la población (Ni) para los delfines de río en cada hábitat i, se calcula:

$$N_i = A_i D_i$$

En general, el coeficiente de variación del total estimado para el río se calcula de la siguiente manera:

$$CV(N_i) = \sqrt{\sum SE(N_i)^2 / \sum N_i}$$

Los transectos transversales lineales se analizan utilizando los paquetes estadísticos *Distance* y *MRDS*, siguiendo los métodos de muestreo por distancia (DS) (Buckland et al., 2001) para ajustar las funciones de detección y estimar las probabilidades de detección así como la densidad y abundancia para el centro del río.

Permite desarrollar una función de detección específica para aquellos ríos principales en los que se realizan transectos lineales, en lugar de utilizar la función de detección general proporcionada en (Gómez-Salazar et al., 2012), siempre y cuando el número de avistamientos sea superior a 30 grupos (Paschoalini, 2019). Se consideraron como funciones clave los modelos de media normalidad y de *Hazard rate*.





Los transectos en banda (con 200 m de ancho de franja) se analizan considerando la estratificación del hábitat en campo (río principal, afluente, canal, confluencia, lago e isla) para cada río. Esto se realiza siguiendo los métodos de (Gómez-Salazar *et al.*, 2019) y sus ajustes presentados en Paschoalini (2019), para estimar la densidad de cada especie de la siguiente manera:

$$D_i = \frac{E_i \left[ \frac{n_{0-50}}{P_2} + \frac{n_{50-100}}{P_1} + \frac{n_{100-150}}{P_1} + \frac{n_{150-200}}{P_2} \right]}{W L_i g(0)}$$

Donde  $D_i$  es la densidad estimada en el tipo de hábitat  $i$ ;  $E_i$  es el tamaño de grupo estimado para la población en el tipo de hábitat  $i$ ;  $L_i$  es la longitud total de los transectos paralelos realizados en dicho hábitat  $i$ ;  $W$  es la anchura de la franja (200 m) y  $g(0)$  estimada en el análisis del transecto lineal y  $P_k$  ( $P_1$  y  $P_2$ ) la corrección para los grupos de delfines no detectados en cada uno de los 50 m de ancho de la franja con respecto a la distancia de la línea de seguimiento.

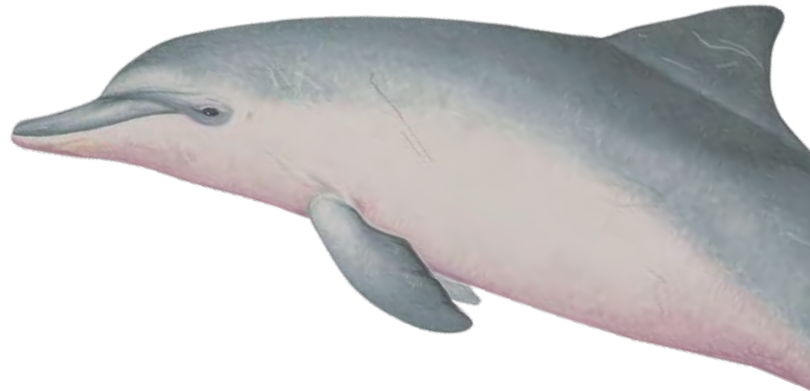
# Foto identificación y marca / recaptura

La foto-identificación es una técnica no invasiva que se basa en el reconocimiento de individuos de una población a partir de características específicas como cicatrices, marcas y patrones de pigmentación. En el caso de los cetáceos, esta técnica ha sido empleada en más de 50 especies alrededor del mundo. Desde ballenas jorobadas con patrones únicos de pigmentación en la parte ventral de la aleta caudal, hasta ballenas francas con callosidades en la cabeza, y un gran número de odontocetos con marcas distintivas (Hammond *et al.*, 1990).

En el caso de los delfines de río, esta técnica se implementó por primera vez en la Amazonia colombiana a finales de los años ochenta y se basó en fotografiar la parte dorsal del cuerpo de *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*, identificando marcas, cicatrices y patrones de pigmentación (Trujillo, 1994). Al inicio, las fotografías se tomaban con cámaras analógicas y en diapositivas, teniendo en cuenta el lado del delfín donde estaba la marca. A partir de esto, se genera una base de datos donde se ingresan las fotografías que permiten identificar a cada individuo. Se realiza un esquema (dibujo)

y se ingresan las fechas en las que se observó al individuo. Todo acompañado de la localización geográfica.

Actualmente, las fotografías se toman con cámaras digitales de alta resolución y a velocidades superiores a 1/1.000, lo que permite una mayor definición de las marcas. Si el criterio es la pigmentación, se recomienda tomar las fotos con el sol a espaldas del fotógrafo, ya que de lo contrario solo se obtienen perfiles que son útiles principalmente para muescas en las aletas dorsales. Después de cada sesión fotográfica, se seleccionan las mejores fotografías y se ingresan en la base de datos.





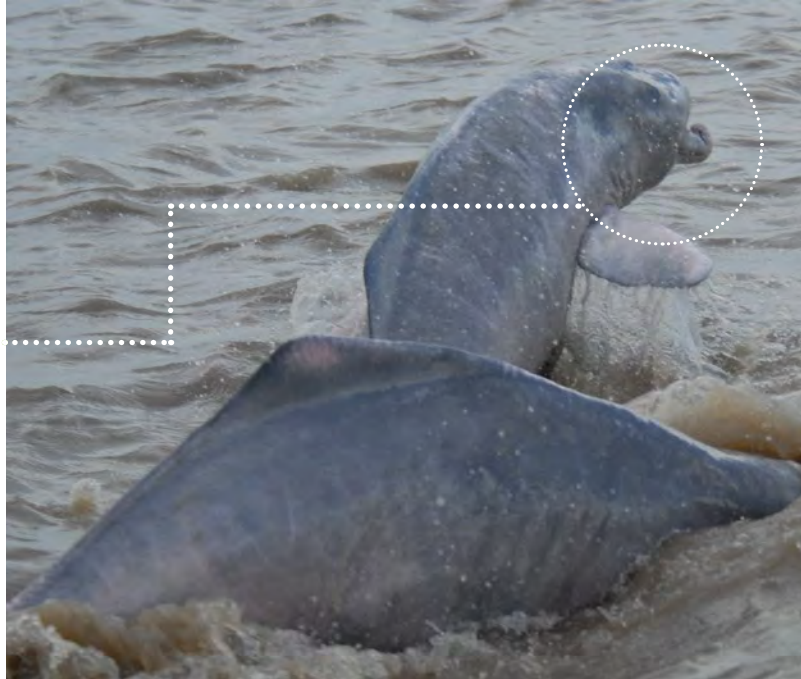


# Foto identificación



Cicatrices en la aleta dorsal de un *Inia geoffrensis* provocada posiblemente por la hélice de un bote

Las anomalías en los hocicos de los delfines son relativamente frecuentes



Muecas en la aleta dorsal de un *Sotalia fluviatilis*

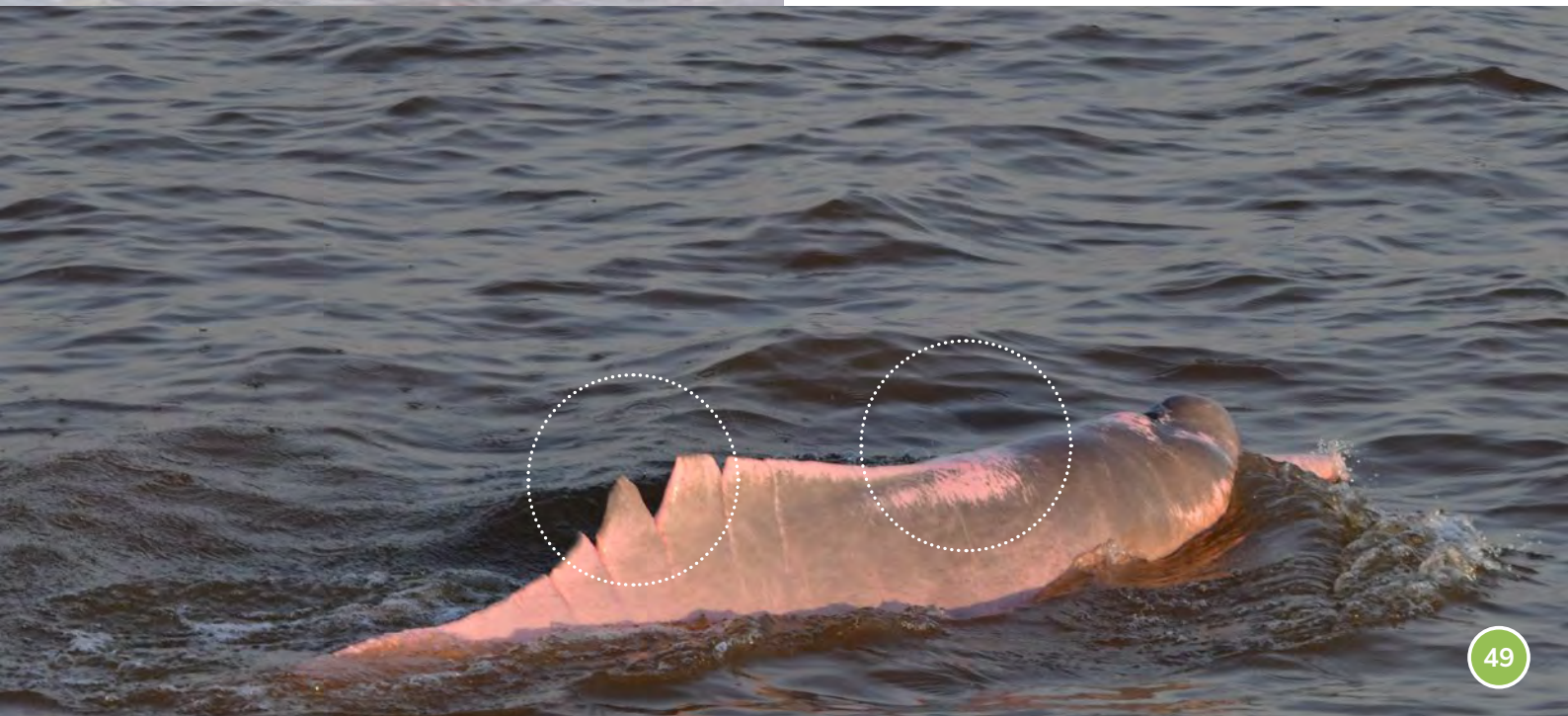








●●●●●◎ Patrones de pigmentación y cicatrices distintivas en un *Inia geoffrensis*



# Monitoreo de salud de las poblaciones de delfines de río y telemetría satelital

Los delfines de río y en general los mamíferos acuáticos se consideran especies centinelas, ya que son indicadores de la salud de los ecosistemas acuáticos, lo cual se debe a su longevidad, a las largas distancias que recorren, a su posición en la cima de la cadena trófica y a su porcentaje de grasa que actúa como depósito de contaminantes que se bioacumulan y ayudan a evidenciar los impactos ambientales en el ecosistema (Bossart, 2011; Wells et al., 2004).











Los delfines de río actúan como un termómetro o sombrilla de las grandes cuencas que habitan (Trujillo *et al.*, 2019). Por eso, es importante evaluar la salud de estas poblaciones, ya que no solo es un indicador de la conservación de la especie en general, sino que también proporciona información de amenazas, enfermedades emergentes y calidad ambiental, y afecta directamente a las poblaciones humanas ribereñas.

Es vital orientar los monitoreos de animales centinela y de las especies en general hacia una aproximación “ONE HEALTH” que permita identificar nuevas amenazas en el ecosistema y abordarlas de forma holística, entendiendo que la salud de los ecosistemas está directamente relacionada con la salud de los animales y con la salud de los seres humanos (Figura 6).

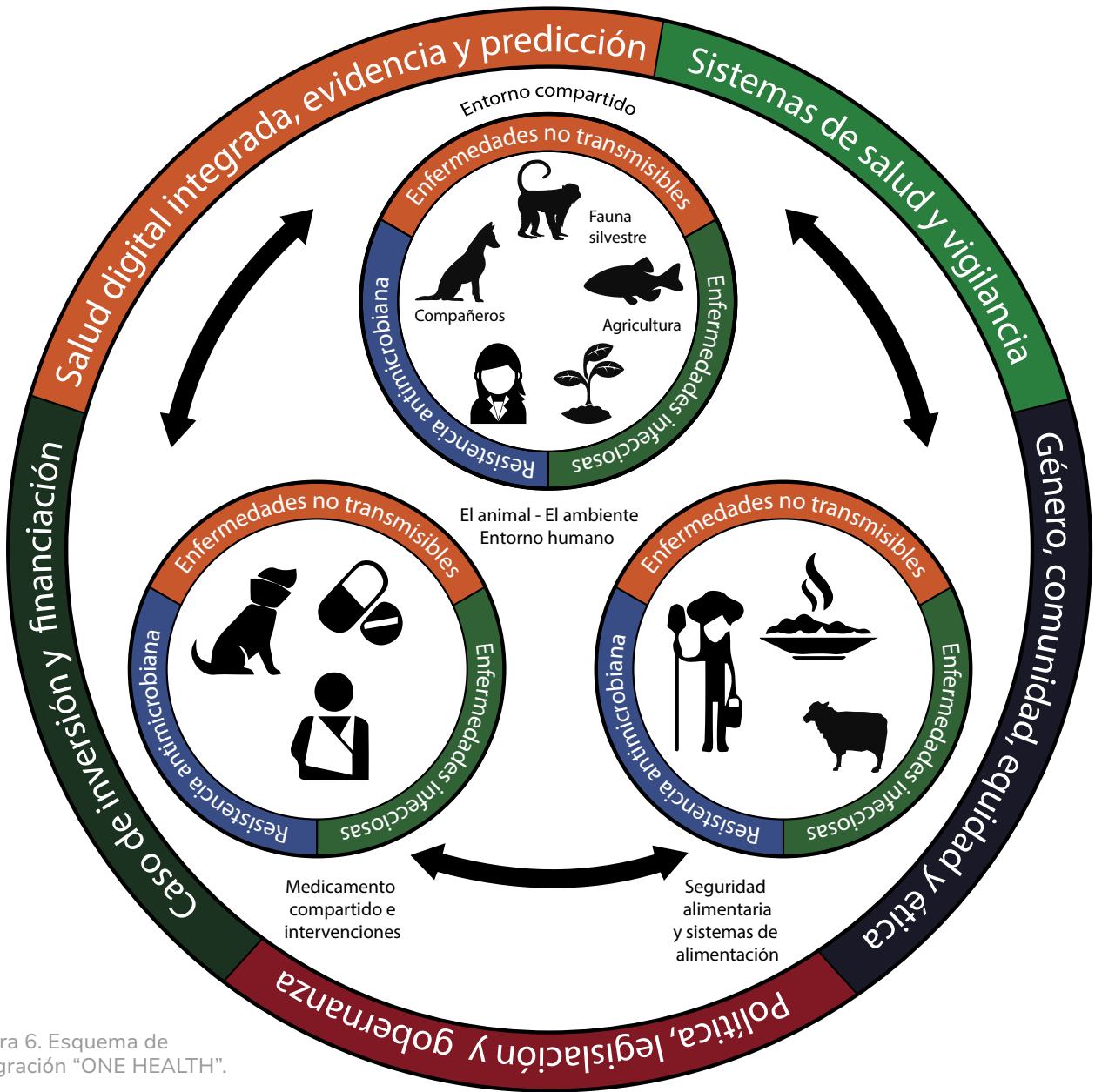


Figura 6. Esquema de integración "ONE HEALTH".

Es esencial implementar metodologías que brinden información sobre las amenazas que enfrentan estas especies prioritarias para el ecosistema y así, generar posibles soluciones y alternativas de mitigación.

En los últimos seis años, la Fundación Omacha ha realizado la captura y marcaje satelital de 28 individuos de *Inia geoffrensis* en las cuencas hidrográficas del Amazonas y del Orinoco. Esto ha permitido reconocer áreas prioritarias para su reproducción y conservación, así como observar que las hembras presentan un menor rango de movimiento que los machos. En el marco de estas capturas, se ha iniciado una evaluación de salud de las poblaciones de estos cetáceos a través de exámenes clínicos, evaluaciones ecográficas, toma de muestras de sangre y tejido para evaluar parámetros de hematología, bioquímica sanguínea, genética y concentración de mercurio. El objetivo es entender sus dinámicas y conocer el estado de salud de las poblaciones.







# Capturas

1



Las evaluaciones de salud e instalación de *tags* para realizar monitoreos de telemetría satelital se hacen a partir de la captura de algunos individuos; esta restricción física se hace con la mayor rapidez posible bajo la supervisión y ejecución de un equipo conformado por veterinarios, biólogos y pescadores con experiencia en estos procedimientos.

2



Para realizar cualquier tipo de captura de animales silvestres es imprescindible gestionar los permisos pertinentes con la Autoridad Ambiental competente en el área de estudio, acorde con la legislación ambiental vigente aplicable.

3



El área geográfica de captura debe cumplir con ciertos parámetros, tales como: zonas poco profundas y de fácil acceso como bahías, playas o canales angostos donde sea fácil lanzar las redes; preferiblemente debe ser en periodo de aguas bajas.



4



Las redes utilizadas deben tener una longitud de al menos de 200 metros y un fondo de 10 metros, con hilo grueso para no maltratar a los delfines (malla trama 5 pulgadas nailon 36).

5



Una vez capturados los delfines, se realiza una contención física para trasladarlos a un sitio preparado para la evaluación de su salud, instalación de transmisores y toma de muestras.





# Bienestar animal durante los procedimientos



Durante el procedimiento, el animal debe mantenerse humectado todo el tiempo, teniendo especial cuidado de no introducir agua dentro del espiráculo; sus ojos deben estar cubiertos con una toalla húmeda y se debe mantener el volumen de sonidos y de ruidos lo más bajo posible para disminuir el posible estrés causado en el individuo.

Los signos clínicos deben ser monitoreados permanentemente y es imprescindible la presencia de un veterinario.





# Evaluación de salud de los delfines

Se deben evaluar los signos clínicos del individuo durante todo su tiempo de captura y llevar registro de las respiraciones y la frecuencia cardíaca.

1



## Frecuencia cardíaca

Toma en la región axilar  
60-80 lpm  
(Latidos por minuto)

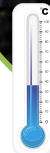
2



## Frecuencia respiratoria

6-14 respiraciones/5 min  
  
1-3 respiraciones/min  
  
6-14 respiraciones/min  
(Signo de estrés)

3



## Temperatura

36-37 ° C



4



Membranas  
mucosas  
(MM) orales

Rosadas ✓ Pálidas ✗  
Azules ✗ Amarillas ✗

5



Tiempo de  
llenado capilar  
(TLLC)

Tiempo de retorno del  
color normal de la piel  
(1-2 segundos)





**FORMATO PARA EL REGISTRO DE MORFOMETRÍA DE DELFINES DE RÍO**

**UBICACIÓN**

Pais	Departamento/Estado	Municipio/Localidad	Fecha		Nº de registro
Colombia					
Geoposición (Sistema de Coordenada UTM)					
GPS Referencia		Cuenca	Río		
Información relacionada con la captura					
Lugar de captura	Bahía	Orilla	Agua abierta		
Descripción del metodo de captura			Código de TAG		
			PPT (Etiqueta)		
			SN		
			Id		CO
Información adicional					
Peso (kg)		Muestra genética			
Sexo		Código de muestra			
Hora de inicio		Muestra de mercurio			
Hora de finalización		Código de muestra			
Registro fotográfico		Muestra de sangre			
Número de fotos		Tubos colectados			
Membranas mucosas		Temperatura			
Parametros fisiológicos (Frecuencia respiratoria y cardíaca)					
Hora respiración	Intervalo	Tipo de soplo L: Llano / N: Normal / P: Profundo		Frecuencia cardíaca (Cada 5 min)	

### Formato para el registro de morfometría de delfines de río

Para el monitoreo de las poblaciones, se debe abrir una historia clínica de cada individuo, donde se resume toda la información encontrada durante la captura y permite correlacionar estos datos con otros individuos.

Esta historia clínica se abre inicialmente con los datos mencionados a continuación (Figura 7).

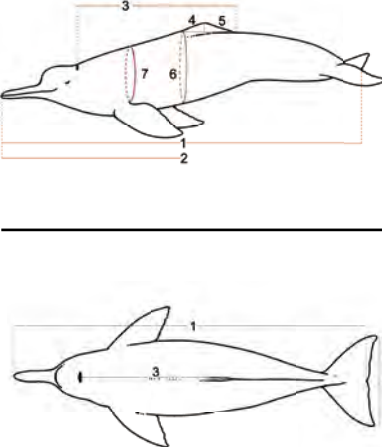
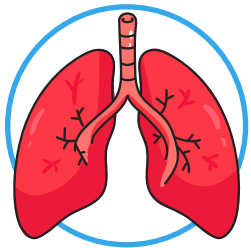
Mediciones morfométricas (CM)					
1. Extremo de la mandíbula superior a la parte más profunda de la escotadura caudal					
2. Extremo de la mandíbula superior al borde anterior de la aleta dorsal					
3. Centro del orificio respiratorio al extremo de la aleta dorsal					
4. Altura de la quilla					
5. Base de la quilla					
6. Circunferencia máxima del cuerpo					
7. Circunferencia del cuerpo al nivel de la axila					
8. Ancho de la aleta caudal (entre puntas)					
Presencia de marcas / cicatrices y cortes					
Presencia de marcas	Sí		No		¿Cuáles?
					
Observaciones adicionales:					

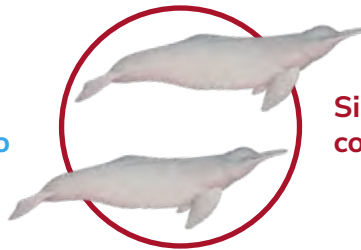
Figura 7. Formato para el registro de morfometría de delfines de río.



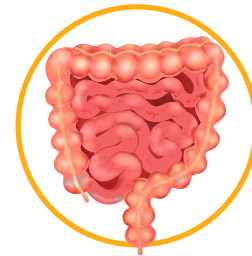
# Parámetros a evaluar dentro del examen clínico



Sistema respiratorio



Sistema corporal



Sistema digestivo

Respiraciones



Intervalo de respiraciones



Eficacia respiratoria



Apariencia del ojo



Color de la membrana



Después de la respiración



Frecuencia respiratoria por minuto



Frecuencia respiratoria en cinco minutos



Tracto gastrointestinal observaciones



Sonidos gastrointestinales





En estos procedimientos siempre debe primar el bienestar animal. El individuo se deberá liberar de manera inmediata en caso de observar valores fuera de los rangos en los parámetros fisiológicos, aumento o disminución de las frecuencias cardíaca o respiratoria, cambio de color anormal en las membranas mucosas.

Tiempo de llenado capilar



Silbido vocalización



Condición corporal



Cavidad oral



Frecuencia cardíaca antes de la respiración



Heces



Apertura genital



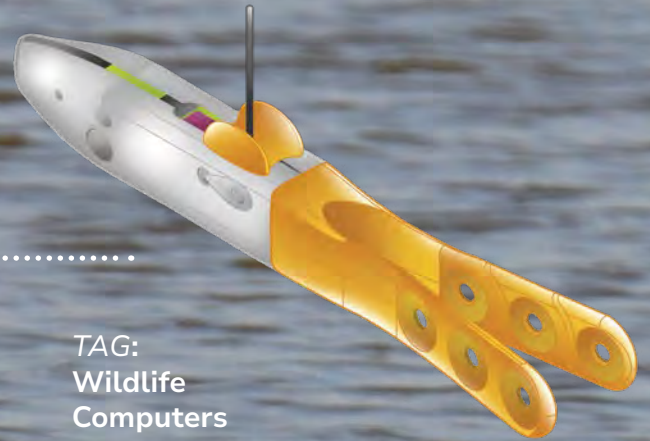
Anormalidades



Lesiones



# Telemetría satelital



TAG:  
Wildlife  
Computers



Los transmisores utilizados para el monitoreo de delfines de río son de la compañía Wildlife Computers y cumplen con diferentes parámetros que permiten obtener información robusta sobre el movimiento de los individuos. Están diseñados en un tamaño adecuado y cuentan con un punto de anclaje de mínima invasión. Este diseño ha sido específicamente enfocado y probado en diversas especies de cetáceos logrando transmisiones efectivas de seis a ocho meses, la variación en el tiempo depende de variables externas, como el tipo de hábitat y la correcta triangulación de satélites una vez se emite la lectura.



1. Captura con  
redes



2. Restricción  
física



4. Instalación  
del transmisor



3. Anestesia  
local



# Delfines marcados satelitalmente en Suramérica





## La telemetría satelital

La telemetría es un instrumento clave en el monitoreo de fauna silvestre para determinar el uso de hábitat de las especies (Danilewicz *et al.*, 2009). Con ella, es posible identificar rangos de hogar, distancias recorridas y áreas de mayor uso de los delfines, lo cual sirve de base para tomar acciones específicas en conservación de áreas prioritarias (Figura 8 y Figura 9).

## Tags en Colombia:



### Colombia

-  Amazonas: 12 Tags
-  Orinoco: 10 Tags
-  Guayabero: 3 Tags
-  Arauca: 1 Tag

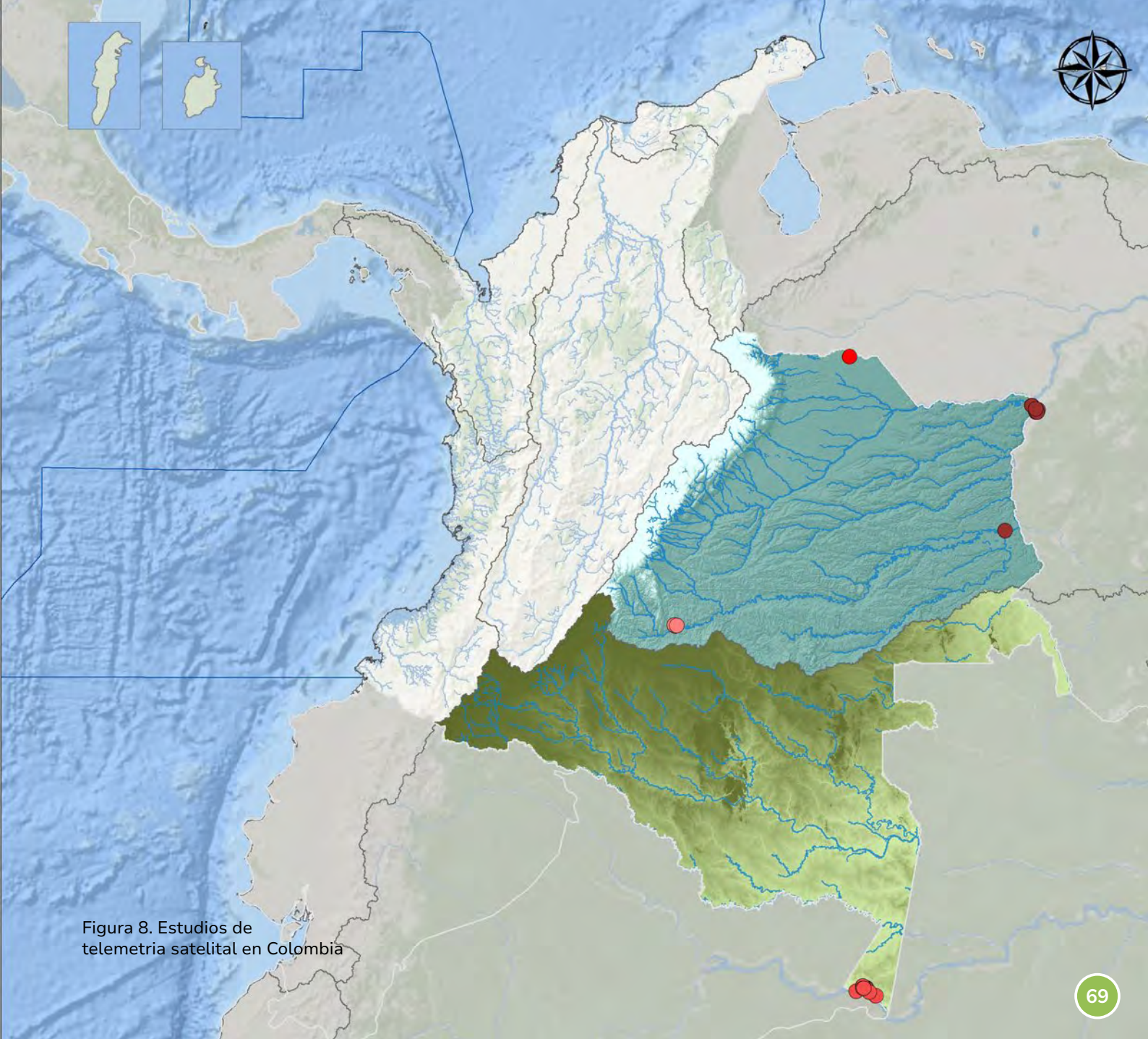


Figura 8. Estudios de telemetría satelital en Colombia





Figura 9. Estudios de telemetría satelital en Bolivia, Brasil y Venezuela.

## Tags en Suramérica:



### **Bolivia**

- Río San Martín: 4 Tags
- Río Ichilo: 4 Tags



### **Brasil**

- Tapajos: 10 Tags
- Amana Lake: 5 tags



### **Venezuela**

- Casiquiare: 2 Tags



Una vez se coloque el delfín en el lugar del procedimiento, el veterinario aplica la anestesia en la aleta dorsal alrededor del área donde se realizará la perforación para la instalación del transmisor. Para ello se debe desinfectar el área con clorhexidina (Baxidin ®), aplicar lidocaína tópica (Roxicaina ®) y, posteriormente, se aplica en los puntos de anestesia local por infiltración con Lidocaína/Epinefrina (Roxicaina ® 1%). Se recomiendan de tres a cinco puntos de anestesia por cada lado de la aleta, utilizando aguja calibre 21 y aplicando aproximadamente 2 ml por punto. La aguja debe introducirse de manera inclinada para lograr una buena penetración, ya que la zona es de consistencia cartilaginosa.





Después de aplicar la anestesia, se debe dejar que surta efecto por mínimo ocho minutos antes de proceder a instalar el transmisor. Durante este tiempo, se aprovecha para realizar toma de datos biológicos, como las medidas morfométricas, realizar la evaluación de salud y toma de muestras, lo cual se detallará más adelante.

Transcurrido el tiempo, se aplica un vasoconstrictor periférico en *spray* (Forz Sport Spray ®) para evitar el sangrado en la zona donde se realizará la perforación.

Posteriormente, se sujeta la aleta dorsal del delfín, y se pone una almohadilla plástica rígida del lado contrario de la aleta. Para ahorrar tiempo, se sugiere tener listo el transmisor con uno de los lados ya atornillado, de modo que solo sea necesario introducir el pin en el orificio y atornillar el otro lado rápidamente. Se aplica un astringente (Aluspray ®), el cual crea una película fina sobre la herida, favoreciendo la cicatrización y disminuyendo el riesgo de contaminación. Es importante tener en cuenta que los transmisores se deben activar unas horas antes para verificar que la señal se está emitiendo sin problema. Se requiere que la antena quede apuntando hacia arriba.



# Evaluación de la concentración de mercurio (Hg) en tejido de delfines

El mercurio es un metal pesado, contaminante que produce envenenamiento cuando se presenta en su forma orgánica más tóxica, como el cloruro mercúrico o el metilmercurio. Este se bioacumula y se biomagnifica en el tejido de los animales, principalmente en los que se encuentran en el tope de la cadena trófica, como los peces predadores por ejemplo, los bagres (Cuello Núñez, 2017).

Este metal pesado se encuentra naturalmente en los ecosistemas, en depósitos naturales del suelo; Sin embargo, también es un producto de las actividades humanas, como la minería ilegal de oro y prácticas industriales y agrícolas inadecuadas. Estas actividades que aumentan exponencialmente la concentración de este compuesto generan un problema de salud pública, debido principalmente por el consumo humano de peces expuestos a este contaminante en los cuerpos de agua.

En las cuencas del Amazonas y del Orinoco, se ha liberado mercurio a partir de la explotación de oro de manera artesanal e industrial desde la época española. A su vez, este compuesto ha sido y es expulsado a los afluentes como resultado de la deforestación y quema del bosque primario, que contiene depósitos naturales de metilmercurio, y afecta así directamente a la fauna vertebrada acuática local (Mosquera-Guerra *et al.*, 2015, 2019).

Los delfines de río pueden actuar como especies centinela, ya que proporcionan advertencias tempranas sobre los aumentos actuales o futuros en la degradación del ecosistema debido a la bioacumulación de metales pesados en sus músculos, como el mercurio (Hg) (Mosquera-Guerra *et al.*, 2019; Mosquera-Guerra, *et al.*, 2015). Por esta razón, desde el año 2015 la Fundación Omacha comenzó a tomar muestras de tejido en estos individuos, vivos y muertos, para analizar la concentración de mercurio.





# Estudios previos en determinación de concentración de mercurio

En el 2008, en la publicación Fauna acuática amenazada en la Amazonia colombiana, la Fundación Omacha señaló el mercurio como una de las grandes amenazas para los mamíferos en el país; el 45% del mercurio que se usa en la amalgamación en la extracción de oro, es vertido al agua, generando metilación del mismo y convirtiéndolo en metil-mercurio, su forma más tóxica. El 55% restante pasa a la atmósfera en forma de etil mercurio, donde está latente en zonas secas hasta por 24 meses y vuelve al agua por precipitación (Mosquera-Guerra *et al.*, 2019) (Trujillo *et al.*, 2008). Esta es una amenaza silenciosa que empeora con el paso del tiempo, ya que se bioacumula poco a poco tanto en los ecosistemas como en los organismos.

Se evaluó la concentración de este contaminante en 46 individuos de peces de consumo, donde 6 de estos presentaron concentraciones superiores a lo permitido por la Organización

Mundial de la Salud (0.5 mg/kg). La especie con mayor concentración fue *Brachyplatystoma rousseauxii*, seguido de *Phractocephalus hemiolepterus*, *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Brachyplatystoma filamentosum*.

En el 2010, se realizó una evaluación de la contaminación por mercurio en la cuenca del Orinoco, donde se tomaron muestras de peces en cuatro áreas focales, en siete localidades diferentes: Puerto Carreño, Vichada; Puerto Inírida, Guanía; Puerto López, San José del Guaviare y en el puerto de desembarque de La Ceiba, Bolívar, Venezuela. Adicional a esto, se evaluaron las concentraciones de este metal en sedimentos y agua (Trujillo *et al.*, 2010).

Se colectó un total de 198 muestras de tejido de músculo de peces pertenecientes a 27 especies diferentes. Los peces con mayor peso y longitud presentaron una mayor concentración de mercurio. Las zonas con mayores concen-

traciones fueron Puerto López y San José del Guaviare; en Inírida se presentó la menor concentración de este metal pese a ser un área de extracción minera. En este estudio, la especie *Brachyplatystoma filamentosum* tuvo mayores concentraciones (1.30 mg/kg) en comparación con las otras especies en las áreas de estudio de Colombia (Trujillo et al., 2010). En esta evaluación se recalca la importancia de seguir revaluando estas concentraciones de mercurio en el marco de un programa de monitoreo de mercurio regional, involucrando a los tomadores de decisiones a implementar acciones urgentes para mitigar y reducir los niveles de contaminación (Trujillo et al., 2010).

En 2018, Mosquera y colaboradores publicaron un artículo llamado “Presence of mercury in river dolphins (*Inia* and *Sotalia*) in the Amazon and Orinoco basins: evidence of a growing threat for these species”, donde se analizó el mercurio en el tejido de delfines de individuos encontrados muertos y capturados en el marco del programa de telemetría satelital en los ríos Arauca, Orinoco (Colombia-Venezuela), Itenéz o Guapore (Bolivia). Los rangos de concentración de mercurio registrados en *Inia geoffrensis humboldtiana* fue de 0.003-3.99 mg/kg de mercurio (Hg); en *Inia geoffrensis geoffrensis* 0.1-0.35 mg/kg y en *Sotalia fluviatilis* de 0.1-0.87 mg/kg. Se evidenció que las mayores concentraciones se encontraban en la cuenca del Orinoco, que es la región con mayor exploración minera aurífera de la región (Mosquera-Guerra et al., 2018).

En el 2023, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) declaró que Colombia es el país con mayor emisión de mercurio *per cápita* a nivel mundial y es el tercer país que más contamina con este mineral en todo el planeta. Esto es una amenaza no solo para los mamíferos acuáticos, también afecta a los cuerpos de agua, los ecosistemas y a los seres humanos.





Toma de muestra  
de tejido: 1,5 cm x 2 cm

Delfines, aleta  
caudal

Desinfección  
(yodo  
clorhexidina)

Anestesia tópica  
y local

Pinzas y escalpelo

Peces: músculo  
ventral

Pinzas y escalpelo

Eppendorf  
con 96% alcohol





# Método analítico para la determinación de mercurio en tejido

El método más utilizado para la determinación del mercurio en cualquier medio ha sido la espectroscopia de absorción atómica (AAS) con la técnica del vapor frío.

Esta técnica permite la determinación directa con la única condición de que el mercurio contenido en las muestras líquidas, normalmente en forma iónica como  $\text{Hg}^{2+}$ , sea reducido al estado metálico  $\text{Hg}^0$ . Posteriormente, el vapor formado se arrastra por un gas inerte hacia una celda de cuarzo en la que se produce el proceso de la absorción atómica. Las muestras sólidas se digieren antes para transformar todos los tipos de Hg (inorgánicos y orgánicos) a  $\text{Hg}^{2+}$ , ya que esta es la única capaz de generar el vapor de mercurio atómico. Se resalta que de todas las técnicas analíticas utilizadas esta es la más empleada, por realizar etapas muy sencillas de extracción, además de cuantificar satisfactoriamente el mercurio en muestras de tejido (Ruiz Chaves, 2016).

## Toma de muestras

Se toman muestras para realizar exámenes paraclínicos que permiten diagnosticar el estado de salud del animal. Los parámetros hematológicos y fisiológicos varían de acuerdo con el tiempo de captura y proveen un buen bioindicador de estrés agudo en delfines de río. Además, complementan monitoreos a largo plazo y ayudan a identificar tempranamente problemas de salud a nivel de poblaciones.



### Tejido

- \*Mercurio (Hg)
- \*Genética

### Heces

Parasitología

### Hisopados

- \*Oral, nasal, genital, anal
- \*Cultivos microbiológicos



### Sangre

#### Hemograma

Recuento de glóbulos blancos, y glóbulos rojos diferencial, leucocitario, hematocrito, plaquetograma, proteínas plasmáticas

#### Bioquímica

Glucosa BUM, creatinina, urea, ALT, AST  
Fosfatasa alcalina, Na, K, Cl, Ca, TCO<sub>2</sub>

#### Frotis

Morfología celular y hemoparásitos

#### Diagnóstico de enfermedades infecciosas

Brusella  
Tocoplasma  
Leptospira  
Morbillivirus





# Toma y análisis de muestras

La Fundación Omacha ha colectado muestras de tejido de delfines de río cuando se han realizado capturas, expediciones, rescates, traslocaciones y hallazgo de animales muertos.

## 1

Se colecta una porción de tejido de aproximadamente 1,5 cm x 2 cm.

## 2

En delfines, la muestra se toma de la aleta caudal. El área donde se incide debe estar completamente desinfectada (clorhexidina-yodo), y en lo posible, se debe aplicar anestesia tópica para evitar cualquier tipo de dolor en el animal. Para la sujeción y corte, se debe contar con unas pinzas con garra y un escalpelo.



Aleta caudal



## 3

Después, las muestras de tejido se almacenan en tubos de Eppendorf con alcohol al 96%.



## 4

El envío de las muestras al laboratorio donde se van a analizar debe ser en el menor tiempo posible; estas pueden permanecer a temperatura ambiente, siendo recomendable refrigerarlas.

Las muestras se pasan directamente a ácido nítrico  $\text{HN O}_3$ . En lo posible las muestras deben permanecer refrigeradas o en lugar fresco y seco.



# Evaluación acústica

El monitoreo acústico es una técnica fundamental para el estudio y rastreo de delfines en su hábitat natural; permite la identificación de especies (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*, entre otras) y la cantidad de individuos dentro de las poblaciones de delfines, ya que estos mamíferos utilizan una amplia variedad de sonidos para comunicarse y encontrar alimentos (Oswald et al., 2003).

Las señales emitidas por los delfines se clasifican en dos categorías principales: pulsadas y tonales (Janik, 2009). Las señales pulsadas, comúnmente conocidas como *clicks*, son sonidos de ecolocalización de duración breve, alta intensidad y frecuencia en el rango de 30 a 150 kHz. Las señales tonales, como los silbidos, son sonidos de banda estrecha que varían en frecuencia dentro del rango de 0,5 a 40 kHz y se utilizan para propósitos como la cohesión del grupo y la identificación de individuos (May-Collado & Wartzok, 2008).

Para llevar a cabo el monitoreo acústico de los delfines, es crucial identificar sitios adecuados para el registro de poblaciones de estos mamíferos. El método más comúnmente empleado en el Monitoreo Acústico Pasivo (PAM)

realizado desde una plataforma móvil que graba sonidos a través de hidrófonos conectados a grabadoras. Adicionalmente, un integrante del equipo registra por medio de hidrófonos las detecciones acústicas de los delfines durante los recorridos, como método complementario a los registros visuales. (Akamatsu et al., 2008).







El F-POD (Dispositivo de Monitoreo Acústico Pasivo Fijo) se utiliza para monitorear la presencia y actividad de delfines mediante la detección de *clicks* de ecolocalización que estos emiten. El F-POD está diseñado para brindar un monitoreo eficiente y preciso de los sonidos de ecolocalización de los cetáceos, por encima de 17 kHz, para todos los odontocetos excepto el cachalote. El F-POD busca identificar los trenes de *clicks* realizados por los cetáceos, esto se logra ya que en el mismo tren existe un gran parecido entre los *clicks* y el *click* del antes y después. Este sistema consta de un dispositivo acústico que se sumerge en el cuerpo de agua y/o se ancla a una estructura fija, como un mu-

elle o una boya, y está equipado con hidrófonos que captan los sonidos emitidos por los cetáceos. La velocidad de muestreo se fija en 1 m/s y en el proceso de selección del *click* se admiten frecuencias desde 17kHz hasta 220kHz.

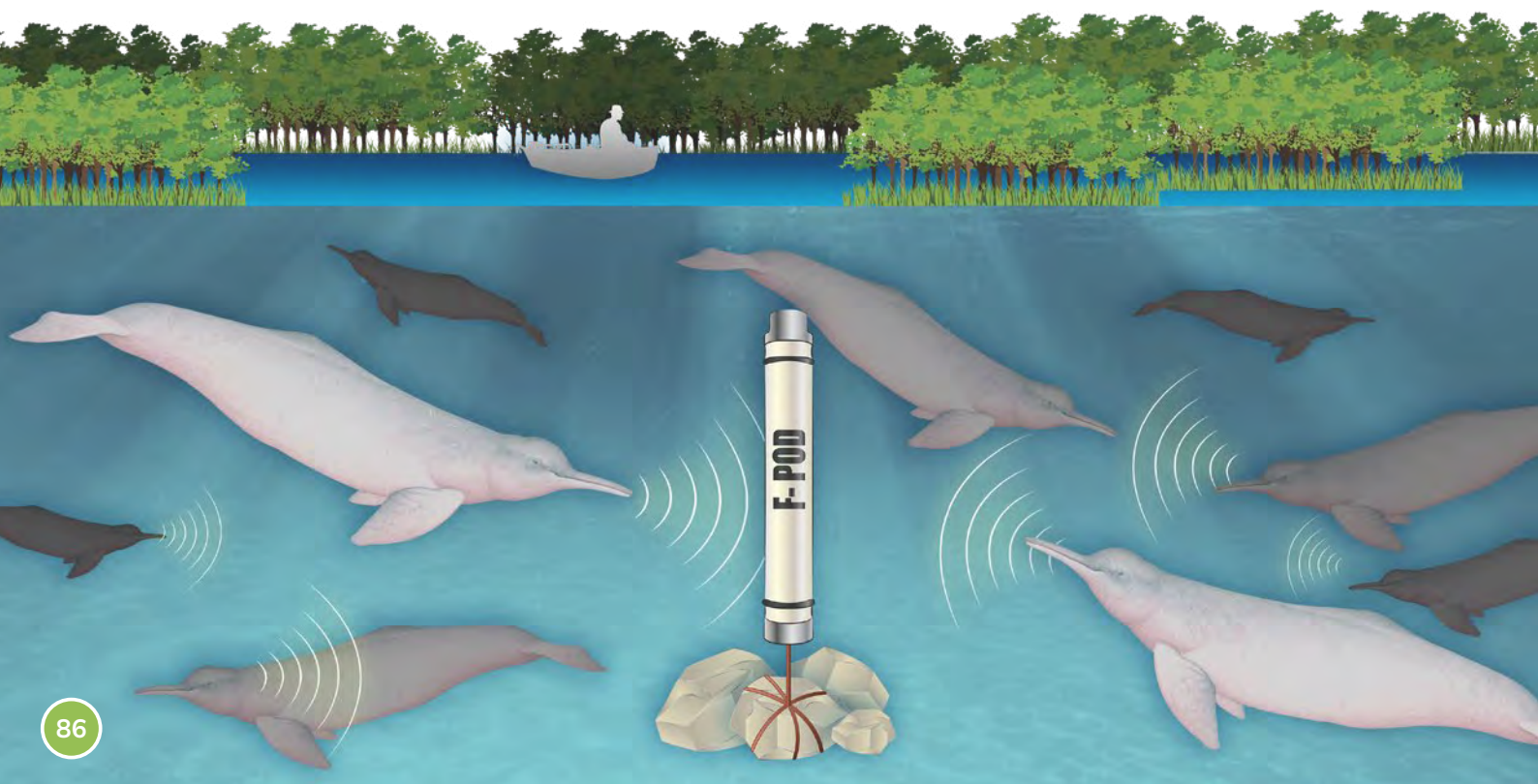
El F-POD graba continuamente los sonidos ambientales acuáticos durante períodos prolongados, que pueden ir desde horas hasta meses. Una vez recopilados los datos, la detección de cetáceos se realiza en el posprocesamiento en la aplicación F-POD mediante la detección y clasificación de secuencias coherentes (trenes) de *clicks* que se encuentran dentro de los datos sin procesar. El F-POD almacena más información de mayor calidad con cada *click* para permitir una mejor detección de trenes y clasificación de especies, por lo cual se reduce la necesidad de validación visual.

Además, identifica patrones acústicos específicos de cada especie, lo que permite determinar la presencia, distribución y comportamiento de los delfines en la zona de monitoreo. El análisis de los datos obtenidos con el F-POD proporciona información sobre la actividad acústica de los delfines a lo largo del tiempo, lo cual ayuda a los investigadores a entender mejor su comportamiento y ecología. Además, el monitoreo acústico se puede utilizar para evaluar el impacto en los delfines y otros cetáceos, de factores ambientales o antropogénicos como el ruido submarino generado por embarcaciones.

Estos dispositivos de monitoreo acústico pasivo fijo también pueden instalarse en lugares específicos donde pueden registrar sonidos por horas o semanas. Estos sistemas cuentan con configuraciones de frecuencia y bits específicas para diferentes especies (Erbs et al.,2023). El procesamiento de los datos registrados requiere un software específico proporcionado por cada equipo utilizado.

Actualmente, se adelanta un programa de monitoreo de delfines de río en Brasil, Perú y Colombia utilizando dispositivos F-POD (Figura 10) desarrollados por Chelonia Ltda de Inglaterra. Este monitoreo es liderado por el Instituto Aqualie de Brasil, en el marco de la Iniciativa de Delfines de Río de Suramérica (SARDI). Además de tipificar la estructura de los *clicks* se busca generar un sistema de identificación individual que en el futuro permita hacer estimaciones de abundancia a partir de monitoreos acústicos.

Figura 10. Esquema de grabación de sonidos de delfines utilizando un F-POD.









# 2. Nutrias

Germán Garrote y Fernando Trujillo





# Nutria gigante o perro de agua

*Pteronura brasiliensis* (de Gmelin, 1788)

● La nutria gigante, también conocida como perro de agua, es la única especie del género y es endémica de Suramérica, desde Argentina hasta Colombia. Habita en pequeños ríos tributarios y sistemas de lagunas de aguas negras. Esta especie está entre las más grandes de 13 nutrias conocidas (Mendoza & Padilla Puerta, 2010), alcanzando una longitud de 1,5 a 2 metros incluyendo la cola (45 a 65 cm). Presenta un pelaje de color café oscuro con manchas de color blanco amarillento en el cuello, siendo estas manchas específicas para cada individuo (Trujillo, 2006). Esta especie se encuentra en grupos familiares conformados por una pareja y su descendencia, los cuales se mantienen con sus padres hasta que alcanzan su madurez sexual, aproximadamente a los 8 años (Peña et al., 2020). Los grupos pueden oscilar de dos a 16 individuos.

● Este animal es esencialmente piscívoro oportunista y activo principalmente durante la mañana y en las últimas horas del día. Generalmente, tienen lugares comunales para defecar y marcar el territorio, denominados letri-

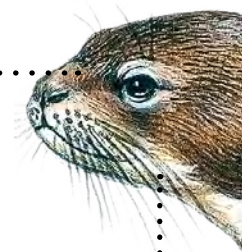
Los ojos son prominentes y de color café

El hocico es redondeado

La boca está rodeada de pelos sensoriales, llamados vibrisas, que le indican los cambios de corriente y presión

nas, que se ubican generalmente en la parte superior de barrancos, donde quedan escamas y restos óseos de los peces que consumen (Trujillo y Mosquera-Guerra, 2018).

● El resguardo lo hacen en madrigueras ubicadas en la base de árboles, rocas o excavadas en barrancos. Allí paren sus crías y pernoctan. Estos sitios se mantienen por temporadas, y cambian en función de los periodos climáticos.

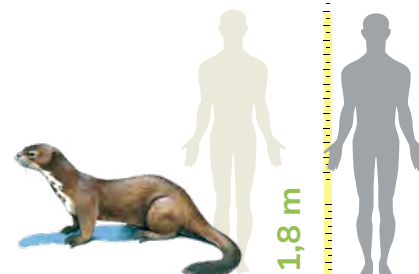




El cuello es largo y flexible, altamente adaptado para la locomoción acuática

La garganta y el pecho están usualmente marcados con parches irregulares o puntos de color crema, los cuales pueden estar visualmente ausentes o formar grandes áreas blancas. Estas marcas, conocidas como fulares, permiten la identificación de individuos, ya que son altamente específicas

1,5 a 2 m de longitud



El color del pelaje varía desde pardo claro a marrón oscuro

La cola mide entre 45 a 65 cm, la cual presenta una forma aplanada dorsoventralmente.







● La nutria gigante fue una especie ampliamente distribuida en Suramérica, desde el norte de Argentina hasta Colombia y Venezuela; sin embargo, la intensa cacería a la que fue sometida para comercializar su piel en las décadas de los 50 y 60, llevó al colapso de esta especie y originó su extinción geográfica en buena parte de su rango de distribución original (Carter & Rosas, 1997). Esto generó extinciones locales de poblaciones habitantes de los principales ríos de la Amazonia y Orinoquia (Donadio, 1978; Schenck & Staib, 1995; Velasco, 2004). Estas circunstancias generaron la categorización como una especie En Peligro (EN) según la Resolución 126 de 2024 expedida por el MinAmbiente. A nivel internacional, se encuentra incluida en el Apéndice I de la CITES y categorizada por la UICN como En Peligro (EN) a nivel global.

● En la actualidad, las nutrias son percibidas por parte de algunas comunidades humanas asentadas en la Amazonia y Orinoquia como fuertes competidoras por el recurso pesquero; incluso, se han reportado casos de muerte por venganza y captura de cachorros para su comercialización. En oportunidades la tensión ha llevado a algunas comunidades locales a solicitar cacería de control de las poblaciones de esta especie (Bermúdez-Romero et al., 2010).

● Aunque en las últimas décadas parece existir cierta recuperación de las poblaciones de la especie en algunas áreas concretas del país, amenazas como la transformación del hábitat, la tala de bosques, la contaminación de los ríos con mercurio proveniente de la minería de oro, los conflictos con pescadores y el uso de crías como mascotas hacen que la especie no esté totalmente a salvo (Trujillo et al., 2008 a 2016).





# Nutria neotropical o nutria

*Lontra longicaudis* (de Olfers, 1818)

● Esta especie se encuentra en las tierras bajas del neotrópico, desde México hasta el norte de Argentina. Se distribuye normalmente hasta los 1.700 m s. n. m. y en Colombia se cuenta con registros en los flancos de las tres cordilleras y en una elevación de hasta 3.000 m s. n. m. (Nivelo-Villavicencio et al., 2020; Trujillo et al., 2006b).

● Alcanza una longitud cabeza-cuerpo de 53,2-80,9 cm, con una cola cilíndrica y cónica de 36-50 cm y presenta un peso entre 5 y 14,75 kg.

● El pelaje presenta una coloración de pardo canela a pardo grisáceo en el lomo, mientras que el vientre tiende a tener colores entre blanco plateado y amarillento (Trujillo et al., 2006b). Se encuentra en ríos y quebradas de curso rápido, en hábitats poco intervenidos como selvas y áreas de sabana (Nivelo-Villavicencio et al., 2020; Trujillo et al., 2006b).

● La cabeza es pequeña y plana, con un hocico amplio

● El cuello es más grueso que la cabeza, los ojos son pequeños, las orejas son cortas y redondeadas

● Membranas interdigitales y uñas bien desarrolladas



- La nutria neotropical es sexualmente dimórfica con machos entre 20 y 25% más grandes en tamaño que las hembras

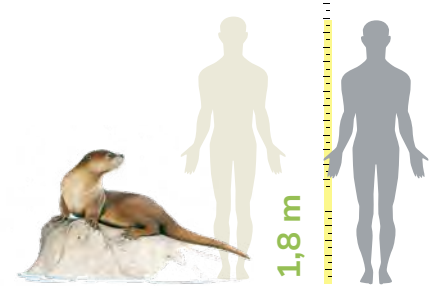
- El color del pelaje es café y más claro en el vientre y en la garganta. Alrededor de la punta del hocico, del labio superior y la mandíbula, sus pelos se tornan más blancos

- El pelo del cuerpo es corto y denso en el dorso

- La longitud total en machos varía entre 1,38 y 1,62 m y en hembras va desde 1,09 a 1,27 m. Pesa entre 5 y 14,7 kg

- Su cola puede alcanzar una longitud de 36 a 50 cm

1,38 a 1,62 m de longitud



# Métodos de monitoreo

El método de monitoreo más eficiente se plantea en función de los objetivos a conseguir y de acuerdo con el tipo y tamaño de los cuerpos de agua, la accesibilidad y las dimensiones del área de estudio (escala espacial).

Las nutrias pueden encontrarse en ríos grandes y caudalosos, como el Orinoco o el Amazonas, así como en sus principales afluentes, en lagunas de diverso tamaño y en pequeñas quebradas.

Ya sea con el objetivo de detectar individuos o los indicios de su presencia, como las letrinas o madrigueras, el principal método de monitoreo se basa en la realización de transectos a lo largo de ríos, caños y lagunas. El modo de llevarlos a cabo se debe adaptar a las condiciones del medio.

## Transectos en bote con motor

Recorridos por ríos con caudales que permitan la navegación a motor. Los recorridos transcurren con dirección paralela a las orillas que son áreas de mayor probabilidad de avistamiento de individuos. Las letrinas y madrigueras se ubican principalmente en las orillas o a escasos metros, facilitando su avistamiento.



## Transectos en canoa

Estos recorridos se realizan en caños de menor caudal o lagunas donde el acceso en bote con motor no es posible. Nuevamente, los recorridos transcurren con dirección paralela a las orillas.

## Transectos a pie

Recorridos a pie de las orillas de caños, ríos o lagunas cuando el acceso con botes o canoas no es posible. En ocasiones, la vegetación de las riberas no permite realizar este tipo de muestreo.







# Estimaciones poblacionales

Las nutrias gigantes son animales sociales que forman grupos de gran cohesión. Son territoriales, principalmente diurnas y presentan unas manchas distintivas en el cuello (manchas gulares) características que permiten su identificación individual. Estas características favorecen que el mejor método para estimar la población de la especie sea mediante conteo directo e identificación de grupos e individuos (Carrasquilla, 2002; Duplaix, 1980; Groenendijk *et al.*, 2006; Schenck & Staib, 1995) (Tabla 2).

La nutria neotropical es una especie con hábitos más nocturnos, que vive solitaria o en pareja, y de comportamiento tímido y prevenido ante la presencia humana. Estas características, sumadas a la ausencia de marcas corporales que permitan la diferenciación de individuos, hacen que la estimación poblacional de la nutria neotropical por métodos directos sea prácticamente imposible de desarrollar.

## Estimaciones poblacionales de nutrias gigantes

El objetivo de la estimación poblacional es identificar a todos los individuos del área de estudio. Dicho objetivo puede verse afectado por conductas huidizas o por falta del hábito periscópico que caracteriza a la especie, lo cual impide la identificación de todos los miembros del grupo.

El comportamiento periscópico, habitual en los individuos más jóvenes, consiste en exponer la parte superior del cuerpo fuera del agua, lo cual permite la toma de registros fotográficos de la mancha gular, facilitando su posterior identificación y seguimiento.

Para caracterizar los individuos o grupos, en cada encuentro se deben tomar datos como el tamaño y edad aproximada (cría, juvenil, adultos). Se debe tener cuidado en posteriores detecciones para evitar doble conteo de individuos o grupos. La identificación de los miembros ya registrados, tamaño y composición del grupo permite conocer si ya ha sido contabilizado para el censo.

Otro aspecto para tener en cuenta es el desplazamiento en solitario o en grupos de unos pocos individuos, de lo cual se podría inferir equivocadamente que es un grupo nuevo, y contabilizarlo como tal, con lo que se estaría realizando un doble conteo. Por lo tanto, se requiere fotografiar a los individuos en cada encuentro, aunque se cuente con la certeza de que ya haya sido identificado con anterioridad. Identificar a los individuos en cada encuentro, evitará realizar conteos dobles.

Las mejores épocas para realizar los muestreos son en aguas en transición y en aguas bajas (verano), por cuanto las aguas se encuentran en sus cauces, las orillas de ríos, quebradas y lagos se encuentran visibles, las aguas están encauzadas y las nutrias se concentran en estos cuerpos de agua.

Las épocas con mayor dificultad para la aplicación de la metodología corresponden a veranos avanzados en los cuales el tránsito de botes o canoas puede ser complicado debido al bajo nivel del agua, lo cual impide muestrear algunas áreas; y en el periodo de aguas altas, el bosque se inunda y la lámina de agua es tan amplia que la probabilidad de los encuentros con la especie es muy baja. En estas condiciones, mantener la metodología de transectos es complicado debido al acceso y desplazamiento, con el bote o la canoa, por el área de estudio.





Tabla 2. Recopilación de estudios sobre densidades de nutria gigante, expresadas en individuos por kilómetro (indv/km), en su área de distribución. Fuente: Garrote et al., 2020.

País	Área de estudio	Km	Ind/km	Autor
<b>Colombia</b>	Orinoco-Bojonawi	38,87	0,77	Garrote et al., 2020
<b>Colombia</b>	Inirida, Guaviare	217	0,17	Suárez, 2010
<b>Colombia</b>	Caño Limón, Arauca	39	0,17	Armas & Padilla, 2010
<b>Colombia</b>	Apaporis	30	0,83	Botello, 2000
<b>Bolivia</b>	Río Verde, Parque Nacional Noel Kempff	22	0,09	Fraser et al., 1993
<b>Bolivia</b>	Río Paucerna, Parque Nacional Noel Kempff	46	0,20	Fraser et al., 1993
<b>Bolivia</b>	Río Itenez Guaporé, Parque Nacional Noel Kempff	225	0,12	Fraser et al., 1993
<b>Bolivia</b>	Río Paragua, Parque Nacional Noel Kempff	291	0,26	Van Damme et al., 2001
<b>Bolivia</b>	Río Negro	168	0,26	Painter et al., 1994
<b>Bolivia</b>	Río San Martín, Reserva Itenez	23	3,87	Ten 2001 (unpublished data). Found in Van Damme et al., 2002

País	Área de estudio	Km	Ind/km	Autor
<b>Bolivia</b>	Río Itenez Guaporé, Reserva Itenez	45	0,89	Ten 2001 (unpublished data). Found in Van Damme <i>et al.</i> , 2002
<b>Bolivia</b>	Río Madidi, Parque Nacional Madidi	21	0,18	Ayala & Wallace, 2009
<b>Brasil</b>	Río Aquidauana, Pantanal	324	0,30	Tomas <i>et al.</i> , 2015
<b>Brasil</b>	Canal Riozinho, Pantanal	23	0,74	Tomas <i>et al.</i> , 2015
<b>Brasil</b>	Río Negro, Pantanal	36	1,00	Tomas <i>et al.</i> , 2015
<b>Brasil</b>	Río Jauaperi, Reserva Xixuaú,z Roraima	40	1,00	Evangelista & Rosas, 2011
<b>Perú</b>	Parque Nacional Manu	179	0,22	Mendoza <i>et al.</i> , 2017
<b>Perú</b>	Las Piedras	309	0,05	Mendoza <i>et al.</i> , 2017
<b>Perú</b>	Los Amigos	116	0,04	Mendoza <i>et al.</i> , 2017
<b>Surinam</b>	Surinam		1,20	Duplaix, 1980





# Diseño de los muestreos

La detección de grupos e individuos se puede realizar mediante tres aproximaciones:

**Recorridos sistemáticos:** se deben establecer transectos que cubran la totalidad del área de estudio, incluyendo todos los cuerpos de agua accesibles (ríos, quebradas y lagunas). Se recomienda realizar los muestreos durante las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde, que son los periodos de mayor actividad de las nutrias y, por tanto, de más probabilidad de detección. Esto debe tenerse en cuenta para establecer la longitud de cada transecto, que estará determinada por el tiempo que será invertido. Los diferentes tipos de muestreo (bote, canoa o a pie), junto con la facilidad o dificultad para progresar en diferentes tipos de hábitats, van a condicionar la velocidad de muestreo y, por ende, el tiempo necesario para cubrir las distancias establecidas.

En cada transecto se debe fotografiar a todos los individuos y caracterizar los grupos detectados (localización, tamaño y composición).

No siempre será posible detectar a todos los individuos en una primera repetición de transectos ya que algunos pueden quedar por fuera del alcance de los observadores.

Las razones pueden ser múltiples, como, por ejemplo, que las nutrias se encuentren en zonas de densa vegetación, descansando en la orilla o en la madriguera, fuera del campo de visión de los observadores, o en cursos de agua de difícil acceso.

Por esta razón, los transectos deben repetirse hasta que se fotografíen todos los individuos del área de estudio o hasta que todos los grupos queden correctamente caracterizados; esto se ha logrado cuando en los transectos no se detecten nuevos individuos o grupos. Es posible que algunos miembros de los grupos no puedan fotografiarse correctamente y, por lo tanto, no pueden identificarse; sin embargo, la identificación del resto de individuos será suficiente para determinar el grupo, del que se conocerá su tamaño, y así se podrá contabilizar el número total de individuos.

Como ejemplo ilustrativo, en la última estimación poblacional de nutria gigante realizada en el río Orinoco (Garrote *et al.*, 2021), en la localidad de Puerto Carreño, se muestreó un área de estudio de 39 km lineales compuesta por el río principal (río Orinoco), tributarios y lagunas. El área de estudio se dividió en 6 transectos de muestreo: dos en bote a motor, dos en canoa y



dos a pie. La longitud de los transectos en bote fue de alrededor de 11 y 21 km, mientras que los realizados en canoa fueron ambos de 1 km, y los transectos a pie de 1 km aproximadamente. Cada transecto se repitió entre 4 y 10 veces, alcanzando un esfuerzo total de 314 km. En este trabajo se realizó un censo exhaustivo de la población de nutrias en el área de estudio; sin embargo, entre 4 y 6 repeticiones de cada itinerario, se habría obtenido información suficiente para realizar una estimación fiable. En este estudio se detectaron 6 grupos de nutrias con tamaños que varían entre 2 y 11 miembros, y a dos individuos solitarios. En total, se registraron 30 nutrias con una densidad de 0,77 ind/km.

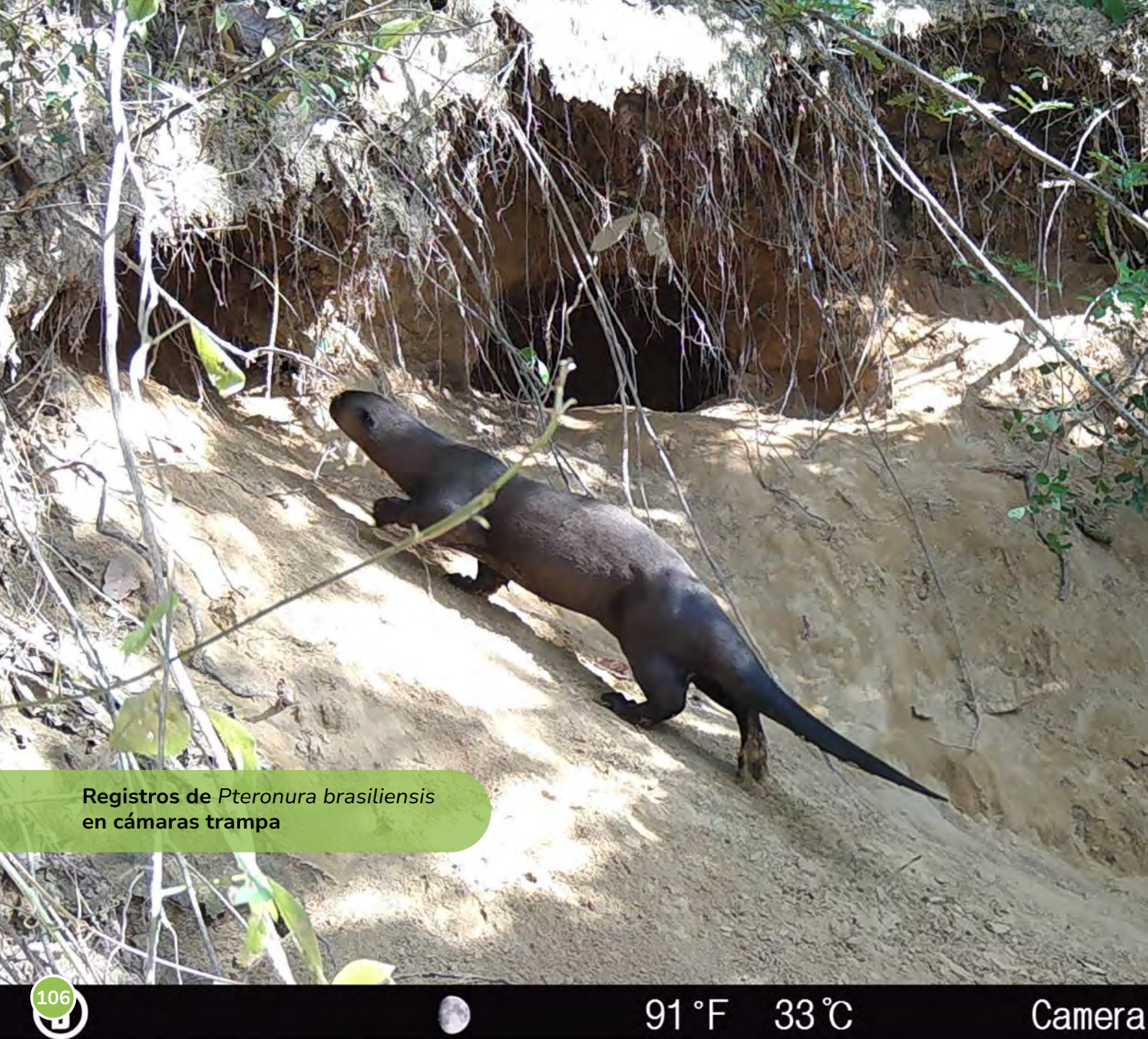
**Búsqueda dirigida:** en ocasiones, no es posible realizar la correcta identificación de los individuos de algunos grupos detectados en los transectos sistemáticos. En estos casos, se establecerán sesiones de detección e identificación dirigidas específicamente a estos grupos, de los cuales se conocerán sus áreas de actividad gracias a la información generada en los transectos sistemáticos.

**Fototrampeo:** en ocasiones, la instalación de cámaras trampa en letrinas o madrigueras, estructuras de uso común por los integrantes de los grupos, permitirá identificar la composición del mismo y la identificación de individuos.

Gracias a la posibilidad de identificar a cada individuo por sus manchas gulares, y que estas sean idénticas y permanentes a lo largo de toda su vida, permite estudiar parámetros demográficos de nutria gigante como la supervivencia, reclutamiento o tasas de cambio poblacionales. Estos parámetros son de gran relevancia para analizar adecuadamente el estado de conservación de la especie. Para lograrlo, es necesario desarrollar estudios longitudinales de las poblaciones de nutria, es decir, repetir anualmente las estimaciones poblacionales en las mismas áreas de estudio.







Registros de *Pteronura brasiliensis*  
en cámaras trampa







B



89 °F 32 °C

Camera ID

107









Identificación de individuos por manchas gulares de la especie *Pteronura brasiliensis*







# Evaluación de presencia con métodos indirectos (letrinas, madrigueras, huellas)

Los grupos de nutrias mantienen varios sitios dentro de su territorio, a lo largo de los ríos o las orillas de los lagos, donde limpian la vegetación, dejan huellas, marcas y crean letrinas comunitarias (Carter & Rosas, 1997; Duplaix, 1980). Asimismo, un único grupo puede llegar a excavar varias madrigueras dentro de su territorio. La identificación y localización de estos indicios indirectos son otro método para determinar la presencia de la especie en el área de estudio. En el caso de la nutria gigante, la detección de indicios como letrinas o madrigueras no debe utilizarse como índice de abundancia de sus poblaciones. No existen estudios que relacionen la frecuencia de detección de este tipo de indicios con la abundancia real de las poblaciones de nutria. Esto se debe a que el número y la detección de estos indicios son muy variables, no solo como consecuencia de la abundancia de la especie, sino también en función del tipo de hábitat circundante o el sustrato de las riberas.

Los muestreos de identificación de indicios deben hacerse preferiblemente en época de transición o en aguas bajas para aumentar la mayor detectabilidad y accesibilidad al área de estudio, logrando así una mayor eficiencia del muestreo. No obstante, cualquier detección de indicios de presencia a lo largo del año puede utilizarse como prueba de presencia de la especie.

La búsqueda de indicios puede realizarse mediante los métodos ya descritos, como transectos en bote con motor, en canoa o a pie.



# Letrinas

Los mustélidos y otros carnívoros depositan el contenido de sus glándulas anales, así como la orina y las heces, en letrinas. Estas sirven como marcas aromáticas y desempeñan un papel importante en la comunicación y las interacciones sociales de estas especies (Rostain *et al.*, 2004).

Las letrinas funcionan como sitios de comunicación intraespecífica, donde las marcas de olor, compuestas por heces, orina y/o secreciones de glándulas de olor transmiten información (Gorman & Trowbridge, 1989; Macdonald, 1980). Generalmente, las nutrias gigantes excretan en los mismos lugares de manera grupal.

Estos sitios suelen ubicarse en suelos planos y horizontales, sobre la parte superior de barrancos cercanos a cuerpos de agua. La consistencia de las excretas es prácticamente líquida a diferencia de otros mamíferos donde es más sólida. En la zona que ocupa la letrina, el suelo está desnudo, sin vegetación, dejando perfectamente visible la extensa superficie cubierta con restos de excretas que incluyen escamas, procesos mandibulares, espinas, vértebras y

otolitos de peces. En el río Orinoco también se han encontrado letrinas en los afloramientos rocosos asociados a los cuerpos de agua.

Debido a los cambios en el nivel del agua, que condicionan la inundación o exposición de las letrinas, las nutrias cambiarán la localización de estas a lo largo del año. A pesar de ello, es habitual que una misma letrina sea utilizada por el mismo grupo de nutrias en años sucesivos.

Las nutrias neotropicales no suelen hacer letrinas comunales; en cambio, sus excretas tienen una mayor densidad y se pueden encontrar sobre rocas, troncos del río y el suelo, así como en las orillas fuera del agua. Los excrementos de nutria neotropical también están compuestos por los restos de escamas, procesos mandibulares, espinas, vértebras y otolitos.











Registro fotográfico de letrinas



# Madrigueras

Las nutrias buscan refugio principalmente en las orillas de los cuerpos de agua y lo utilizan para descansar y cuidar a sus crías. Estas madrigueras pueden ser construidas por las propias nutrias y pueden utilizar cavidades naturales entre rocas, vegetación dentro de raíces de árboles. También pueden utilizar madrigueras construidas por otros animales como las de los armadillos (Botero-Botero *et al.*, 2019).

Las madrigueras cuentan con una abertura que sirve como entrada y ventilación. En su interior, el fondo suele estar cubierto con hojas secas y musgo, si hay crías adentro puede haber excremento acumulado y provocar un olor fuerte y desagradable (Botero-Botero *et al.*, 2019; Fundación Omacha, 2017).

En el caso de las nutrias gigantes, dependiendo del tamaño del grupo, es posible encontrar varios orificios relativamente profundos y por diferentes salidas hacia el agua, a través de rampas de sustrato limpio. Estos planos inclinados, ubicados en las orillas o barrancos y generalmente acompañados de un gran número de huellas, facilitan la detección de las madrigueras. En ocasiones, estas madrigueras pueden encontrarse ocultas entre la vegetación.

En el caso de las nutrias neotropicales, las madrigueras son más pequeñas y discretas, lo que las hace más difíciles de detectar. En ocasiones, la única manera de diferenciar una madriguera de nutria neotropical de una nutria gigante es identificando las posibles huellas o excrementos que puedan encontrarse en los alrededores de la misma.









# Huellas

Las huellas de las nutrias muestran los 5 dedos con uñas. La huella delantera mide entre 6 y 7 cm de largo y 5 o 6 cm de ancho; mientras que las traseras tienen entre 6 y 9 cm de largo. La membrana interdigital solo queda impresa si la nutria realizó un salto sobre suelo blando; en ocasiones, en la huella puede faltar la impresión de los dedos interiores (Figura 11 y Figura 12).

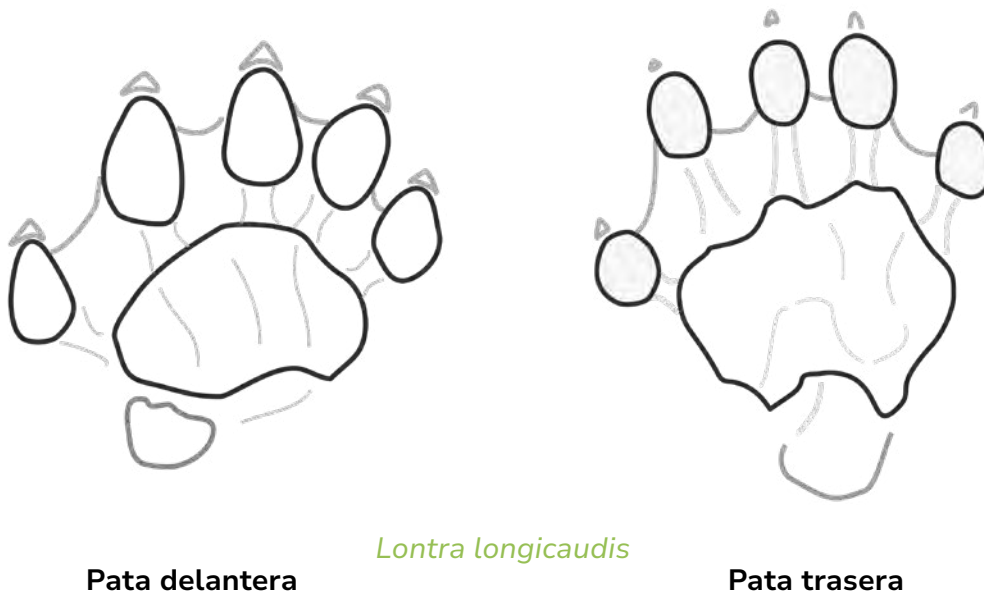


Figura 11. Huellas de *Lontra longicaudis*.

Para el proceso de monitoreo, se seleccionan sitios estratégicos en la zona para la instalación de trampas de huella, donde se realizan las mediciones (Arellano Nicolás et al., 2012). Las huellas se pueden seguir hasta encontrar madrigueras, comederos, sitios de marcaje o letrinas (Corpoguajira y Fundación Omacha, 2014).



**Pata delantera**

*Pteronura brasiliensis*



**Pata trasera**

Figura 12. Huellas de *Pteronura brasiliensis*.

# Estudios de los ciclos de actividad

La nutria gigante se alimenta principalmente de peces (Duplaix, 1980), que consigue en gran medida por su sentido de la vista, lo que parece limitar la actividad de la especie a las horas del día (Kruuk, 2006). Varios estudios han descrito grupos de nutrias gigantes que abandonan sus madrigueras a primera hora de la mañana y regresan al final del día a la guarida principal, donde permanecen durante la noche (Carter & Rosas, 1997; Duplaix, 1980; Schweizer, 1992; Staib, 2005). El estudio de la actividad y comportamiento de las nutrias gigantes se ha basado históricamente en métodos directos (Groenendijk *et al.*, 2006) y observacionales (Groenendijk *et al.*, 2005). Esto limita notablemente la identificación de actividad y comportamientos nocturnos (Carter & Rosas, 1997; Duplaix, 1980; Staib, 2005).

Los escasos estudios realizados con otros métodos que permiten el seguimiento de la especie las 24 horas del día, como la telemetría (Leuchtenberger *et al.*, 2014) o el fototrampeo, han aportado los primeros registros de actividad nocturna en la especie.

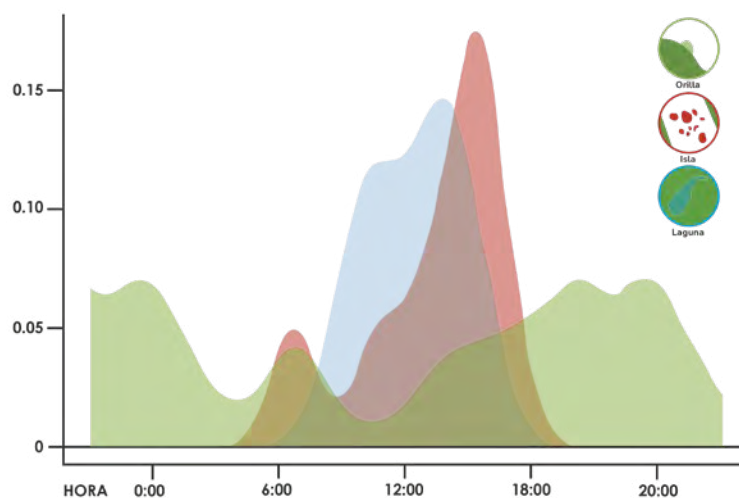


Figura 13. Representación de los ciclos circadianos de actividad del uso de letrinas de los grupos de nutria en diferentes letrinas estudiadas (Álvarez *et al.*, 2019).



Dada la dificultad de realizar estudios de telemetría en la especie, que implica la implantación de transmisores intraperitoneales en los individuos, el fototrampeo se plantea como una opción eficaz y no intrusiva para estudiar los ciclos de actividad de la especie las 24 horas del día (Figura 13).

La naturaleza semiacuática de las nutrias imposibilita el uso de cámaras de fototrampeo en el medio acuático; por ello, se ubican en zonas de tierra firme con mayor probabilidad de uso por parte de las nutrias, como las letrinas y las madrigueras. La cámara de fototrampeo debe quedar ubicada de tal modo que su campo de visión cubra la totalidad de la superficie de la letrina o la madriguera.

En el caso de especies sociales, como la nutria gigante, se recomienda programar la cámara en modo video. Así, además del registro de actividad, las imágenes pueden utilizarse para obtener información adicional, como el número de individuos que conforman el grupo, así como para la identificación de algunos de los individuos. La ubicación de la mancha gular en las nutrias hace necesario que el individuo mire directamente a la cámara con la cabeza levantada para poder identificarlo adecuadamente, por lo que no siempre será posible la identificación.

El día y la hora de cada detección deben quedar registrados. Posteriormente, se crea una base de datos que contenga todas las entradas de nutria gigante detectadas. Se consideran como entradas independientes aquellas separadas por un intervalo mayor de 30 minutos. Dado que las variables temporales corresponden a distribuciones circulares y con un cero arbitrario, no se pueden aplicar métodos estadísticos clásicos, sino que se utiliza estadística circular. Esta técnica aplica funciones trigonométricas para estudiar dichos datos temporales (Batschelet, 1981). Existen paquetes estadísticos específicos para realizar estos análisis, como “Circular” (Lund et al., 2023) y “Over-lap” (Ridout & M. Linkie, 2017).

# Evaluación de dieta

El estudio de la dieta de las nutrias implica categorizar las presas consumidas y excretadas en las heces o letrinas (González Niño, 2020; Kruuk, 2006). Tradicionalmente, la identificación de las presas se realiza a partir de los caracteres morfológicos de las estructuras duras de estas, que se encuentran en las excretas.

Debido a las diferencias en la consistencia y tamaño de las excretas de ambas especies de nutria, varía la manera de colecta de las mismas. Las excretas de la nutria neotropical son heces consistentes, sólidas o semisólidas y, por lo tanto, es posible colectar cada excremento por separado, en bolsas independientes. En el caso de las nutrias gigantes, la consistencia de las excretas es prácticamente líquida y las depositan en los mismos lugares de manera grupal, creando grandes letrinas donde no es posible diferenciar heces individuales. Para poder obtener muestras de excretas de estas letrinas, y que puedan ser comparables a las recogidas en otras letrinas, se utilizarán marcos cuadrados de 25 x 25 cm, que delimitarán la superficie de la letrina que se colectará. El contenido colectado dentro de este marco será depositado en una bolsa con los datos asociados a esa letrina.

Datos a considerar en la colecta de las muestras:

- 1- Colector.
- 2- Fecha.
- 3- Coordenada de GPS.
- 4- Localización (roca, tierra/centro del río, orilla).

Una vez colectadas y secadas, el proceso de preparación, clasificación e identificación es igual para las muestras fecales de ambas especies. En el laboratorio, cada muestra se lava con agua corriente en un tamiz de malla fina que permitirá individualizar las estructuras duras que serán utilizadas para identificar la dieta, las cuales pueden ser: vértebras, mandíbulas, dientes, escamas, otolitos, espinas de aletas y otros restos. La identificación de cada resto se llevará a cabo mediante comparación con una colección osteológica de referencia, que permita realizar las identificaciones morfológicas de los restos encontrados hasta la menor resolución taxonómica posible.







Los índices más relevantes para el análisis de los resultados son los siguientes:

· **Frecuencia de ocurrencia:**

$$FO\% = Fi = (n/N) * 100$$

Donde, FO%= Frecuencia de ocurrencia, Fi= Número de excretas en las que aparece una categoría presa, n = número de muestras que poseen un morfotipo en particular, N = total de muestras (Perini et al., 2009; Silva et al., 2014).

· **Frecuencia numérica:** representa la presencia de un taxón en una muestra particular sobre el total de taxones identificados (Silva et al., 2014).

$$FN\% = Ni = (n/\sum n) * 100$$

Donde, n= número de presas de un taxón,  $\sum n$  = suma de todas las presas (Silva et al., 2014).

· **La amplitud de la dieta** (índice estandarizado de Levins (Hurlbert, 1978):  $B' = (B - 1) / (n - 1)$ ). Donde, n= número total de recursos encontrados y B se obtiene a partir del índice original de Levins (1968):

$$B = 1/ \sum pi^2$$

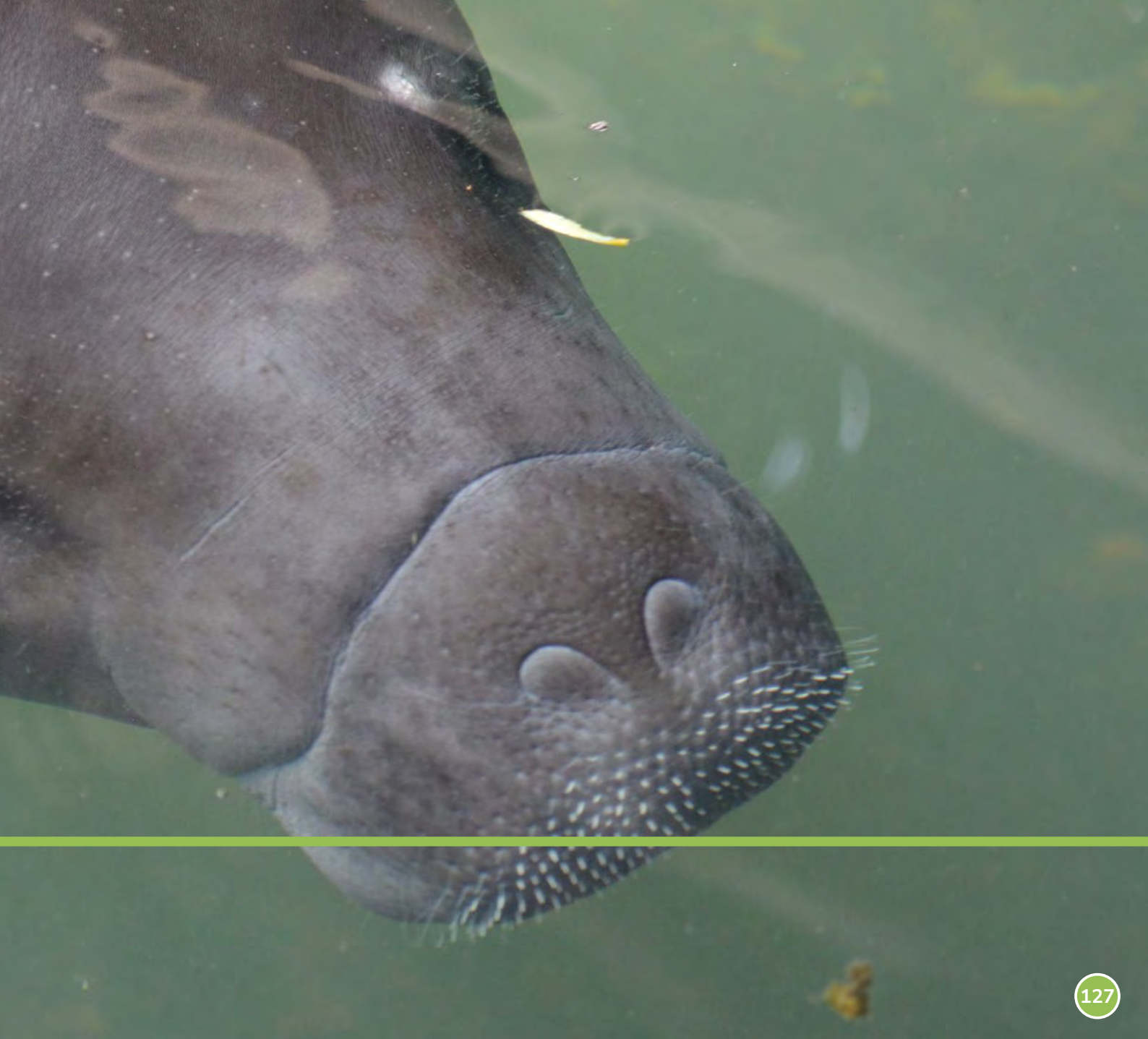
Siendo  $pi$  la frecuencia numérica. La amplitud de la dieta describe qué tan especialista o generalista es una especie.

An underwater photograph of a manatee's head and snout. The manatee is dark grey with a lighter, wrinkled snout. The water is a murky green color. The lighting is soft, highlighting the texture of the manatee's skin and the folds on its snout.

# 3. Manatíes

Dalila Caicedo Herrera, Isabel Gómez Camelo y Yenyfer Moná





# Manatí amazónico

*Trichechus inunguis* (de Natterer, 1883)

● El manatí amazónico, también conocido como “vaca marina”, se encuentra confinado a la cuenca del Amazonas. En Colombia, su presencia ha sido registrada en los departamentos del Amazonas, Putumayo y Caquetá (Cai-cedo-Herrera *et al.*, 2005; Trujillo *et al.*, 2006c).

● Habita exclusivamente en entornos fluviales y lacustres donde proliferan las plantas acuáticas.

● Su movilidad sigue un patrón sincronizado con las estaciones de lluvias y secas; cabe destacar que esta especie es la más pequeña entre todas las especies de manatíes, alcanzando una longitud máxima de 2,8 m y un peso de aproximadamente 480 kg.

● Una característica distintiva de esta especie es la falta de uñas en sus aletas pectorales.

● Los adultos poseen entre siete y ocho dientes en cada mitad de su mandíbula superior e inferior, los cuales se reemplazan de manera continua a lo largo de toda su vida (Trujillo *et al.*, 2013; Trujillo *et al.*, 2006c).

Puede pesar hasta 480 kg aproximadamente

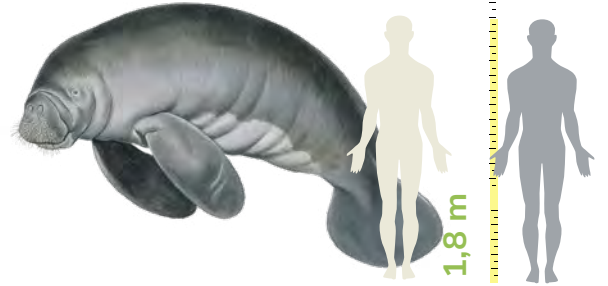
El hocico está cubierto de pelos sensoriales

Periodo de gestación de 13 meses



● Color gris oscuro o negro

2,8 m de longitud



● Mancha ventral de color claro

● No posee uñas en las aletas pectorales



# Manatí del Caribe

*Trichechus manatus manatus* (Domning & Hayek, 1986)

● Se distribuye en las zonas costeras, especialmente en las desembocaduras de los ríos Magdalena y Sinú. El manatí del Caribe habita en bahías, ciénagas y cuencas de los ríos Atrato, Cauca, Cesar y San Jorge (Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) et al., 2021). En la cuenca del Orinoco, se encuentran en los ríos Orinoco, Meta, Bitá, Guárico, Casanare y Arauca (Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia - Corporinoquia et al., 2019b).

● Se distingue por su cuerpo robusto y cilíndrico, junto con una aleta caudal amplia y comprimida. Posee 3 ó 4 uñas en el extremo distal de sus aletas pectorales, a diferencia del *Trichechus inunguis*.

● En cuanto a sus dimensiones, puede alcanzar longitudes que oscilan entre los 2,5 y 4,5 m, con un peso que varía entre 200 y 600 kg (Trujillo et al., 2006a).

Los ojos son pequeños, con los cuales identifican objetos, colores y formas

El hocico está cubierto de pelos sensoriales

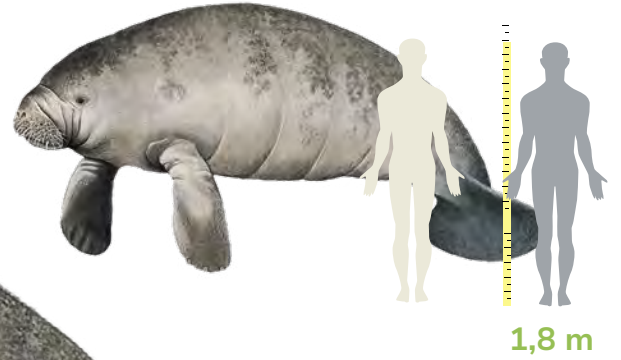
Tiene 3 ó 4 uñas

● Con respecto a su reproducción, estos manatíes exhiben una tasa reproductiva baja y alcanzan la madurez sexual entre los tres y seis años. El período de gestación se extiende por un lapso de 12 a 15 meses, y tienen una esperanza de vida de hasta 60 años (Caicedo-Herrera et al., 2005).



Cuerpo robusto con forma cilíndrica

2,5 a 4,5 m de longitud



1,8 m

La aleta caudal tiene forma de canaleta

Utilizan las aletas pectorales para jugar, tomar su comida y dar dirección a su desplazamiento

# Metodologías

Debido a las características comportamentales exhibidas por los manatíes, su estudio en el medio natural se torna difícil, ya que normalmente solo exhiben el hocico cuando salen a respirar, presentan comportamientos huidizos y suelen permanecer debajo de parches de macrofitas. Adicionalmente, la turbidez del agua en los ambientes donde habitan las dos es-

pecies presentes en Colombia es otra variable que limita su investigación. Por ello, el estudio de las poblaciones de manatíes se basa en el trabajo con comunidades para lograr a largo plazo procesos de conservación en diferentes zonas del país.

## Conocimiento local

A través del conocimiento local es posible determinar aspectos, tales como: distribución, hábitos alimenticios y comportamentales, además de factores que amenazan su conservación, entre otros.

**Entrevistas:** se realizan entrevistas semiestructuradas con habitantes de la comunidad para registrar sus experiencias y percepciones individuales sobre los manatíes. Este enfoque facilita la identificación de lugares significativos, relaciones sociales y elementos espaciales que influyen en la vida cotidiana de los participantes (Kusenbach, 2003). Las entrevistas no solo sirven como una exploración inicial, sino que también proporcionan una base para el diseño de los talleres participativos. El propósito principal de las entrevistas semiestructuradas

en el estudio de manatíes en Colombia es obtener información detallada y contextualizada sobre la presencia de las especies en áreas específicas, así como comprender las interacciones entre estas especies y su entorno. Durante las entrevistas, se puede hacer uso de mapas que ayuden a la identificación de los sitios de presencia, alimentación o amenazas. Este insumo puede ser físico o se puede implementar el uso de aplicaciones como Avenza Maps.



**Las preguntas clave en las entrevistas se refieren a los siguientes temas:**

**1. Distribución y hábitat:**

- ¿Cuáles son las áreas o hábitats donde ha observado manatíes con mayor frecuencia?
- ¿Existen zonas específicas que los manatíes prefieran para alimentarse, aparearse o descansar?

**2. Comportamiento y actividades:**

- ¿Qué tipos de comportamientos ha observado en los manatíes (nadando, alimentándose e interactuando socialmente, etc.)?
- ¿La temporada climática (época de lluvias o seca) incide en el comportamiento de los manatíes y los sitios de permanencia?

**3. Amenazas y desafíos:**

- ¿Cuáles considera que son las principales amenazas para la población de manatíes en la región?
- ¿Ha notado cambios en la presencia o comportamiento de los manatíes que podrían estar relacionados con actividades humanas?

**4. Conservación y protección:**

- ¿Cuáles son las percepciones locales sobre la importancia de conservar y proteger a los manatíes?
- ¿Existen iniciativas comunitarias, de las ONG o entidades del Estado para la conservación de los manatíes en la región?

Al realizar entrevistas en comunidades es importante tener en cuenta las consideraciones éticas y culturales, así como respetar las perspectivas y conocimientos locales sobre los manatíes, lo cual contribuirá a una colaboración efectiva y al éxito de la investigación.

El análisis de los datos de las entrevistas debe incluir la identificación de patrones emergentes, temas recurrentes y divergencias en las respuestas. La triangulación de la información utilizando datos de avistamientos y otras fuentes será crucial para validar y enriquecer los hallazgos.

El enfoque integrado de las entrevistas semiestructuradas contribuirá a una comprensión más completa de la dinámica entre los manatíes y las comunidades locales en Colombia.

## Talleres participativos

Los talleres participativos son una herramienta esencial en la investigación sobre manatíes en Colombia, y ofrecen un enfoque holístico y participativo para la construcción de cartografía social.

Esta metodología trasciende la simple recopilación de datos e involucra a las comunidades locales de manera activa en la representación visual y la interpretación que los lleva a relacionarse con la especie.

La planificación de los talleres participativos se realiza estableciendo un diálogo constante con las comunidades locales. La identificación conjunta de objetivos, temas a abordar y métodos de representación visual garantizan una participación activa y significativa (Reed, 2008).

Los grupos focales deben estar constituidos por aquellas personas que por sus actividades diarias interactúan con los manatíes, como pescadores, agricultores, transportistas fluviales y marinos, entre otros. Al igual que las entrevistas, los talleres pueden estar dirigidos a determinar diferentes aspectos del conocimiento local, como las áreas de presencia de la especie y sus amenazas.



Cartografía social  
de la Clase de tiempo



**Moeüchi**  
en lengua Tikuna  
significa: gracias...

Entonces ¡¡¡ moeüchi, moeüchi, moeüchi !!!  
a todas las personas que han trabajado y  
apoyado todo este proceso para que este  
monari regrese a las aguas del Amazonas.

WFP

WFP

A woman wearing a green cap and a yellow and black patterned shirt is painting a large mural. The mural depicts a blue fish-like creature with green and yellow patterns. The woman is using a brush to apply paint to the fish's body.

**VICIAS**  
de  
**LAGOS** de Los







Recibimos tarjeta de débito y crédito

# Cartografía social

La cartografía social es una herramienta metodológica que ha emergido como un enfoque valioso para entender las complejidades y dinámicas de las comunidades locales en relación con su entorno espacial (Peluso & Vandergeest, 2001). La participación activa de la comunidad refleja su experiencia con las especies, en este caso los manatíes, no solo fortalece la investigación, sino que también empodera a la comunidad a reconocer y valorar sus conocimientos locales (Chambers, 2006).

En los talleres se implementan diversas técnicas de mapeo participativo para capturar tanto la relación emocional como la práctica de la comunidad con los manatíes; esto incluye la creación de mapas mentales, la elaboración de dibujos y la utilización de narrativas visuales (Chambers, 2006). Estas técnicas permiten una representación más rica y contextualizada de la interacción entre las comunidades y los manatíes, llegando a una localización específica de las áreas donde los animales se encuentran y, en general, las posibles amenazas a las que puedan estar expuestos.

La facilitación de los talleres se lleva a cabo con sensibilidad cultural, reconociendo las creencias y conocimientos locales sobre los manatíes. Esto no solo implica comprender las dinámicas culturales, sino también incorporarlas en el diseño y la ejecución de los talleres (Cornwall & Jewkes, 1995).

Para capturar historias relacionadas con los manatíes se promueve la expresión de narrativas locales y la tradición oral durante los talleres. Esta práctica enriquece la comprensión de las interacciones entre las comunidades y los manatíes, aportando una dimensión cultural significativa a la investigación (Hunn, 2002). Integrar los saberes locales con la experiencia científica enriquece la comprensión holística de la ecología y conservación de los manatíes.

La retroalimentación constante de los participantes contribuye a adaptar las actividades y la comunicación según las necesidades y percepciones cambiantes (Barbour *et al.*, 2001).

# Observaciones directas

La revisión de la literatura especializada de la zona donde se llevará a cabo el estudio es crucial para sumergirse en la biología, en la ecología y en el comportamiento de los manatíes. Esta revisión proporciona una sólida base de conocimientos (Domínguez, 2015). Adicionalmente, es necesario evaluar los resultados de la cartografía social elaborada partir de las entrevistas y los talleres participativos para la identificación y ubicación de áreas específicas de trabajo.

El diseño del protocolo de observación es fundamental para garantizar la calidad de los datos, y depende de las características del ecosistema (río, ciénaga, manglar, etc.). Este protocolo debe ser detallado e incluir aspectos como frecuencia de observaciones, métodos de registro y condiciones ambientales (Langtimm *et al.*, 2012). El formato de recopilación de datos debe contener las siguientes variables:

- Georreferenciación.
  - Nombre del cuerpo de agua y del sector.
  - Hora de inicio y de finalización.
  - Datos generales de climas (soleado, lluvia, vientos, oleaje).
  - Número de eventos de avistamiento.
  - Número de avistamientos simultáneos.
  - Conformación grupal: tamaño estimado de grupo y clase etárea (adulto o cría).
  - Tamaño estimado de grupo.
  - Posición en superficie (parte del cuerpo observada).
  - Frecuencia respiratoria.
- Entre los métodos de observación se encuentran:
- \* Desde un punto fijo (desde la orilla o en el centro del cuerpo de agua).
  - \* En embarcación dejándose llevar por la corriente.



Durante los avistamientos en los diferentes ecosistemas, se registran los eventos en la superficie, los cuales se presentan a continuación (Figura 14 y Figura 15):

# Posición en superficie

Nariz



Hocico



Cabeza



Lomo



Aleta  
caudal



Aleta  
pectoral



Bajo el  
agua



Figura 14. Ilustración de posición en superficie.  
Fuente: Fundación Omacha 2003-2004.

# Conformación grupal

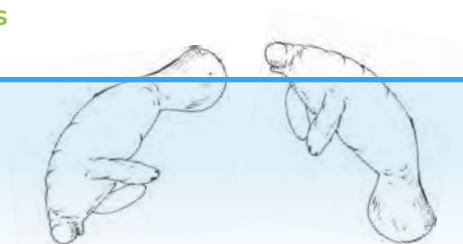
Adulto y cría



Adulto y dos crías



Dos adultos



Tres adultos



Cuatro adultos



Figura 15. Ilustración de conformación grupal.  
Fuente: Fundación Omacha 2003-2004.

A close-up, underwater photograph of a manatee's head and snout. The skin is dark and heavily wrinkled, with prominent ridges and grooves. The snout is rounded and pointed towards the left. The background is a clear, greenish-blue water. The lighting is bright, highlighting the texture of the skin.

**Manatí del Caribe**  
*Trichechus manatus manatus*





## **Observaciones directas**

En los puntos designados, se deben realizar observaciones para registrar la presencia de los animales y realizar los respectivos reportes; estas observaciones se llevan a cabo por un periodo de 30 minutos a una hora.

Los equipos que se utilizan en las observaciones directas son binoculares, GPS, cámaras fotográficas y formatos de campo. El trabajo se debe realizar a una distancia segura sin perturbar a los manatíes (Ackerman *et al.*, 2012).

Es necesario registrar observaciones detalladas sobre comportamientos individuales y grupales de manatíes, así como características ambientales. Este enfoque multidimensional proporciona una visión integral de la ecología (García-Rodríguez *et al.*, 2018).

**Adicionalmente, se pueden trabajar análisis como los siguientes:**

### **1. Análisis temporal:**

- Descomposición de series temporales para identificar patrones estacionales en la actividad de los manatíes (Jones *et al.*, 2018).
- Análisis de periodicidad diaria para comprender variaciones en el comportamiento durante distintas horas del día (Smith & Brown, 2020).

### **2. Análisis de conducta:**

- Clasificación de comportamientos mediante técnicas de aprendizaje automático aplicadas a datos de seguimiento, para discernir actividades como alimentación, descanso y socialización (Anderson, 2019).
- Correlación de comportamientos con variables ambientales para entender las preferencias conductuales en diferentes áreas (Johnson *et al.*, 2021).

### **3. Análisis de factores ambientales:**

- Regresión espacial para evaluar la relación entre la presencia de manatíes y variables ambientales como temperatura, salinidad y calidad del agua (García *et al.*, 2017).
- Modelos predictivos de identificación de áreas propensas para atraer manatíes basándose en condiciones ambientales (Turner *et al.*, 2016).

# Evidencias indirectas de presencia de manatíes (rastros de alimentación y heces)

La investigación de zonas de alimentación y análisis de presencia de heces proporciona una perspectiva valiosa sobre la ecología de los manatíes.

Utilizando la información recopilada en la bibliografía, en las entrevistas, en los talleres y en la cartografía social se planifican los recorridos pertinentes con el ánimo de comprender las preferencias de hábitat y los patrones de alimentación de los manatíes en entornos similares a los que van a ser estudiados. Esta revisión proporciona una base sólida para el diseño del estudio (Brito et al., 2018).

Se utilizan los datos existentes y la colaboración con expertos locales para identificar áreas clave de alimentación de manatíes. Estas áreas pueden incluir humedales, caños, ríos, estuarios, manglares y zonas costeras con vegetación acuática significativa (Brito et al., 2018).

Además, el formato de recolección de datos puede contener las siguientes variables, entre otras:

- Georreferenciación.
- Nombre del cuerpo de agua y del sector.
- Referencia de la evidencia.
- Datos generales del clima (soleado, lluvioso, con viento, con oleaje).
- Tipo de evidencias como rastros de alimentación y heces.
- Número de evidencias.
- Observaciones adicionales.



**Diseño de estaciones de alimentación:** se pueden establecer estaciones de alimentación mediante la instalación de estructuras flotantes equipadas con vegetación acuática. Estas estaciones sirven como puntos de observación y permiten documentar la frecuencia y duración de las visitas de los manatíes.

**Recolección de heces:** se buscan en los muestreos, enfocándose en estaciones de alimentación y áreas circundantes. Las muestras se pueden coleccionar para análisis genético y determinación de la dieta (Hunter *et al.*, 2010).

Se realizan análisis microhistológicos de las muestras para identificar especies consumidas, análisis coprológico y coproscópico para evaluar el estado de salud de los animales y presencia de patógenos, y análisis de los marcadores de ADN mitocondrial y de ADN nuclear (microsatélites) para estudiar la diversidad genética y dinámica poblacional.

Las muestras de heces deben ser preservadas en etanol al 96% para análisis genéticos (Panasci, M. 2009), y en solución AFA (alcohol, formol y ácido acético en proporciones de 85%, 10% y 5%, respectivamente) para los análisis microhistológicos (Colares, I. G. & Colares, E. P., 2002).



Heces de manatí



Registros de zonas de alimentación  
de manatíes







# Telemetría

La telemetría ha sido una herramienta crucial en la investigación de sirénidos desde la década de 1970, proporcionando valiosa información sobre su comportamiento y movimientos. Entre las técnicas empleadas, la telemetría de muy alta frecuencia (VHF) y ultra alta frecuencia (UHF) han destacado, siendo esencial para el seguimiento terrestre y satelital de estos animales. En Colombia, se han utilizado las dos técnicas para el seguimiento en ambientes de agua dulce y agua salada.

En estudios de campo, la técnica VHF utiliza transmisores que emiten ondas de radio detectadas por receptores, permitiendo el seguimiento visual y sonoro desde tierra o botes (Priede, 1992). Este método se prefiere en ambientes dulceacuícolas, ya que el manatí pasa la mayor parte del tiempo sumergido y los ambientes salinos pueden afectar la transmisión de la señal (Marmontel *et al.*, 2012). Durante los recorridos en bote o a pie, se recopilan datos esenciales como fecha, hora, coordenadas, condiciones climáticas, descripción del área de detección y observaciones de individuos, pro-

porcionando una visión detallada de su actividad (Marmontel *et al.*, 2012).

Para un seguimiento más amplio y remoto, la telemetría satelital mediante el sistema Argos ha revolucionado el monitoreo de sirénidos (Marmontel *et al.*, 2012). Los transmisores PPT (Platform Transmitter Terminals) emiten señales UHF captadas por satélites, permitiendo determinar la ubicación del animal mediante el efecto Doppler. Estos transmisores se sujetan al pedúnculo caudal del manatí mediante cinturones que también incluyen el radio VHF y una boya que alberga los transmisores PPT y VHF.

Estudios clave, como el de Marmontel *et al.* (2012), han demostrado la eficacia de la telemetría en la investigación de sirénidos, proporcionando datos cruciales para comprender sus patrones de movimiento y ecología.



# Elementos para telemetría



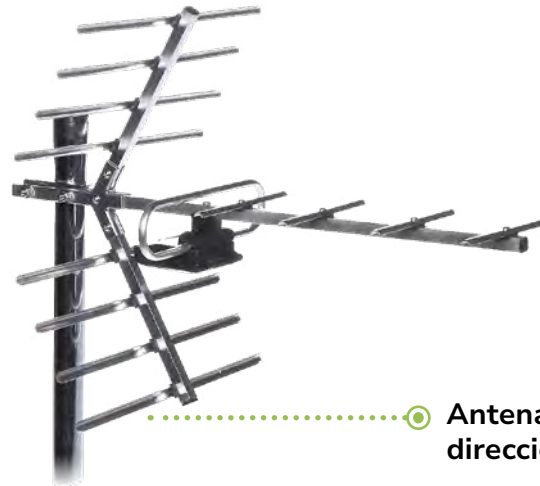
GPS



Receptor VHF



Audífonos



Antena direccional





Collar VHF

Es clave medir el ancho del pedúnculo caudal para poder construir el cinturón que tendrá el transmisor (Figura 16), el cual debe quedar justo, pero sin apretar. Generalmente, después de aproximadamente un año de seguimiento, el cinturón se suelta.





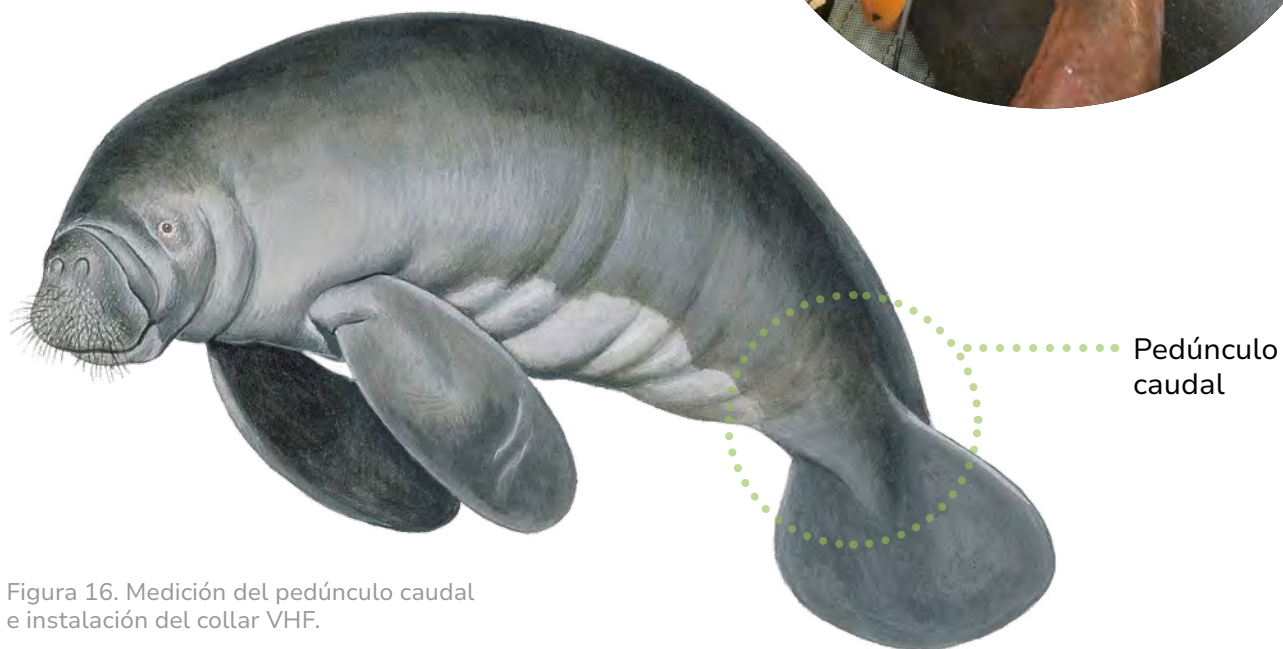


Figura 16. Medición del pedúnculo caudal e instalación del collar VHF.



# Uso de ecosonda para la localización de manatíes

La investigación sobre la localización de manatíes se basa en la implementación precisa de la ecosonda, una herramienta acústica esencial para la detección y mapeo de estos mamíferos en algunos ambientes acuáticos.

## 1. Selección y preparación del equipo:

·Se seleccionará una ecosonda apropiada para la investigación, considerando la frecuencia de operación y la resolución necesaria para la localización precisa de manatíes en algunos de los ecosistemas donde habitan (Smith, 2018).

·El equipo se calibrará meticulosamente antes de cada sesión de muestreo para garantizar mediciones precisas (Jones & Brown, 2019).

## 2. Diseño del muestreo:

·Se establecerá un diseño de muestreo sistemático que abarque áreas críticas para la presencia de manatíes, como zonas de alimentación y rutas migratorias identificadas por estudios previos (García *et al.*, 2020).

·Se planificarán puntos de muestreo estratégicos para cubrir de manera eficiente el área de estudio, preferiblemente en cauces de caños o ríos.

## 3. Toma de datos:

·Durante las sesiones de muestreo, la ecosonda se utilizará para registrar datos sobre la profundidad del agua y la topografía del sitio, identificando características que podrían servir como hábitats propicios para los manatíes (Turner & Robinson, 2021).

Los datos acústicos se registrarán para identificar firmas acústicas específicas asociadas con la presencia de manatíes (Williams & Johnson, 2016).

#### **4. Análisis espacial y temporal:**

·Se realizarán análisis espaciales de los datos recopilados para identificar patrones en la distribución de manatíes en relación con la topografía submarina y otros factores ambientales (Pérez, 2017).

·Se llevará a cabo un análisis temporal para evaluar variaciones estacionales en la presencia de manatíes en áreas específicas.

#### **5. Validación y comparación con telemetría:**

·Los resultados obtenidos mediante la ecosonda se validarán con base en comparaciones con datos de telemetría, si están disponibles, para asegurar la precisión y confiabilidad de la información recopilada (García *et al.*, 2020).

·Se identificarán áreas de concordancia y posibles discrepancias entre las dos metodologías, si es del caso.



# 4. Cocodrilos y caimanes

Mónica A. Morales Betancourt y Carlos A. Lasso





# Caimán llanero

*Crocodylus intermedius* (de Graves, 1819)

- Otros nombres comunes: cocodrilo del Orinoco, caimán del Orinoco, cocodrilo, caimán mariposo.

- Especie endémica de la cuenca del Orinoco; en Colombia - Venezuela se han registrado en los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada (Medem, 1981).

- Es el cocodrílido más grande de América, y mide hasta seis metros.

- Habita en grandes cursos de agua como ríos y caños, así como en sus planicies de inundación. Los individuos adultos prefieren las aguas alejadas de la orilla, mientras que los de menor tamaño prefieren las orillas (Anzola et al., 2012; Espinosa & Seijas, 2010; Llobet & Seijas, 2003; Thorbjarnarson & Hernandez, 1993).



- Es una especie carnívora.

- La puesta de huevos se realiza durante la época seca, construyendo nidos tipo hueco. Estos nidos se ubican principalmente en playas o en pequeños barrancos muy inclinados próximos a la vegetación ribereña, así como también en suelos de tipo arcilloso-rocoso o suelos orgánicos.

6 m de longitud

1,8 m



Región ventral  
blanca

Color grisáceo, amarillento o  
gris oscuro a negruzco en  
adultos, y gris claro en juveniles

Manchas oscuras  
en la cola

● Es común que las hembras hagan sus nidos en el mismo lugar durante varios años, y varias hembras pueden usar la misma playa. Los huevos son calcáreos, elípticos y con cáscara lisa. En promedio, cada hembra pone 40 huevos por nido, los cuales duran aproximadamente tres meses en eclosionar (Antelo et al., 2008; Ardila-Robayo & Barahona, 2002; Llobet & Seijas, 2003; Medem, 1981; Thorbjarnarson, 1987).



# Caimán negro

*Melanosuchus niger* (de Spix, 1825)

● Especie endémica de la cuenca del Amazonas. En Colombia, se encuentra en los departamentos de Amazonas y Putumayo.

● Alcanza los cinco metros de longitud.

● Habita en aguas negras y blancas, con preferencia por los lagos y zonas de aguas tranquilas en el cauce principal. Los adultos se encuentran en las zonas pantanosas alrededor de los lagos y en el cauce principal de los ríos, mientras que los neonatos y juveniles usan las praderas de macrófitas acuáticas (Trujillo et al., 2008).

● Son depredadores generalistas y oportunistas.

● La puesta de huevos tiene lugar en el río Amazonas de octubre a noviembre; en el río Putumayo a fines de noviembre hasta diciembre y en el río Caquetá de diciembre a enero. El periodo de incubación es de dos a tres meses, y los nidos contienen entre 35 y 50 huevos, los cuales son de color blanco con cáscara dura,



● Iris de color verde amarillento

● Cabeza voluminosa, ancha y alta

● Manchas grises o cafés en la mandíbula

áspera y porosa. Prefiere anidar en zonas altas donde no llega directamente la luz del sol, preferiblemente en bosques inundados o en vegetación flotante. Los nidos tienen una profundidad de 80 cm y un ancho de 182 cm, con una capa superior de material vegetal.



5 m de longitud  
1,8 m

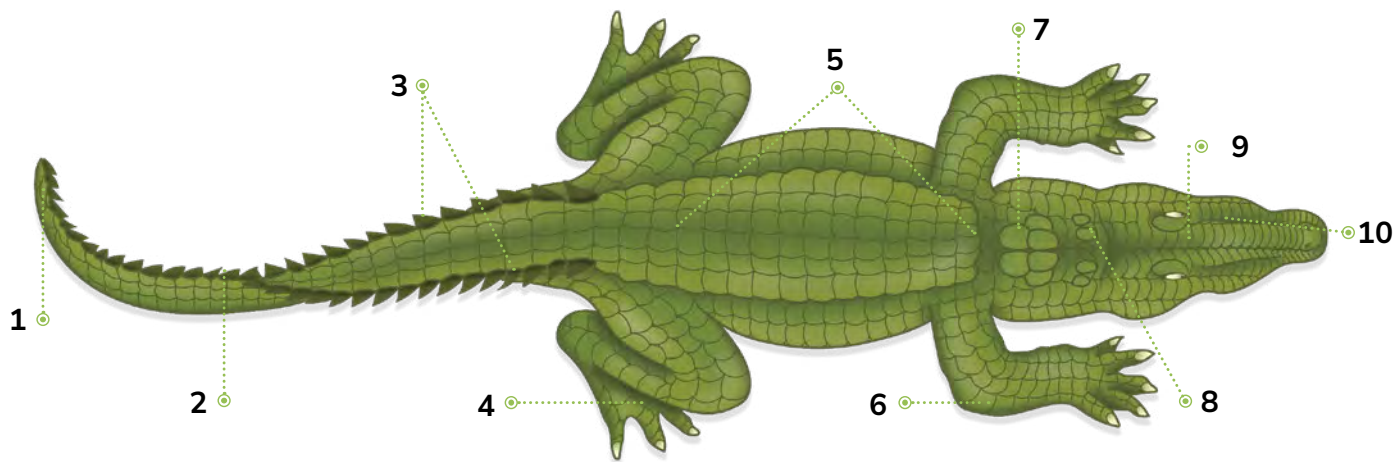
● Dorso predominantemente negro

● Región ventral crema-amarillo

● Las crías son de color negro con bandas amarillas en el dorso y la cola

● El porcentaje de supervivencia es del 42,4%, y la principal causa de muerte es la inundación de los nidos (29%) (Medem, 1981; Trujillo et al., 2008b).

# Morfometría



- 1 - Cola.
- 2 - Cresta caudal sencilla.
- 3 - Cresta caudal doble.
- 4 - Pata trasera.
- 5 - Placas dorsales.
- 6 - Pata delantera.

- 7 - Placas cervicales.
- 8 - Placas post-occipitales.
- 9 - Arista interorbital.
- 10 - Arista rostral.

Figura 17. Gráfico modificado de  
CITES Identification Guide Crocodilians (1995).



Tabla 3. Características morfológicas que diferencian las especies. Ajustado De La Ossa-V. et al., 2013.

Características	<i>Crocodylus intermedius</i>	<i>Caiman crocodilus</i>	<i>Melanosuchus niger</i>	<i>Paleosuchus trigonatus</i>	<i>Paleosuchus palpebrosus</i>
<b>Hocico</b>	Delgado y alargado.	Ancho y corto.	Ancho, plano y relativamente corto.	Alargado, con la punta angosta y no volteada hacia arriba.	Corto, con la punta ancha y volteada hacia arriba.
<b>Cuarto diente mandibular se observa cuando la boca está cerrada</b>	Sí	No	No	No	No
<b>Párpado superior</b>	Liso	Con protuberancia	Liso	Liso	Liso
<b>Arista interocular ósea</b>	No	Sí	Sí	No	No
<b>Escamas post-occipitales</b>	1 fila trasversal de cuatro a seis (generalmente cuatro) placas.	2 a 3 filas trasversales.	3 a 5 filas trasversales.	1 fila trasversal bien diferenciada, algunas veces se observa una segunda con placas considerablemente más pequeñas.	2 filas trasversales, con escamas grandes.
<b>Escamas cervicales</b>	2 filas con seis placas (anterior de cuatro y posterior de dos), ambas zonas rodeadas por numerosas placas más pequeñas de forma ovalada.	5 filas trasversales.	4 a 5 filas trasversales.	4 filas trasversales (a veces cinco) cada una con dos a tres escamas.	5 filas trasversales, las hileras anterior y posterior con dos escamas y las centrales 3 a 4.

Características	<i>Crocodylus intermedius</i>	<i>Caiman crocodilus</i>	<i>Melanosuchus niger</i>	<i>Paleosuchus trigonatus</i>	<i>Paleosuchus palpebrosus</i>
<b>Cresta caudal doble</b>	17 a 20	11 a 16	16 a 20	9 a 10	9 a 11
<b>Cresta caudal sencilla</b>	17 a 19	19 a 26	20 a 25	15 a 20	17 a 22
<b>Coloración</b>	Coloración dorsal gris claro en juveniles y grisáceo, amarillento o gris oscuro a negruzco en adultos. Región ventral blanca, desde el hocico hasta el orificio anal, mientras que la cola presenta manchas oscuras. Iris de color verde a verde intenso iridiscente, con pupila vertical negra.	Color del dorso, verde oliva con manchas numerosas y puntos café oscuro y pecas negras sobre la cabeza, cuerpo y cola. Varias franjas o bandas diagonales sepia o negras, que descienden sobre el cuerpo y cola. Superficie ventral amarillo crema uniforme. Manchas negruzcas grandes a los lados de las mandíbulas, que son evidentes en individuos recién nacidos y difusas en adultos.	Dorso predominantemente negro, región ventral crema-amarillo. Cabeza amarillenta-café, tornándose verdosa-café, con manchas grises o cafés en la mandíbula inferior y bandas amarillas a blancas a lo largo de los flancos, que desaparecen al madurar. Las crías son de color negro con bandas amarillas en el dorso y la cola.	Coloración general del cuerpo a nivel dorsal café oscuro. Tabla craneal parda oscura y cabeza con una línea longitudinal oscura entre las fosas nasales y la frente. Mandíbula con manchas pardas sobre un fondo amarillento. Los neonatos exhiben una mancha dorada vistosa sobre la cabeza. Superficie abdominal dominada por tonos claros que prevalecen sobre la coloración oscura.	Cabeza marrón rojiza, iris color marrón y la superficie dorsal del cuerpo es café oscuro y casi negro en los animales adultos. Los juveniles son algo más claros y con manchas oscuras y bandas claras cruzadas, las mandíbulas salpicadas por manchas redondas café oscuras. Superficie abdominal prevalece la coloración oscura con pocos parches claros.
<b>Manchas en la mandíbula en los adultos</b>	No	No	Sí	Sí	Sí

# Identificación de especies distribuidas en el Amazonas y Orinoco

Para diferenciar las especies descritas, es importante tener en cuenta ciertas características físicas que son fáciles de distinguir en campo (Figura 17 y Tabla 3). El caimán llanero (Figura 18) y el caimán negro (Figura 19) comparten hábitat con otras tres especies de Alligatoridae: los cachirres, *Paleosuchus trigonatus* (Figura 20), *Paleosuchus palpebrosus* (Figura 21) y la babilla (*Caiman crocodilus*) (Figura 22).

## Babilla

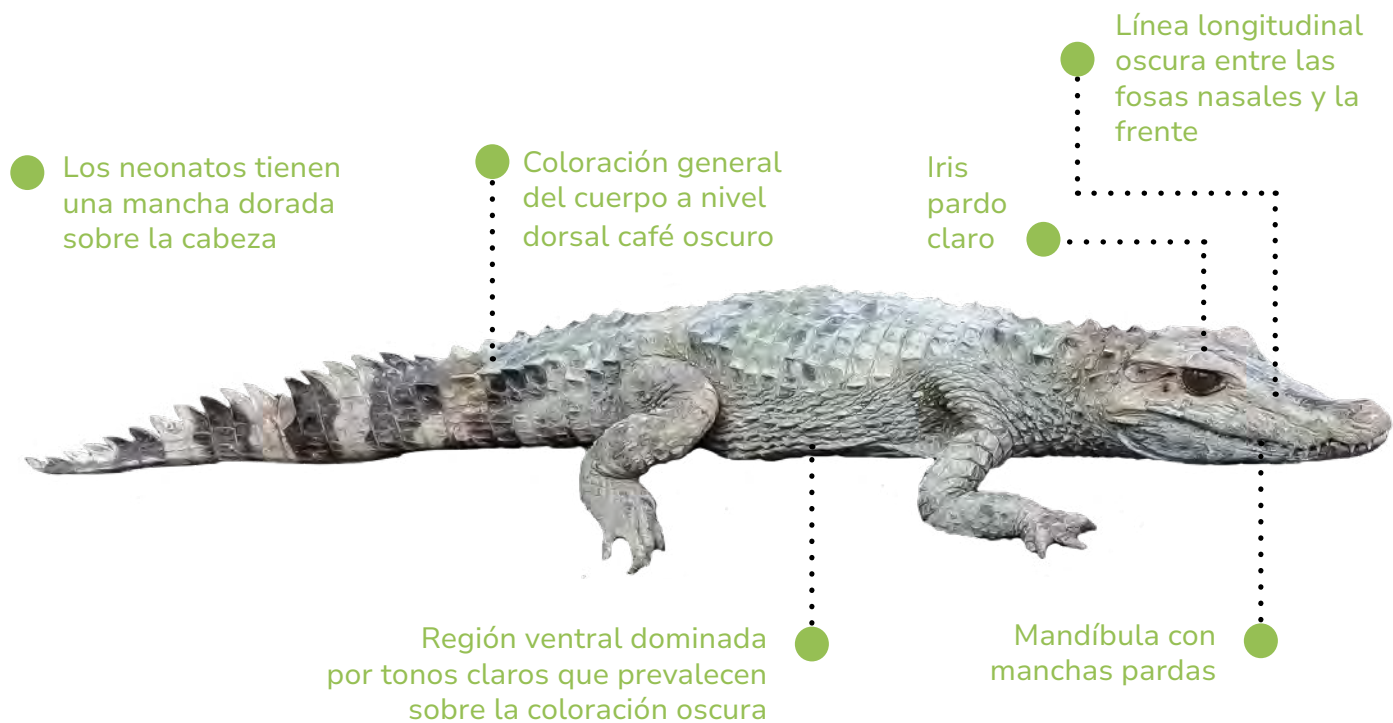
*Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758)





# Cachirre o babilla

*Paleosuchus trigonatus* (Cuvier, 1807)

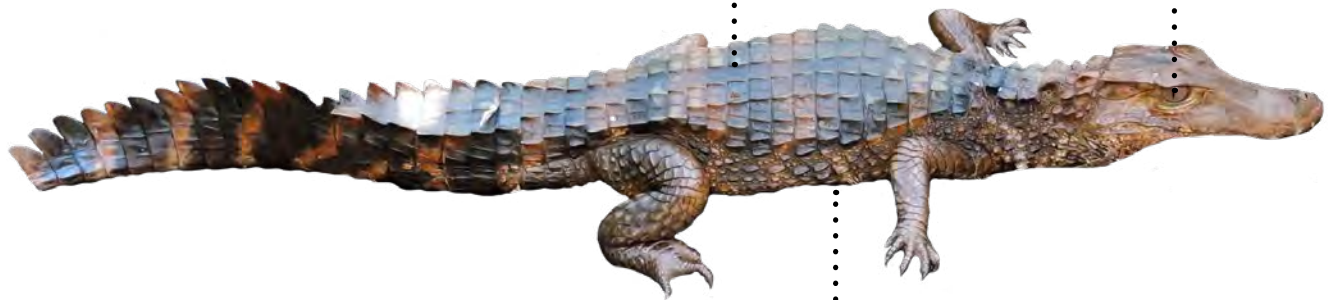


# Cachirre morichalero

*Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807)

Color del dorso café oscuro y casi negro en los animales adultos

Iris color pardo rojizo



Los juveniles son algo más claros que los adultos y con manchas oscuras y bandas claras cruzadas, las mandíbulas están salpicadas por manchas redondas café oscuras

Región ventral oscura con pocos parches claros

# Caimán llanero

*Crocodylus intermedius*

● PO: Placas post-occipitales ● Ce: Placas cervicales



Figura 18. Placas post-occipitales y placas cervicales de *Crocodylus intermedius*  
Gráfico modificado de CITES Identification Guide Crocodilians (1995).



- \* Sin protuberancia sobre el párpado.
- \* PO: 1 fila (cuatro a seis).
- \* Ce: 2 filas con 6 placas.





# Caimán negro

*Melanosuchus niger*

● PO: Placas post-occipitales ● Ce: Placas cervicales



Figura 19. Placas post-occipitales y placas cervicales de *Melanosuchus niger*  
Gráfico modificado de CITES Identification Guide Crocodilians (1995).



\* Sin protuberancia sobre el párpado.

\* Ce: 4 a 5 filas.

\* PO: 3 a 5 filas.



# Cachirre o babilla

## *Paleosuchus trigonatus*

● PO: Placas post-occipitales ● Ce: Placas cervicales



Figura 20. Placas post-occipitales y placas cervicales de *Paleosuchus trigonatus*  
Gráfico modificado de CITES Identification Guide Crocodilians (1995).



- \* Sin protuberancia en el párpado.
- \* Ce: 4 filas.
- \* PO: 1 fila.



# Cachirre morichalero

## *Paleosuchus palpebrosus*

● PO: Placas post-occipitales ● Ce: Placas cervicales



Figura 21. Placas post-occipitales y placas cervicales de *Paleosuchus palpebrosus*  
Gráfico modificado de CITES Identification Guide Crocodilians (1995).



- \* Sin protuberancia en el párpado.
- \* Ce: 5 filas.
- \* PO: 2 filas.





# Babilla

## *Caiman crocodilus*

● PO: Placas post-occipitales ● Ce: Placas cervicales



Figura 22. Placas post-occipitales y placas cervicales de *Caiman crocodilus*  
Gráfico modificado de CITES Identification Guide Crocodilians (1995).



\* Protuberancia sobre el párpado.

\* Ce: 5 filas trasversales.

\* PO: 2 a 3 filas.



# Neonatos



**Caimán llanero  
o cocodrilo del Orinoco**  
*Crocodylus intermedius*



**Caimán negro**  
*Melanosuchus niger*



**Babilla**  
*Caiman crocodilus*



**Cachirre morichalero**  
*Paleosuchus palpebrosus*



**Cachirre**  
*Paleosuchus trigonatus*

# Evaluación poblacional

El método más común para la evaluación poblacional es la detección visual nocturna (Chabreck, 1966; De La Ossa et al., 2013; Rodríguez, 2000; Rueda-Almonacid et al., 2007). El conteo de individuos se realiza desde una embarcación o a pie (en el caso de *Paleosuchus* spp. que son más frecuentes en caños pequeños); es importante tener como referencia una unidad de distancia y de tiempo. De acuerdo con la literatura relacionada, el horario indicado para iniciar los muestreos nocturnos se encuentra entre 15 y 30 minutos posteriores a la puesta del sol; se recomienda evitar muestreos en luna llena. Adicionalmente, es pertinente realizar al menos tres réplicas por sitio, con el propósito de contar con datos representativos (Sánchez Herrera et al., 2011).

## Paso a paso

● Cuando se llegue al punto de inicio, la ubicación de las personas debe ser así: el motorista en la parte de atrás de la embarcación, el iluminador en la parte de adelante de la embarcación y el registrador de información en el medio de los dos.

● Antes de iniciar el recorrido, se escribe en el formato la siguiente información:

- Localidad.
- Coordenadas geográficas.
- Hora.
- Datos ambientales: fase lunar, porcentaje de nubosidad.

● En el GPS se activa la modalidad de procesador de trayecto *track* y se empieza el recorrido dirección río arriba, manteniendo una velocidad de desplazamiento constante entre 5 y 10 km por hora, a más o menos 50 m de la orilla o por el centro del cauce del río, si este es angosto. Si el cauce es ancho cada orilla puede ser un trayecto.z

● Los avistamientos se llevan a cabo mediante iluminación directa. Cuando se localiza al individuo, se genera la reflexión ocular del *tapetum lucidum*, que produce un destello de color anaranjado rojizo en el ojo (Chabreck., 1966). Se debe alumbrar al individuo constantemente e indicarle al motorista que se acerque despacio y sin hacer ruido.



● Se debe identificar la especie del individuo observado y calcular el tamaño. Estimar la longitud total (LT) del animal permite establecer el grado de desarrollo (clase de tamaño) que difiere entre especies (Tabla 4).

● Si se establece la longitud rostral (distancia entre la punta del hocico y la comisura anterior de los ojos), se multiplica por diez esta longitud (Cedeño-Vázquez et al., 2006).

Tabla 4. Clases de tamaño por especie. Fuente: modificado de De La Ossa et al. (2013).

Especie	Clase de tamaño	Talla-LT (cm)	Grado de desarrollo
<i>Crocodylus intermedius</i>	I II III IV	< 60 61 - 120 121 - 240 > 241	Neonato Juveniles Subadultos Adultos
<i>Melanosuchus niger</i>	I II III IV	< 60 61 - 120 121 - 240 > 240	Neonato Juveniles Subadultos Adultos
<i>Caiman crocodilus</i>	I II III IV	< 50 51 - 120 121 - 180 > 181	Neonato Juveniles Subadultos Adultos
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	I II III IV	<26 27-40 41-99 >100	Neonato Juveniles Subadultos Adultos
<i>Palesosuchus trigonatus</i>	I II III IV	<26 27-40 41-99 >100	Neonato Juveniles Subadultos Adultos

● Los individuos que no puedan ser identificados a nivel de especie deben ser reportados como “solo ojos”.

● Se registra la información asociada al avistamiento: hora, distancia recorrida, especie y tamaño del individuo. Si es de interés, se puede aprovechar para tomar información bioló-

gica como: ubicación del individuo (orilla del río, centro del río, afuera del agua) y hábitat (barranco, playa, bosque inundable, bosque de galería, raudal y laguna).

● Al final del recorrido se registran coordenadas, hora, distancia recorrida y variables ambientales.

## Periodicidad, zonas y época de los muestreos

Los cocodrilos tardan varios años en alcanzar la madurez sexual, por lo que se esperaría que no se observaran cambios significativos en periodos menores a 5 -7 años (Sánchez Herrera *et al.*, 2011). El muestreo de evaluación poblacional se debe realizar en la misma época del año, al inicio de la temporada de sequía, justo antes del periodo en que se sabe que los cocodrilos ponen los huevos.

En cuanto a las zonas de muestreo, se sugiere priorizar aquellas identificadas para este grupo (Morales-Betancourt *et al.*, 2017). Estos autores identificaron áreas para la conservación de los cocodrilos amenazados, teniendo en cuenta la distribución, las poblaciones y los análisis previos de conservación. Para el caimán llanero se priorizaron el sistema Cravo Norte-Lipa-Ele (Arauca), Hato La Aurora (Casanare), Bajo Tomo y Bajo Vichada (Vichada), río Manacacías y sistema Guayabero-Duda-Losada (Meta). Para el caimán negro se identificaron el Bajo Caquetá-Apaporis, Bajo Putumayo, Lagos de Tarapoto (Amazonas) y Medio Putumayo (Putumayo) (Figura 23).





# Captura y manipulación

Existen diferentes métodos de captura de individuos de cocodrilos vivos que se pueden clasificar en captura pasiva (tipos de trampas, anzuelos triples con pesos, redes) o activa (manipulación directa). La captura pasiva es más dispendiosa, ya que requiere de una constante dedicación por parte de los investigadores (Seijas, 2011; Walsh, 1987). Por lo tanto, se propone la captura activa o manipulación directa que se realiza utilizando pinzas pilstrom o brazo mecánico, lazos o, incluso, agarrando los individuos con las manos (Webb & Messel, 1977).

La captura manual directa se lleva a cabo en individuos con longitudes menores a 80 cm. Podrían ser un poco mayores, pero esto depende del tamaño de la persona que capturará al cocodrilo (Seijas, 2011). Para animales grandes se recomienda construir una pértiga con lazo que puede consistir en una vara de aluminio y una guaya con un nudo corredizo en el extremo.

## Paso a paso

- Para la captura manual, se procede rápidamente a sujetar al animal por el cuello, aproximándose desde la parte de atrás, e inmediatamente se agarra al individuo por la cola para evitar que golpee con ella.
- Para la captura con lazo, se alumbra permanentemente al animal y se desplaza el aro del lazo desde la cabeza hasta la nuca, e inmediatamente se jala del lazo para que el nudo se ajuste al cuello del animal (Figura 24).
- El individuo se saca del agua.
- Mientras una persona sujeta al cocodrilo con el lazo, otra persona debe agarrarlo por la nuca e inmediatamente por la base de la cola. Dependiendo del tamaño del animal, puede ser necesario sostener también la cola un poco más hacia el extremo.
- El hocico se cierra con varias vueltas de cinta pegante (aislante) o bandas de caucho. Para esto, la persona que sostiene el cuello debe deslizar sus manos desde atrás y alrededor de la cabeza hasta llegar a la región media del hocico, dejando espacio para que la otra persona coloque la cinta por encima de las narinas sin cubrirlas.

- El lazo se retira.
- En caso de traslado, se amarran dorsalmente las dos extremidades posteriores y las anteriores, y la cola con dirección al cuerpo. Los animales pequeños se pueden trasladar en costales (o sacos de tela), una vez tengan el hocico inmovilizado con cinta.

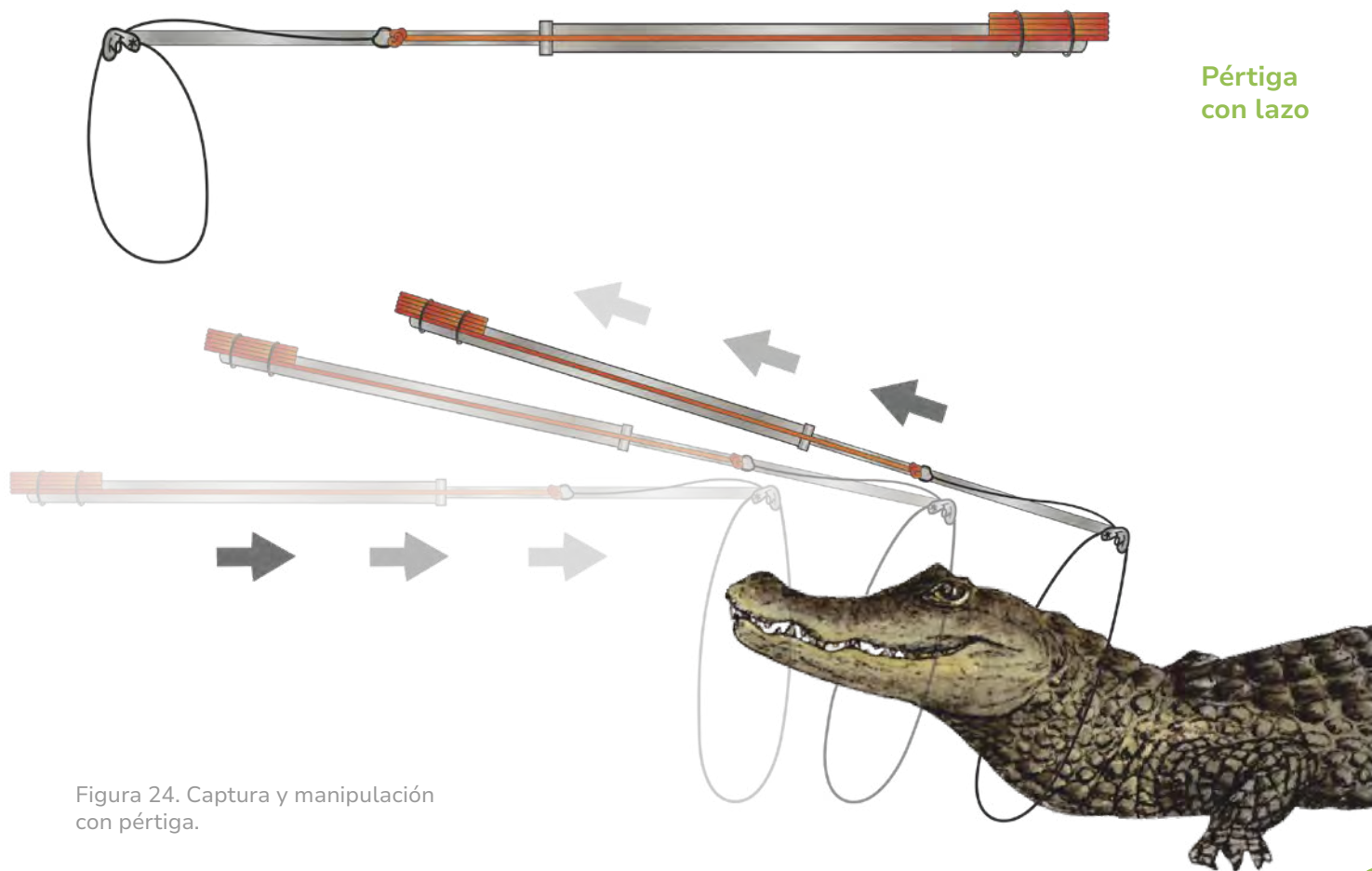


Figura 24. Captura y manipulación con pértiga.

**Además del paso a paso, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:**

● El tiempo de manipulación del animal debe ser lo más corto posible para evitar posibles daños articulares, inflamación e incapacidad temporal para caminar.

● En animales grandes, la manipulación prolongada podría, incluso, provocar la muerte, como consecuencia de una severa acumulación de ácido láctico por el estrés.

● Se debe tener precaución al realizar la captura de animales pequeños, particularmente cuando todavía forman grupos, ya que la madre puede estar cerca para defenderlos.

● Los animales estarán más calmados si se les cubren los ojos durante la manipulación.









# Identificación del sexo de individuos

El método más seguro para identificar el sexo es el examen manual mediante tacto cloacal. Este se realiza introduciendo un dedo en la apertura cloacal con el objetivo de sentir u observar la presencia del pene, el cual se encuentra en la parte anterior. En individuos cuya longitud sea menor a 120 cm de longitud total, se pueden usar unas pinzas de disección o rinoscopio (Sánchez Herrera *et al.*, 2011).



Identificación del sexo en individuo macho de caimán llanero



Identificación del sexo  
en individuo hembra  
de caimán llanero



# Método de marcaje

Existen varios métodos para el marcaje de cocodrilos, como la eliminación de escamas caudales, la instalación de marquillas o chapetas, microchips insertados debajo de la piel y transmisores para seguimiento satelital (De La Ossa *et al.*, 2013; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007).

El método más sencillo, que no requiere de recursos económicos, es la eliminación (corte) de escamas caudales. Se utilizará el sistema de marcaje propuesto por Seijas (2011).

En este sistema, se asigna un número consecutivo a cada ejemplar mediante la combinación del corte raso de las escamas de las crestas sencilla y dobles de la cola. Las unidades se encuentran en la cresta sencilla, las decenas en la cresta doble en el lado derecho y las centenas en la cresta doble en el lado izquierdo (Figura 25).



Figura 25. Método de marcaje (Seijas, 2011).

## Toma de muestra para estudios genéticos

Se puede tomar una muestra de tejido, la cual se podrá usar en futuros trabajos de taxonomía, sistemática molecular, filogenia, poblaciones y conservación.

- Si el objetivo es marcar el animal, al cortar la escama es posible realizar un corte del músculo expuesto, con un bisturí esterilizado.
- Si el objetivo no es marcar el animal, entonces se puede cortar una muestra de piel de las membranas interdigitales.
- Una vez se tenga la muestra del músculo o piel, se introduce en un vial (frasco de 2 ml) con etanol al 96%. El vial debe estar marcado con el número de campo del colector, el cual debe tener asociado los datos de la colecta (fecha, lugar, coordenada, especie).
- Se desinfecta la herida y se aplica pomada anestésica.
- Se libera al individuo en el mismo sitio de la captura.

## Morfometría

Las medidas se pueden tomar con cinta métrica; sin embargo, los ejemplares pequeños se pueden medir con mayor precisión con un calibrador. Para establecer el peso, se usa una balanza digital. Las medidas más representativas son (Figura 26).

1. Longitud total (LT): abarca la distancia entre el extremo del hocico hasta el extremo de la cola. La medida se toma ventralmente. En caso de mutilación de la cola, es importante anotar el número de crestas caudales sencillas presentes.
2. Longitud corporal (LC): tomada como la distancia entre el extremo del hocico y el borde posterior de la apertura cloacal.

3. Longitud caudal (Lca): es la distancia comprendida desde el extremo posterior de la cloaca hasta el ápice de la cola. Si la cola se encuentra mutilada, se anota la dimensión existente seguida del signo más (+). Por comodidad, se recomienda derivarla a partir de la sustracción de la longitud corporal de la longitud total.

4. Longitud cefálica (Lce): es la distancia entre el extremo del hocico y el borde posterior de la tabla craneana, siguiendo el eje medio de la cabeza.

5. Longitud del hocico (Lh): se mide como una línea recta desde el extremo del hocico hasta la esquina anterior de la órbita.

6. Ancho mayor del cráneo (Amc): se mide transversalmente entre los extremos de la tabla craneal.

7. Ancho del rostro (AR): es la distancia transversal justo al nivel anterior de las órbitas.

8. Ancho de la mandíbula a nivel de las narinas (AN): se mide transversalmente a la altura de las narinas.

9. Base de la cola (BC): se mide transversalmente a la altura de la tercera línea de escamas caudales.

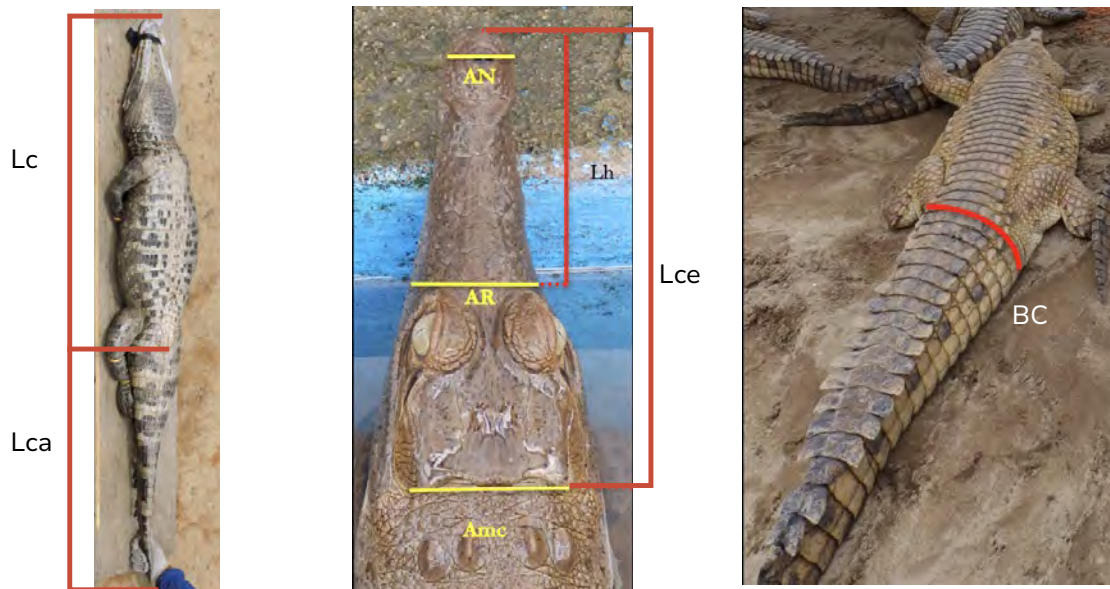


Figura 26. Medidas morfométricas.



# Aspectos reproductivos

Si bien el concepto de reproducción es bastante amplio, ya que abarca diversos temas (cortejo, cópula, madurez sexual, fecundidad, entre otros), en este caso se enfocará en el estudio de los nidos. Es importante destacar que los nidos difieren en el sitio de ubicación y forma de acuerdo con la especie.

En el caso del caimán llanero, este utiliza nidos de tipo hoyo, y la postura de huevos se da en la época seca del año: enero a marzo. Estos se pueden localizar siguiendo los rastros que se observan en las playas de arena y la de un círculo en la arena (Antelo *et al.*, 2008).

Los nidos de caimanes negros, cachirres y babillas son de tipo montículo y la postura se da en la época de aguas altas, la cual difiere entre las cuencas del Orinoco y del Amazonas. Los nidos se pueden localizar mediante la visualización

de rastros o huellas frescas en la vegetación. Las posturas de caimán negro se dan y anidan en zonas altas donde no llega directamente la luz del sol, preferiblemente en bosques inundados o en vegetación flotante (Medem, 1981). Los nidos de babillas se pueden encontrar en zonas de vegetación, bosques de galería inundable, terraplenes artificiales o en los bajos de la sabana (Antelo *et al.*, 2008).

Para los cachirres, la información es limitada, pero algunas de las observaciones indican que los nidos se ubican en el bosque de galeríaz (Medem, 1981).

Se recomienda indagar con las comunidades locales sobre los posibles sitios de postura, los cuales se visitarán para ubicar rastros que lleven a algún nido.

## Paso a paso

- Una vez ubicado el nido se registrará la siguiente información: lugar, fecha, coordenadas, localidad, especie, hábitat y forma del nido (montículo o de hoyo).
- Se toman las medidas del nido; si es un montículo, se registran el diámetro, la profundidad de la cámara de huevos y la altura desde la base del nido; si es de tipo hoyo, se registran el diámetro, altura de la cámara de huevos y profundidad de la misma (Figura 27).

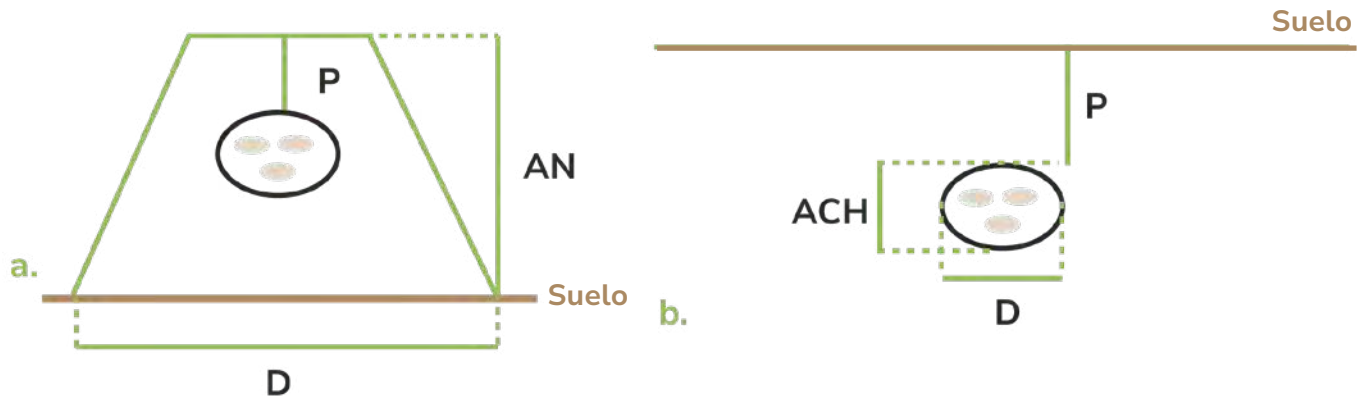


Figura 27. Medidas nidos: a) nido de montículo y b) un nido de tipo hoyo. Donde ACH= altura de la cámara de huevos, P= profundidad de la cámara de huevos, D= diámetro, AN= altura del nido. Modificado de Cedeño-Vázquez et al., (2006).

### ● Registro de la información del nido:

- Material predominante con el que está construido (hojarasca, arena o barro).
- Distancia del nido respecto a la orilla del agua (medida desde el centro del nido).
- Porcentaje de sombra que recibe (calculado considerando el área del nido como el 100% y estimando visualmente el porcentaje de sombra proporcionado por la vegetación circundante, preferiblemente al mediodía).
- Temperatura de la cámara de los huevos: para medir la temperatura sin remover totalmente la hojarasca que cubre el nido, abra un orificio en la parte media de la cámara y coloque el termómetro.

● Se registra si el nido está depredado o tiene posibilidad de inundación.

● Se excava cuidadosamente desde la parte superior, nunca desde los costados.

- Se coloca en un plástico el material que se remueve para posteriormente reacomodar todo en el mismo orden.
- Se toma cada huevo y se coloca en el plástico, siempre en la misma posición en la que fue encontrado. Se puede señalar la posición del huevo mediante una marca suave con lápiz N° 2.
- Se registra el número de huevos y se toman las medidas de los diámetros mayor y menor, y peso. Se observa el grado de desarrollo de los huevos: recién puestos son translúcidos, pero a medida que avanza el desarrollo embrionario, una banda opaca crece desde la parte central hasta que el huevo se torna completamente opaco en las fases más avanzadas del desarrollo.
- Una vez se haya registrado toda la información se deja el nido en las mismas condiciones como se encontró.

**Además del paso a paso, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:**

- Se debe tener cuidado, ya que la hembra permanece escondida y vigilante; no se debe suponer que está ausente, si no se observa a simple vista.
- En ocasiones, la hembra puede salir a defender el nido, posándose sobre el mismo para evitar que el intruso se acerque; si esto sucede, será necesario capturarla e inmovilizarla para poder manipular el nido.
- Si es posible, se hace seguimiento a los nidos para determinar la fecha de eclosión y el porcentaje de supervivencia.





Nidos tipo montículo de cachirre





Rastros y nido tipo hoyo de caimán llanero

# Hábitos alimenticios

Existen varios métodos para determinar los hábitos alimenticios de un cocodrilo. El método más usado y efectivo es la colecta de contenidos estomacales en animales vivos, mediante el lavado o *flushing* del estómago. Otro de los mecanismos es la observación directa mediante el examen del contenido estomacal realizado en laboratorio (Fitzgerald, 1989; Rice et al., 2005).

## Paso a paso

- Se sujeta al cocodrilo de la nuca a una altura que le permita al personal a cargo controlar el movimiento de la cabeza, y retirar la cinta del hocico.
- Se introduce un cilindro de PVC entre las mandíbulas y se fija firmemente con cinta aislante.
- Se pasa cuidadosamente por dentro el cilindro una manguera limpia, flexible y lubricada. Mientras se introduce la manguera se administra simultáneamente un poco de agua para expandir el esófago de manera adecuada y evitar heridas hasta que llegue al estómago.
- Se bombea agua corriente a una velocidad lenta pero constante, hasta que el cocodrilo regurgite el contenido gastrointestinal.

- Se recoge el contenido estomacal en un tamiz; si solo se observan invertebrados se almacenan en alcohol; si se obtienen porciones de vertebrados, en formalina (formaldehído al 10%).

- Se marca el respectivo frasco con la etiqueta de la información asociada a la colecta, así: código de campo, especie, responsable, localidad, fecha, coordenada.

**Además del paso a paso, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:**

- Se puede palpar el flanco izquierdo del ejemplar para asegurarse de que la manguera haya ingresado en el estómago, percibiendo así el llenado del estómago con agua.
- Se pueden tocar las narinas en el momento de bombear el agua, para forzar al individuo a cerrar la glotis. Por tanto, se previene la entrada de agua en las vías respiratorias.
- En lugares donde no sea posible conectar una manguera para el suministro de agua, se puede usar una bolsa de enema, diseñada para humanos.





# Acciones de gestión y monitoreo de vertebrados acuáticos: casos exitosos, desafíos y perspectivas

Monitorear vertebrados acuáticos no es una tarea sencilla; además de contar con metodologías estandarizadas, la logística para acceder a poblaciones de estas especies es compleja y costosa. Colombia es un país con una gran red hídrica y con dos zonas costeras de importante extensión, motivos que impiden que el monitoreo sea más ágil, más rápido.

Es fundamental la articulación y coordinación institucional en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el apoyo efectivo de los institutos de investigación, las corporaciones ambientales y, por supuesto, de la academia y las ONG. Los planes de manejo de orden nacional como el de mamíferos acuáticos, manatíes y nutrias, al igual que los de las corporaciones dan las directrices de dónde se deben realizar los monitoreos de estas especies, que en su mayoría se encuentran en categoría de amenaza.

Es importante tener información de la mayor proporción de sus áreas de distribución y hacer monitoreos consecutivos que permitan establecer si las poblaciones se encuentran estables o no (tendencias poblacionales). Este, sin duda, será un pilar en la Estrategia para la Biodiversidad que está construyendo Colombia. Se necesitan datos poblacionales para poder priorizar acciones de conservación. Las áreas protegidas y los sitios Ramsar ofrecen una oportunidad única para establecer estos procesos de monitoreo de la mano de Parques Nacionales Naturales y las autoridades ambientales a nivel regional; igualmente, a través de las estrategias complementarias de conservación en la Amazonia y Orinoquia donde existen ejercicios de gobernanza de las comunidades locales que

son muy importantes y modelos a replicar. Es importante realizar procesos de capacitación y entrenamiento tanto a guardaparques como a comunidades locales para realizar este tipo de monitoreos. Los procesos de investigación científica relacionados y los de las comunidades locales deben ser fortalecidos.

Una estrategia financiera debe garantizar que estos procesos se conviertan en programas de mediano y largo plazo y dejen de ser ejercicios aislados producto de esfuerzos puntuales de las autoridades ambientales, la academia y las ONG. En dicha estrategia financiera, los mecanismos de compensación pueden desempeñar un papel muy importante en la articulación de estas obligaciones de iniciativas productivas con las autoridades ambientales. Esto, sin duda, puede convertirse en un mecanismo que dé sostenibilidad al monitoreo de la biodiversidad del país y que involucre a todos los actores claves.





## Experiencias exitosas de monitoreo

A continuación, se presentan dos casos de monitoreo de delfines de río, uno con Corporinoquia y otro con Cormacarena, con el fin de analizar las fortalezas y las debilidades observadas al generar acciones de monitoreo y sus consecuencias.

### Operación Esperanza – Corporinoquia

El 9 de enero de 2022 se llevó a cabo una operación interinstitucional entre Corporinoquia, la Fuerza Aérea, la Armada Nacional y la Fundación Omacha para rescatar una tonina atrapada en el río Pauto, Casanare. Todo comenzó cuando la comunidad de la vereda Brisas del Pauto, en Pore, Casanare, observó a tres toninas varadas debido a un descenso rápido del nivel del agua.

Willber Rosillo, presidente de la junta de acción comunal, lideró los esfuerzos de cuidado y notificó a la autoridad ambiental, Corporinoquia. La comunidad se convirtió en guardiana de los delfines, colaborando estrechamente con los profesionales. Se realizaron exhaustivos monitoreos de la salud de las toninas por parte del veterinario Álvaro Camacho y de la bióloga Yina Marol Silva, profesionales de Corporinoquia.

El objetivo era trasladar a las toninas al río Meta, en el municipio de Orocué, a una distancia de 176 km desde el punto de varamiento. El traslado aéreo se consideró esencial para man-

tener su salud en óptimas condiciones. Esta labor coordinada involucró a la Fuerza Aérea Colombiana, la Armada Nacional y la Fundación Omacha, bajo la dirección de Corporinoquia.

A pesar de los planes iniciales para el rescate a finales de diciembre de 2021, dificultades logísticas y el clima, retrasaron la operación. Finalmente, el domingo 9 de enero de 2022, se llevó a cabo el rescate del último individuo varado. El equipo, coordinado desde la dirección de Corporinoquia a través de sus profesionales Silva y Camacho, y la Fundación Omacha representada por Fernando Trujillo, Federico Mosquera y María Jimena Valderrama y miembros de la comunidad Brisas del Pauto, se desplazó a la ribera del río Pauto. Se realizó un barrido meticuloso de la zona, utilizando una red de pesca, culminando en la captura de una tonina hembra con una longitud de 1,96 metros y 90 kg de peso y que mostraba signos de deshidratación y una condición corporal baja.

Tras estabilizarla y monitorear su salud durante 30 minutos, la tonina fue trasladada en camilla hasta el vehículo especial (La Picon), que dispone Corporinoquia y, posteriormente

fue transportada hacia la base aérea de Paz de Ariporo. Allí, un avión Caravan C-208 de la Fuerza Aérea Colombiana, adaptado para este propósito, la transportó hasta Orocué.

En este municipio, la Armada Nacional aguardaba para su traslado final al río Meta. Este rescate aéreo marcó un hito en el país al salvar la vida de un animal en peligro de extinción, representando una verdadera carrera contra el tiempo.

El estrés hídrico en el Orinoco es una amenaza latente y los escenarios de cambio climático son cada vez más alarmantes. Esto, sumado a la captación de agua para procesos agroindustriales, disminuye significativamente el caudal de los ríos, comprometiendo el sector pesquero y la supervivencia de la biodiversidad que habita estos ríos, como los delfines. Este rescate demuestra que estos casos serán cada vez más frecuentes, lo cual implica un trabajo logístico complejo, ya que el transporte de un mamífero acuático requiere mayores cuidados y logística que el de animales terrestres y además, necesita la presencia de profesionales especializados en estas especies. En esta oportunidad se resalta el trabajo cooperativo de la comunidad, las Fuerzas Militares, Corporinoquia y la Fundación Omacha.



## Seguimiento satelital – Cormacarena

En el marco del plan de manejo de los delfines de río en la zona bajo la jurisdicción de Cormacarena, el 17 de abril de 2019 se llevó a cabo una estimación de abundancia de delfines en la región de La Macarena y la instalación de dispositivos de rastreo satelital. Esta iniciativa, realizada en colaboración con la comunidad local y expertos de la Fundación Omacha, permitió el seguimiento de tres delfines: dos machos y una hembra, en la confluencia entre los ríos Losada y Guayabero.

Los delfines fueron equipados con transmisores satelitales que posibilitaron un seguimiento continuo durante 5 meses. Los resultados de este seguimiento revelaron el uso por parte de los delfines de diversas áreas claves, incluyendo la confluencia, como el cañón Yarumales, el río Losada y dos áreas protegidas: el Parque Natural Sierra de La Macarena y Tinigua. Se registró que uno de los machos alcanzó un recorrido máximo de 98,6 km.

Además, se realizó un recorrido de 247,5 km entre los municipios de La Macarena (Raudal Angosturas I) y Puerto Concordia. A partir de este estudio, se estimó una población de 87 individuos de delfines en la región.

Asimismo, como parte integral del proyecto, se llevó a cabo un programa de capacitación con 30 guías turísticos en La Macarena y 51 pes-

cadores, en el municipio de Puerto Concordia. Este programa incluyó información detallada sobre la biología, ecología, distribución, amenazas y prácticas de observación responsable de estos delfines, además de resaltar otros atractivos turísticos y ejercicios prácticos sobre observación responsable.

Este proyecto representa un paso significativo hacia la preservación de esta especie en peligro, fortaleciendo el entendimiento de su comportamiento y hábitats y fomentando prácticas sostenibles tanto entre la comunidad local como en la industria del turismo. Asimismo, se resalta la importancia del cuidado y protección de los ecosistemas donde los delfines se desarrollan. Estos entornos acuáticos no solo representan el hábitat fundamental para los delfines, sino que también albergan una diversidad de especies tanto acuáticas como terrestres.

Los ecosistemas juegan un papel fundamental en la preservación de la biodiversidad y el equilibrio ambiental de la región. Además, inciden directamente en el bienestar de las comunidades locales, las cuales se benefician de los recursos presentes en el área de estudio. En este sentido, el delfín de río se convierte en un indicador clave de la salud del ecosistema y desempeña un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio ambiental de esta área específica.





# Bibliografía

Ackerman, B. B., Davis, R. W., & Stammers, G. (2012). Manatee behavioral response to boats. *Endangered Species Research*, 17(1), 17–27.

Akamatsu, T., Wang, D., Wang, K., Li, S., Dong, S., Zhao, X., Barlow, J., Stewart, B. S., & Richlen, M. (2008). Estimation of the detection probability for Yangtze finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis*) with a passive acoustic method. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(6), 4403–4411. <https://doi.org/10.1121/1.2912449>

Álvarez, A., Castañeda, B., Marín, B., Pérez, L., Escobar, J. M., Asensio, V., Trujillo, F., & Garrote, G. (2019). ¿Cuándo usan las letrinas las nutrias gigantes de la Orinoquía? In IV Congreso Biodiversidad y Conservación de la Naturaleza. Universidad de Cádiz. <https://www.researchgate.net/publication/336242126>

Anderson, J. (2019). Machine Learning Approaches to Manatee Behavior Classification. *Journal of Wildlife Research*, 35(2), 245–260.

Antelo, R., Ayarzagüena, J., & Castroviejo, J. (2008). Biología del cocodrilo o caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela) [Tesis doctoral]. Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

Anzola, L. F., Mejía, G. D., Serrano, H. A., Clavijo, J., Velazco, H., Anzola, J., & Castro, F. A. (2012). Investigación sobre el estado actual de las poblaciones de caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) con fines de conservación y recuperación en el departamento de Arauca.

Ardila-Robayo, M. C., & Barahona, S.-L. (2002). Monitoreo poblacional de *Crocodylus intermedius* (caimán llanero) en los ríos Guayabero y Duda (municipio de la Macarena – Meta). In Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia.

Arellano Nicolás, E., Sánchez Núñez, E., & Mosquera Cabrera M.A. (2012). Distribución y abundancia de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en Tlacotalpan, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(2), 270–279.

- Baptiste, L. G., Polanco, R., Hernández, S., & Quiceno, M. P. (2002). Fauna silvestre de Colombia: Historia económica y social de un proceso de marginalización. In A. Ulloa (Ed.), *Rostros culturales de la fauna. Las relaciones entre los humanos y los animales en el contexto colombiano* (pp. 295–340). Instituto Colombiano de Antropología e Historia – ICANH.
- Barbour, R. S., Schostak, J., & Boccock, J. (2001). Living on the line: An internet survey of guys who cruise for sex. *Culture, Health & Sexuality*, *3*(3), 295–317.
- Batschelet, E. (1981). *Circular statistics in biology*. London ; New York: Academic Press.
- Bermúdez-Romero, A. L., Trujillo, F., Solano, C., Alonso, J. C., & Ceballos-Ruíz, B. L. (2010). Retos Locales y Regionales para la Conservación de la Fauna Acuática del Sur de la Amazonia Colombiana. Corpoamazonía, Instituto Sinchi, Fundación Omacha, Fundación Natura.
- Bossart, G. D. (2011). Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Veterinary Pathology*, *48*(3), 676–690. <https://doi.org/10.1177/0300985810388525>
- Botero-Botero, A., Botello, J. C., Navarrete, A. M., Murillo, O., Herrera, J. C., Ortega, L. F., Córdoba, D., Guapacha, S., Sanchez, G. C., & Ortega-Lara, A. (2019). Conocimiento y conservación de la nutria neotropical y los peces del alto Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC. Fundación FUNINDES . Fundación BIODÉS. [www.naturalezacreativa.org](http://www.naturalezacreativa.org)
- Brito, T. A., Uscategui, C., & Freitas, C. E. C. (2018). Abundance and spatial distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) in southern Brazil. *Marine Mammal Science*, *34*(2), 392–412.
- Buckland, S., Anderson, D., Burnham, K., Laake, J., & Borchers, D. (2001). Line transects. In Oxford (Ed.), *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford Academic. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/oso/9780198506492.003.0004>.
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2001). *Model Selection and Multimodel Inference*.
- Caicedo-Herrera, D., Trujillo, F., Rodríguez, C. L., & Rivera, M. (2005). Programa Nacional de Manejo y Conservación de Manatíes en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. M. (Editors), 2005. Programa Nacional de Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Fundación Omacha.



Carrasquilla. (2002). Uso de habitat, comportamiento y dieta de la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) en el río Orinoco [Tesis para optar al título de bióloga]. Universidad de los Andes.

Carter, S. K., & Rosas, F. C. W. (1997). Biology and conservation of the Giant Otter *Pteronura brasiliensis*. In *Mammal Rev* (Vol. 27, Issue 1).

CBD. (2022). Decisión adoptada por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica. Marco de Seguimiento Para El Marco de Biodiversidad de Kunming-Montreal, 1–31. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-05-es.pdf>

Cedeño-Vázquez, J. R., Ross, J. P., & Calmé, S. (2006). Population status and distribution of *Crocodylus acutus* and *C. moreletii* in southeastern quintana roo, méxico. *Herpetological Natural History*, 10(1), 53–66.

Chabreck, R. H. (1966). Methods of determining the size and composition of alligator populations in louisiana.

Chambers, R. (2006). Participatory Mapping and Geographic Information Systems: Whose Map? Who is Empowered and Who Disempowered? Who Gains and Who Loses? *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 25(1), 1–11. <https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2006.tb00163>.

CITES. (1995). CITES Identification Guide – Crocodylians: Guide to the Identification of Crocodylian Species Controlled under the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Ottawa, Ontario.

Cornwall, A., & Jewkes, R. (1995). What is participatory research? *Soc. Scz Med*, 41(12), 1667–1676.

Corpogujira, & Fundación Omacha. (2014). Plan de Manejo para la Conservación de la Nutria Neotropical (*Lontra longicaudis*) en el departamento de La Guajira. Corpogujira y Fundación Omacha. <https://www.researchgate.net/publication/318947989>

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia - Corporinoquia, Unión Temporal Aquabiósfera, & Fundación Omacha. (2019a). Plan de conservación del delfín de río o delfín rosado (*Inia geoffrensis*) para la jurisdicción de Corporinoquia. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia - Corporinoquia y la Unión Temporal Aquabiósfera y Fundación Omacha.

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia - Corporinoquia, Unión Temporal Aquabiósfera, & Fundación Omacha. (2019b). Plan de conservación del manatí antillano (*Trichechus manatus*) para la jurisdicción de Corporinoquia. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia - Corporinoquia y la Unión Temporal Aquabiósfera y Fundación Omacha.

Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS), Fundación Omacha, Caicedo-Herrera, D., Duarte Sánchez, M., Espinosa Forero, R., Mona Sanabria, Y., Rivera Quintero, L., Rosso-Londoño, M., & Simanca Lozano, Y. M. (2021). Plan de Manejo y conservación del manatí antillano *Trichechus manatus* (*Trichechus manatus*) en el Distrito Regional de Manejo Integrado y sitio Ramsar complejo de humedales de Ayapel.

Cruz-Antía, D., & Gómez, J. (2010). Aproximación al uso y tráfico de fauna silvestre en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 26, 64–94.

Cuello Núñez, S. (2017). Biocumulación, toxicidad e interacción de metilmercurio y especies de selenio [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid.

Cuello, Susana. (2017). Bioacumulación, toxicidad e interacción de metilmercurio y especies de selenio. Tesis doctoral. Universidad complutense de Madrid. Madrid. España. 274 pp.

Danilewicz, D., Tavares, M., Moreno, I. B., Ott, P. H., & Trigo, C. C. (2009). Evidence of feeding by the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in mid-latitude waters of the western South Atlantic. *Marine Biodiversity Records*, 2(e88), 1–3. <https://doi.org/10.1017/s1755267209000943>

De La Ossa, J. A., Fajardo-Patiño, A., De La Ossa-Lacayo, & Sanpedro-Marín, A. (2013). Métodos de campo. In M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, V. De La Ossa, & A. Fajardo-Patiño (Eds.), VIII. *Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia* (pp. 39–68). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Domning, D. (2015). Ecological Roles of West Indian Manatees in Florida Seagrass Communities: Determining Optimal Foraging Models. *Aquatic Mammals*, 41(1), 60–83.

Donadio, A. (1978). Some Comments on Otter Trade and Legislation in Colombia (N. Duplaix, Ed.; pp. 34–42). Otters, Proceedings IUCN Otter Specialist Group Meeting, IUCN Publication, New Series.

- Duplaix, N. (1980). Observations on the ecology and behavior of the Giant River Otter *Pteronura brasiliensis* in Suriname. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*, 34(4), 495–620. <https://doi.org/10.3406/rev.1980.4073>
- Erbs, F., Gaona, M., van der Schaar, M., Zaugg, S., Ramalho, E., Houser, D., & André, M. (2023). Towards automated long-term acoustic monitoring of endangered river dolphins: a case study in the Brazilian Amazon floodplains. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36518-1>
- Espinosa, A., & Seijas, A. E. (2010). Uso de hábitat entre cocodrilos en el sistema del río Cojedes, Venezuela. *Revista Latinoamericana de Conservación*, 1(2), 112–119.
- Fitzgerald, L. A. (1989). Society for the Study of Amphibians and Reptiles An Evaluation of Stomach Flushing Techniques for Crocodylians. In *Source: Journal of Herpetology* (Vol. 23, Issue 2). <http://www.jstor.orgURL:http://www.jstor.org/stable/1564024>
- Fundación Omacha. (2017). Monitoreo poblacional y estrategias para la conservación de la Nutria Gigante (*Pteronura brasiliensis*) (Carnívora: Mustelidae) en la reserva Bojonawi (Vichada, Colombia).
- García, A., Smith, D., & Turner, L. (2020). Habitat Preferences of West Indian Manatees in the Gulf of Mexico. *Marine Ecology*, 30(2), 145–160.
- García, F., Brown, M., & Miller, H. (2017). Spatial Regression Analysis of Manatee Distribution. *Environmental Science*, 28(5), 601–615.
- García-Rodríguez, A. I., Mignucci-Giannoni, A. A., & Jiménez-Marrero, N. M. (2018). Habitat Use of Antillean Manatees in Puerto Rico: Implications for Conservation. *Aquatic Mammals*, 44(5), 534–544.
- Garrote, G., Castañeda, B., Escobar, J. M., Pérez, L., Marín, B., Terán, J., & Trujillo, F. (2021). Giant otter *Pteronura brasiliensis* density and abundance in Llanos Orientales de Colombia in the Orinoco basin. In *ORYX* (Vol. 55, Issue 5, pp. 779–782). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0030605320000058>
- Gómez-Salazar, C., Trujillo, F., Portocarrero-Aya, M., & Whitehead, H. (2012a). Population, density estimates, and conservation of river dolphins (*Inia* and *Sotalia*) in the Amazon and Orinoco river basins. *Marine Mammal Science*, 28(1), 124–153. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2011.00468.x>



Gómez-Salazar, C., Trujillo, F., & Whitehead, H. (2012b). Ecological factors influencing group sizes of river dolphins (*Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*). *Marine Mammal Science*, 28(2). <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2011.00496.x>

González Niño, S. N. (2020). Revisión de las técnicas para la caracterización de la dieta en mamíferos dulceacuícolas, ¿Hacen uso de herramientas moleculares? Pontificia Universidad Javeriana.

Gorman, M. L., & Trowbridge, B. J. (1989). The Role of Odor in the Social Lives of Carnivores. In J. L. Gittleman (Ed.), *Carnivore behavior, Ecology, and Evolution*. Springer Science+Business Media Dordrecht.

Groenendijk, J., Duplaix, N., Hajek, F., Schenck, C., & Staib, E. (2006). Standard Field Survey Techniques for the Giant Otter (SFST-GO). In J. Groenendijk, F. Hajek, N. Duplaix, C. Reuther, P. van Damme, C. Schenck, E. Staib, R. Wallace, H. Waldemarin, R. Notin, M. Marmontel, F. Rosas, G. Ely de Mattos, E. Evangelista, V. Utreras, G. Lasso, H. Jacques, K. Matos, I. Roopsind, & J. C. Botello (Eds.), *Surveying and monitoring distribution and population trends of the giant otter (Pteronura brasiliensis)* (1st ed.). Zoologischen Gesellschaft Frankfurt.

Hammond, P. S., Mizroch, S. A., & Donovan, G. P. (1990). Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters : incorporating the proceedings of the Symposium and Workshop on Individual Recognition and the Estimation of Cetacean Population Parameters. International Whaling Commission.

Hunn, E. S. (2002). Evidence for the Precocious Acquisition of Plant Knowledge by Zapotec Children. In J. R. Stepp, F. S. Wyndham, & R. K. Zarger (Eds.), *Ethnobiology and Biocultural Diversity: Proceeding of the 7th International Congress of Ethnobiology* (pp. 604–613). Athens: University of Georgia Press.

Hunter, M. E., Auil-Gomez, N. E., Tucker, K. P., Bonde, R. K., Powell, J., & McGuire, P. M. (2010). Low genetic variation and evidence of limited dispersal in the regionally important Belize manatee. *Animal Conservation*, 13(6), 592–602. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2010.00383.x>

Hurlbert, S. H. (1978). The Measurement of Niche Overlap and Some Relatives. *Ecological Society of America*, 59(1), 67–77.

Janik, V. M. (2009). Acoustic Communication in Delphinids. In *Advances in the Study of Behavior* (Vol. 40, pp. 123–157). [https://doi.org/10.1016/S0065-3454\(09\)40004-4](https://doi.org/10.1016/S0065-3454(09)40004-4)

- Johnson, E., García, F., & Turner, L. (2021). Correlation of Manatee Behavior with Environmental Variables. *Marine Ecology Journal*, 18(1), 87–102.
- Jones, A., Smith, B., & Williams, C. (2018). Temporal Patterns in Manatee Behavior. *Journal of Marine Biology*, 25(4), 567–580.
- Jones, R., & Brown, M. (2019). Calibrating Acoustic Instruments for Marine Research. *Journal of Acoustical Oceanography*, 25(4), 321–335.
- Kruuk, H. (2006). *Otters: Ecology, behaviour and conservation*. Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198565871.001.0001>.
- Kusenbach, M. (2003). Ethnography Street phenomenology The go-along as ethnographic research tool. In [www.sagepublications.com](http://www.sagepublications.com) (Vol. 4, Issue 3). <http://about.jstor.org/terms>
- Langtimm, C. A., Beck, C. A., & Edwards, E. F. (2012). Standardized Manatee Observations in Florida: January 2012 Update.
- Leuchtenberger, C., Zucco, C. A., Ribas, C., Magnusson, W., & Mourão, G. (2014). Activity patterns of giant otters recorded by telemetry and camera traps. *Ethology Ecology and Evolution*, 26(1), 19–28. <https://doi.org/10.1080/03949370.2013.821673>.
- Llobet, A., & Seijas, Andrés. E. (2003). Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Capanaparo, Venezuela. In R. Polanco-Ochoa (Ed.), *Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica* (pp. 117–129). Selección de trabajos V Congreso Internacional, CITES, Fundación Natura.
- Lund, U., Agostinelli, C., Arai, H., García-Portugués, E., Giunchi, D., Irisson, J. O., Pocernich, M., & Rotolo, F. (2023). Package “circular.”
- Macdonald, D. W. (1980). Patterns of Scent Marking with Urine and Faeces Amongst Carnivore Communities. In *Symp. zool. Soc. Land* (Issue 45).
- Marmontel, M., Reid, J., Sheppard, J. K., Morales-Vela, B., Hines, E. M., Reynolds, J. E., & Aragones, L. V. (2012). Tagging and movement of sirenians. *Sirenian Conservation: Issues and Strategies in Developing Countries*.

Marsh, H., O'Shea, T. J., & Reynolds III, J. E. (2011). Ecology and Conservation of the Sirenia. In Ecology and Conservation of the Sirenia. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139013277>

Martin, A. R., & Da Silva, V. M. F. (2004). River dolphins and flooded forest: Seasonal habitat use and sexual segregation of botos (*Inia geoffrensis*) in an extreme cetacean environment. *Journal of Zoology*, 263(3). <https://doi.org/10.1017/S095283690400528X>

Martin, A. R., & Da Silva, V. M. F. (2022). Amazon river dolphins *Inia geoffrensis* are on the path to extinction in the heart of their range. *ORYX*, 56(4), 587–591. <https://doi.org/10.1017/S0030605320001350>

May-Collado, L. J., & Wartzok, D. (2008). A comparison of bottlenose dolphin whistles in the atlantic ocean: Factors promoting whistle variation. *Journal of Mammalogy*, 89(5), 1229–1240. <https://doi.org/10.1644/07-MAMM-A-310.1>

Medem, F. (1981). Los Crocodylia de Sur América (Vol. 1). Ministerio de Educación Nacional, Colciencias.

Mendoza, E. de A., & Padilla Puerta, A. (2010). Estudio poblacional; distribución, abundancia y caracterización acuática del hábitat del perro de agua (*Pteronura brasiliensis*) en el área de Caño Limón y su zona de influencia.

Morales-Betancourt, M. A., Córdoba, D., & Lasso, C. A. (2017). XVI. Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuática amenazada en Colombia: moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocódilidos, aves y mamíferos. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Barrera, B., & Sánchez, E. (2016). Plan de manejo de los delfines de río en el área de jurisdicción de Cormacarena. Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial La Macarena -Cormacarena-, Villavicencio, Meta y la Fundación Omacha.

Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Diaz-Granados, M. C., & Mantilla-Meluk, H. (2015). Conservación de delfines de río (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*) en los ecosistemas acuáticos de la Amazonia y Orinoquia en Colombia. *Momentos de Ciencia*, 12(2), 65–75.



Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Parks, D., Oliveira-da-Costa, M., Usma, S., Willems, D., Maldonado, R., Amorocho, D., Berg, K., Armenteras-Pascual, D., Van Damme, P.A., Sainz, L., Franco, N., Mantilla-Meluk, H., Carvajal-Castro, J.D., Cambell, E., Cordova, L., Echeverria, A., Caballero, S., Marmontel, M. (2018a). Presence of mercury in river dolphins (*Inia* and *Sotalia*) in the Amazon and Orinoco basins: evidence of a growing threat for these species. SC/67B/SM/16. Bled, Slovenia.

Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Parks, D., Oliveira-da-Costa, M., Van Damme, P. A., Echeverría, A., Franco, N., Carvajal-Castro, J. D., Mantilla-Meluk, H., Marmontel, M., & Armenteras-Pascual, D. (2019). Mercury in Populations of River Dolphins of the Amazon and Orinoco Basins. *EcoHealth*, 16(4), 743–758. <https://doi.org/10.1007/s10393-019-01451-1>

Nassar-Montoya, F. (2000). Actitud y pensamiento sobre la fauna silvestre en Colombia. In F. Nassar-Montoya & R. Crane (Eds.), *Actitudes hacia la fauna en Latinoamérica* (pp. 27–43). Bogotá: Humane Society International/Humane Society Press/Centro de Primatología Araguatos.

Nivelo-Villavicencio, C., Sánchez-Karste, F., Espinoza, N., Siddons, D., & Fernández de Córdoba, J. (2020). La nutria neotropical *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae) en los Andes al sur de Ecuador. *Notas Sobre Mamíferos Sudamericanos*, 01(1), 001–006. <https://doi.org/10.31687/saremnms.20.0.12>

Oswald, J. N., Banlow, J., & Norris, T. F. (2003). Acoustic identification of nine delphinid species in the eastern tropical Pacific Ocean. *Marine Mammal Science*, 19(1), 20–37.

Paschoalini Frias, M. (2019). Estimación dos parâmetros populacionais de densidade e abundância para os golfinhos de rio da América do Sul boto (*Inia* spp.) e tucuxi (*Sotalia fluviatilis*): aperfeiçoamento do método e abordagens ecológicas [Estimating density and population size for South American river dolphins boto and tucuxi: improving methods and ecological approaches] [PhD Thesis]. Universidade Federal de Juiz de Fora.

Pascual, U., McElwee, P. D., Diamond, S. E., Ngo, H. T., Bai, X., Cheung, W. W. L., Lim, M., Steiner, N., Agard, J., Donatti, C. I., Duarte, C. M., Leemans, R., Managi, S., Pires, A. P. F., Reyes-García, V., Trisos, C., Scholes, R. J., & Pörtner, H. O. (2022). Governing for Transformative Change across the Biodiversity-Climate-Society Nexus. *BioScience*, 72(7), 684–704. <https://doi.org/10.1093/biosci/biac031>

Peluso, N. L., & Vandergeest, P. (2001). Genealogies of the Political Forest and Customary Rights in Indonesia, Malaysia, and Thailand. *The Journal of Asian Studies*, 60(3), 761–812. <https://doi.org/10.2307/2700109>

Peña, J., Morales-Betancourt, D., Galvis, C., Medina-Barrios, O., Garrote, G., Valderrama, J., & Trujillo, F. (2020). *Pteronura brasiliensis* protocolo rehabilitación manejo nutrias gigantes. Fundación Omacha, Fundación Zoológico de Cali, IBICO, Zoológico de Barcelona.

Pérez, J. (2017). Integration of Echosounder Data and Telemetry in Manatee Research. *Aquatic Conservation*, 22(3), 275–290.

Perini, A. A., Vieira, E. M., & Schulz, U. H. (2009). Evaluation of methods used for diet analysis of the neotropical otter *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae) based on spraints. *Mammalian Biology*, 74(3), 230–235. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2008.11.005>

Priede, I. G. (1992). *Wildlife telemetry: Remote monitoring and tracking of animals* (I. G. Priede & S. M. Swift, Eds.).

R Core Team. (2020). *Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.

Reed, M. S. (2008). Collaborative environmental management: What roles for government? *Journal of Environmental Management*, 90(8), 2103–2113.

Rice, A. N., Ross, J. P., Finger, A. G., & Owen, R. (2005). Application and evaluation of a stomach flushing technique for alligators. *Herpetological Review*, 36(4), 400–401.

Ridout, M. S., & M. Linkie. (2017). *overlap: Estimates of Coefficient of Overlapping for Animal Activity Patterns* (Versión 0.3.0). <https://cran.rproject.org/web/packages/overlap/index.html>.

Rodríguez, M. A. (2000). Estado y distribución de los Crocodylia en Colombia: compilación de resultados del censo nacional. 1994 a 1997.

Rodríguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., Trujillo, F., & Jorgenson, J. (2006). Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. In Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. In Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.

Rostain, R. R., Ben-David, M., Groves, P., & Randall, J. A. (2004). Why do river otters scent-mark? An experimental test of several hypotheses. *Animal Behaviour*, 68(4), 703–711. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.10.027>

Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., Rhodin, A. G. J., de la Ossa-Velásquez, J., Rueda, J. N., & Mittermeier, C. G. (2007). Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. In R. A. Mittermeier & A. Rylands (Eds.), Serie de guías tripicales de campo N° 6 (p. 538). Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos.

Ruiz Chaves, I. (2016). Metodologías analíticas utilizadas actualmente para la determinación de mercurio en músculo de pescado. *Revista Pensamiento Actual*, 16(26), 113–122.

Sánchez-Clavijo, L. M., Gómez-Valencia, B., Londoño-Murcia, M. C., Martínez-Callejas, S. J., Ochoa-Quintero, J. M., Restrepo-Isaza, A., Soto-Vargas, C., Díaz Pulido, A., Rodríguez Buriticá, S., & Cruz Rodríguez, C. A. (n.d.). El ciclo de monitoreo como herramienta para evaluar la biodiversidad. In L. M. Sánchez-Clavijo, B. Gómez-Valencia, M. C. Londoño-Murcia, S. J. Martínez-Callejas, A. Restrepo-Isaza, C. Soto-Vargas, & J. M. Ochoa-Quintero (Eds.), *Manual para el monitoreo y evaluación de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. En Prensa.

Sánchez Herrera, O., López Segurajáuregui, G., García Naranjo Ortiz de la Huerta, A., & Benítez Díaz, H. (2011). Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. <https://www.researchgate.net/publication/327634380>

Schenck, C., & Staib, E. (1995). The giant otter project in Peru 1995. In IUCN Otter Spec. Group Bull (Vol. 12).

Schweizer, J. (1992). Ariranhas no Pantanal: Ecología e comportamento de *Pteronura brasiliensis*. Curitiba, Paraná: Edibran-Editora Brasil Natureza Ltda.

Seijas, A. E. (2011). Los Crocodylia de Venezuela: Ecología y Conservación. Academia de Ciencias, Físicas, Matemáticas y Naturales. <https://www.researchgate.net/publication/319938689>

SEMARNA. (2020). Programa de Acción para la Conservación de la Especie Manatí de las Antillas (*Trichechus manatus manatus*). [www.gob.mx/semarnat](http://www.gob.mx/semarnat)

Silva, R., Rosas, F. C. W., & Zuanon, J. (2014). Feeding ecology of the giant otter (*Pteronura brasiliensis*) and the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) in Jaú National Park, Amazon, Brazil. *Journal of Natural History*, 48, 465–479.



Smith, B. (2018). Selecting the Right Echosounder for Marine Mammal Research. *Marine Technology*, 41(1), 45–58.

Smith, D., & Brown, M. (2020). Diurnal Variations in Manatee Activity. *Environmental Ecology*, 12(3), 112–125.

Staib, E. (2005). Eco-etología del Lobo de Río (*Pteronura brasiliensis*) en el Sureste del Perú [PhD Dissertation]. Sociedad Zoológica de Francfort Perú.

Thorbjarnarson, J. B. (1987). Status, ecology and conservation of the Orinoco crocodile. Fundación para la Defensa de la Naturaleza (Venezuela).

Thorbjarnarson, J. B., & Hernández, G. (1993). Reproductive ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. *Journal of Herpetology*, 27(4), 363–370.

Trujillo, F. (1994). The use of photoidentification to study the Amazon river dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Colombian Amazon. *Marine Mammal Science*, 10(3), 348–353.

Trujillo, F. (2006). Perro de agua, *Pteronura brasiliensis*. In J. V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, & J. Jorgenson (Eds.), *Libro rojo de los mamíferos de Colombia* (p. 433). La Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.

Trujillo, F. (2009). Biodiversidad colombiana y Tráfico de Especies. In Plan Lector Voluntad PVL (p. 96).

Trujillo y A. Rial (eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.

Trujillo, F., Alonso, J. C., Diazgranados, M. C., & Gómez, C. (2008a). Fauna acuática amenazada en la Amazonía Colombiana. a. Análisis y propuestas para su conservación. Fundación Omacha, Fundación Natura, Instituto SINCHI, CorpoAmazonía.

Trujillo, F., Caicedo, D., Castelblanco, N., Kendall, S., & Holguin, V. (2006a). Manatí del Caribe *Trichechus manatus*. In J. V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, & J. Jorgenson (Eds.). Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Trujillo, F., Caicedo-Herrera, D., & Mosquera-Guerra, F. (2016). Plan de manejo para la conservación de las nutrias (*Lontra longicaudis* y *Pteronura brasiliensis*) en Colombia.

Trujillo, F., Caro, A., Martínez, S., & Rodríguez-Maldonado, M. V. (2014). Negative interactions between giant otters (*Pteronura brasiliensis*) and local fisheries in the Amazon and Orinoco basins in Colombia. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 10(2).

Trujillo, F., Diazgranados, M. C., & Caicedo-Herrera, D. (2006b). Mamíferos de agua dulce. In Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998 - 2004. (Tomo 2, pp. 230–240). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Trujillo, F., Gärtner, A., Caicedo, D., & Diazgranados, M. C. (2013). Diagnóstico del estado de conocimiento y conservación de los mamíferos acuáticos en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Omacha, Conservación Internacional y WWF.

Trujillo, F., Gómez, C. y J. Alonso. 2008. Evaluación de las concentraciones de mercurio en peces de interés comercial, como indicadores de contaminación en el río Amazonas. Pp. 84-90. En Trujillo, F., Alonso, J.C., Diazgranados, M.C., y C. Gómez (eds) 2008. Fauna acuática amenazada en la Amazonía colombiana. Análisis y propuestas para su conservación.

Trujillo, F., Kendall, S., Orozco, D., & Castelblanco, N. (2006c). Manatí Amazónico *Trichechus inunguis*. In J. V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, & J. Jorgenson (Eds.), Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia (pp. 167–172). Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Trujillo, F., Lasso, C., Diazgranados, M., Farina, O., Pérez, L., Barbarino, A., Gonzalez, M. 2010. Evaluación de la contaminación por mercurio en peces de interés comercial y de la concentración de organoclorados y organofosforados en el agua y sedimentos de la Orinoquia. Cap 11. Pp. 338-355. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F.

Trujillo, F., & Mosquera-Guerra, F. (2018). Nutrias de la Orinoquia colombiana. Cepsa y Fundación Omacha.

- Trujillo, F., Mosquera-Guerra, F., & Franco, N. (2019). River dolphins: Species that indicate the state of health of the aquatic ecosystems of the Amazon and Orinoco regions. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43(167), 199–211. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.765>
- Trujillo, F., Portocarrero, M., & Gómez, C. (2008b). Plan de Manejo y Conservación de Especies Amenazadas en la Reserva de Biosfera El Tuparro: Delfines de río, Manatíes, Nutrias, Jaguares y Tortugas del género *Podocnemis*. (F. Trujillo, M. Portocarrero, & C. Gómez, Eds.). Proyecto Pijiwi Orinoko (Fundación Omacha- Fundación Horizonte Verde) Forest Conservation Agreement.
- Trujillo, Fernando., Crespo, E., Van Damme, P., & Usma, J. S. (2011). Plan de acción para la conservación de los delfines de río en Sudamérica: Resumen ejecutivo y avances 2010-2020. WWF, Fundación Omacha, WDS, WDCS, Solama.
- Turner, L. (2016). Predictive Modeling of Manatee Habitat Using Environmental Variables. *Aquatic Conservation*, 22(4), 512–528.
- Turner, L., & Robinson, S. (2021). Spatial Analysis of Manatee Distribution using Echosounder Data. *Journal of Marine Science*, 28(5), 601–615.
- Velandia Barragán, C. A., & Vásquez Torres, L. M. (2015). Estudio de la ecología alimentaria de *Pteronura brasiliensis*, mediante la investigación acción i-a como estrategia de conservación en la laguna Santa Rosa de Sapuara, departamento de Guainía (Orinoquia Colombiana) [Proyecto Curricular Licenciatura En Biología]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Ciencias y Educación .
- Velasco, D. M. (2004). Valoración Biológica y cultural de la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) en la zona de influencia de Puerto Carreño, Vichada, Colombia [Tesis para optar al título de ecóloga]. Universidad Javeriana.
- Walsh, B. (1987). Crocodile capture methods used in the Northern Territory of Australia. In G. J. Webb, W. S. Manolis, & P. J. Whitehead (Eds.), *Wildlife Management: Crocodiles and Alligators* (pp. 249–252). Surrey Beatty and Sons.
- Webb, G. J., & Messel, H. (1977). Crocodile Capture Techniques. In *Source: The Journal of Wildlife Management* (Vol. 41, Issue 3). <http://www.jstor.org>



Wells, R. S., Rhinehart, H. L., Hansen, L. J., Sweeney, J. C., Townsend, F. I., Stone, R., Casper, D. R., Scott, M. D., Hohn, A. A., & Rowles, T. K. (2004). Bottlenose Dolphins as Marine Ecosystem Sentinels: Developing a Health Monitoring System. *EcoHealth*, 1(3). <https://doi.org/10.1007/s10393-004-0094-6>

Williams, C., & Johnson, E. (2016). Acoustic Signatures of Manatee Feeding Behavior. *Aquatic Biology*, 20(2), 112–128.

Williams, R., Moore, J. E., Gomez-Salazar, C., Trujillo, F., & Burt, L. (2016). Searching for trends in river dolphin abundance: Designing surveys for looming threats, and evidence for opposing trends of two species in the Colombian Amazon. *Biological Conservation*, 195, 136–145. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.037>



---

# Monitoreo

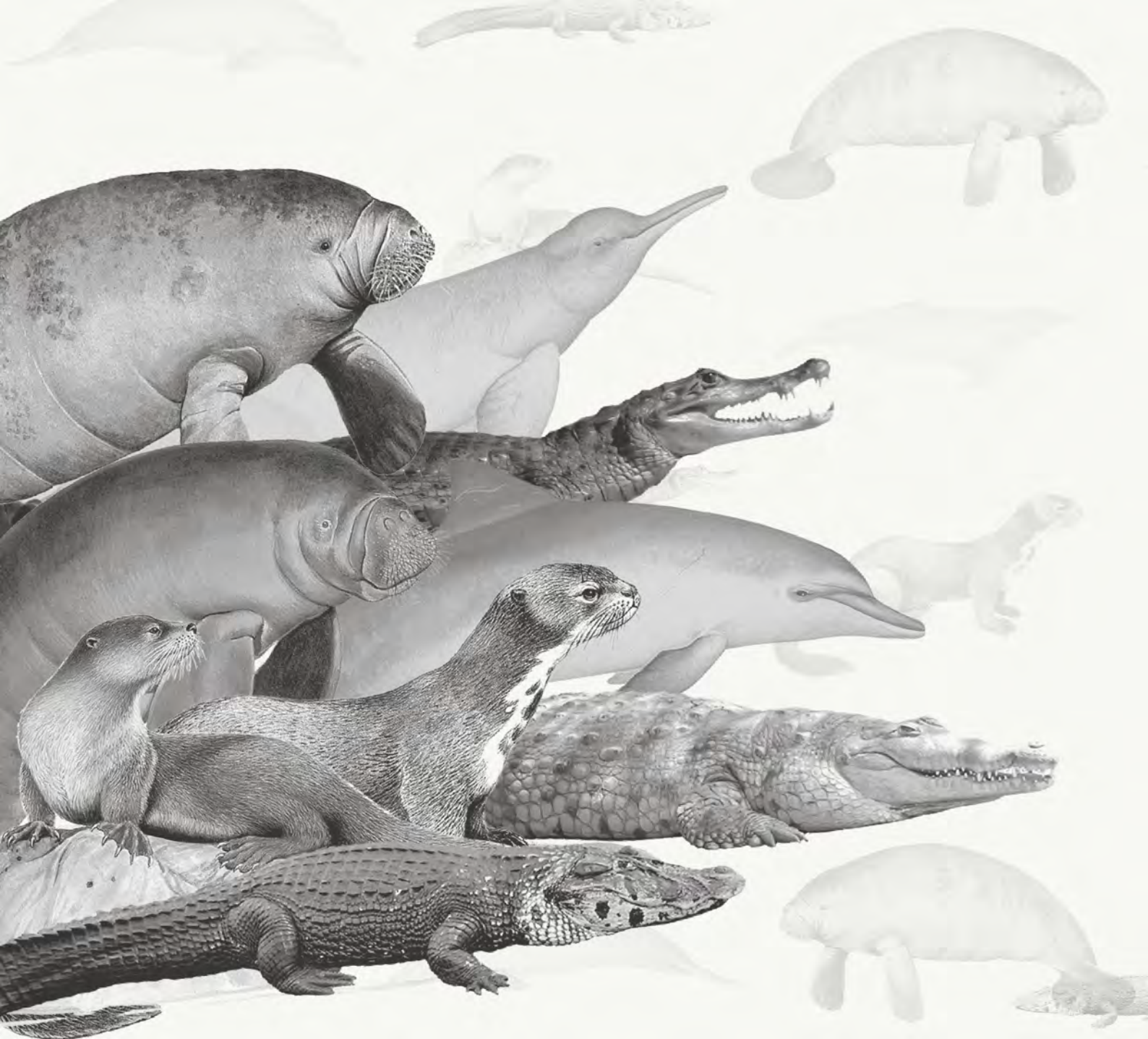
de vertebrados acuáticos

# amenazados en

la Amazonia y Orinoquia colombiana

---







---

# Monitoreo

de vertebrados acuáticos  
**amenazados en**  
la Amazonia y Orinoquía colombiana

---





ISBN: 978-628-7553-13-2



---

**Monitoreo**  
de vertebrados acuáticos  
**amenazados en**  
la Amazonia y Orinoquia colombiana

---