

**ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y FORMULACIÓN DE UN ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE *SOTALIA GUIANENSIS***

DANNA XIMENA CARDENAS ORTIZ

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
ÁREA ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ D.C
2025**

**ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y FORMULACIÓN DE UN ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE *SOTALIA GUIANENSIS***

DANNA XIMENA CARDENAS ORTIZ

Plan de Trabajo Profesionalmente para optar al título de Biólogo Marino

ANDRÉS FRANCO HERRERA

JOSÉ MANUEL ÁVILA OLARTE

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
ÁREA ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ D.C
2025**

INTRODUCCIÓN

La pasantía se orientó al fortalecimiento de las competencias investigativas mediante la revisión, análisis y sistematización de información científica sobre el delfín de Guyana (*Sotalia guianensis*). Este proceso tuvo como objetivo principal recopilar y organizar información publicada en revistas científicas y bases de datos académicas, con el fin de establecer una base sólida para futuras investigaciones sobre la especie.

Durante el desarrollo de las actividades se consultaron tres fuentes principales: Journal of Mammalogy, Mammalian Biology y Scopus. Donde se trabajaron 15 artículos que abordaban distintos aspectos biológicos, ecológicos y de conservación de género *Sotalia*.

A partir de la revisión de la literatura se completo una base de datos en Excel estructurada con múltiples categorías temáticas que abarcan desde distribución y uso de hábitat, hasta fisiología, comportamiento, genética y conservación. Esta base permitirá identificar qué aspectos del género se han estudiado, en qué regiones geográficas y cuáles presentan vacíos de información.

A partir de este proceso se elaboraron dos principales productos el primero un artículo de revisión, enfocado en la bioacústica de los delfines costeros, con énfasis en *Sotalia guianensis* y el segundo un anteproyecto, centrado en la bioacústica de las poblaciones de *Sotalia guianensis* en el Golfo de Morrosquillo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se logró la consolidación de una base de datos en Excel que compila la información disponible sobre el género *Sotalia*. Para ellos se analizaron 15 artículos: cinco de la revista Journal Mammalogy, tres de Mammalian biology y siete de Scopus. La matriz resultante incluyó variables como país, tipos de documento, autores, año de publicación, área de distribución, uso del hábitat, movimientos, abundancia, comportamiento, fisiología, genética, conservación y otros aspectos relevantes para la comprensión de la especie. Este ejercicio permitió identificar los enfoques más estudiados sobre *Sotalia*, así como los vacíos de información que hay.

A partir del análisis bibliográfico se seleccionó un tema interés del cual se elaboró un artículo de revisión titulado “Comunicación acústica y comportamientos asociados de delfines costeros con énfasis en la especie *Sotalia guianensis*: una revisión” (Anexo 1), en el cual se integró información recopilada sobre los estudios acústicos realizados con *S. guianensis* y otras especies de delfines costeros y cómo esto se relacionaba con los comportamientos o distribución geográfica (Anexo 2).

Así mismo se desarrolló un anteproyecto de investigación “Variación acústica y patrones de comportamiento del delfin Guyana (*Sotalia guianensis*) en el Golfo de Morrosquillo”, que propone un estudio enfocado en la caracterización acústica y comportamental de la especie en el contexto local. Los productos finales derivados del proceso se presentan como anexos de este informe.

CONCLUSIONES

La pasantía representó una oportunidad para integrar y aplicar habilidades investigativas a través de la revisión bibliográfica y la construcción de una base de datos del género *Sotalia*. La elaboración del artículo de revisión permitió conocer los estudios realizados en *Sotalia guianensis* y otros delfines costeros, mientras que el desarrollo del anteproyecto estableció las bases para una futura investigación en las poblaciones residentes de *Sotalia guianensis* en el Golfo de Morrosquillo.

En conjunto, el proceso fortaleció la capacidad de análisis crítico, organización de información científica y formulación de proyectos de investigación, aspectos esenciales en formación profesional de un biólogo.

ANEXOS 1. Artículo de revisión

Comunicación acústica y comportamientos asociados de delfines costeros con énfasis en la especie *Sotalia guianensis*: una revisión

Acoustic communication and associated behaviors of coastal dolphins with emphasis on the species *Sotalia guianensis*: a review

Cárdenas, Danna

Resumen

Los sonidos desempeñan un papel crucial en la ecología y el comportamiento de los delfines costeros, permitiéndoles comunicarse, orientarse y coordinarse durante actividades sociales, alimenticias y de desplazamiento. Esta revisión analiza las características acústicas de los silbidos y otros sonidos emitidos por los delfines costeros, con un énfasis en *Sotalia guianensis*. Se recopilaron y analizaron 11 estudios publicados entre 2003 y 2023, incluyendo especies como *Tursiops truncatus*, *Stenella spp* y *Delphinus delphis*. Los resultados muestran que los delfines presentan repertorios acústicos adaptativos, con frecuencias entre 6 y 56.6 kHz y duraciones de 0.02 s a 1.05 s, variando según el comportamiento, el contexto social, factores ambientales y las perturbaciones antropogénicas. En cuanto a *Sotalia guianensis* emite silbidos de muy alta frecuencia, asociados a su comunicación y estrategia de evasión de interferencias acústicas. Se concluye es importante empezar a estudiar las poblaciones de *S. guianensis* en su área de distribución que integren información acústica, conductual y ambiental.

Palabras clave: Delfines costeros, bioacústica, comportamiento, *Sotalia guianensis*.

Abstract

Sounds play a crucial role in the ecology and behavior of coastal dolphins, allowing them to communicate, orient, and coordinate during social, feeding, and movement activities. This review analyzes the acoustic characteristics of whistles and other sounds emitted by coastal dolphins, with an emphasis on *Sotalia guianensis*. Eleven studies published between 2003 and 2023 were compiled and analyzed, covering species such as *Tursiops truncatus*, *Stenella spp.*, and *Delphinus delphis*. The results show that dolphins present adaptive acoustic repertoires, with frequencies between 6 and 56.6 kHz and durations of 0.02 s to 1.05 s, varying according to behavior, social context, environmental factors, and anthropogenic disturbances. *Sotalia guianensis* emits very high-frequency whistles, associated with its communication and acoustic interference avoidance strategy. It is concluded that it is important to begin studying the populations of *S. guianensis* in its distribution area, integrating acoustic, behavioral and environmental information.

Keywords: Coastal dolphins, bioacoustics, behavior, *Sotalia guianensis*.

Introducción

Los sonidos desempeñan un papel fundamental en la ecología y el comportamiento de numerosos organismos marinos, al permitirles identificar presas, evitar a los depredadores, comunicarse, reproducirse, navegar y orientarse su entorno (Montgomery y Radford, 2017). Sin embargo, la producción y transmisión de estos sonidos se pueden ver afectadas por factores bióticos, abióticos y antropogénicos, variando según la especie, generando lo que se conoce como genotipo acústico individual (Nowacek, 2005).

Los factores bióticos, como la presencia de depredadores o presas, puede modificar las vocalizaciones y genera variaciones en la actividad acústica. Los factores abióticos, como los cambios en la temperatura, el pH o la profundidad, influyen en la producción acústica afectando a la transmisión y recepción de los sonidos. Por otro lado, los factores antropogénicos, especialmente el ruido generado por actividades humanas, afectan la expresión de los patrones acústicos (Pace et al., 2024).

Dentro de los mamíferos marinos, los delfínidos producen una variedad de emisiones acústicas, utilizadas en diferentes contextos de comportamiento. Estas se dividen en dos grandes categorías: silbidos y sonidos pulsados, como clics y ráfagas de pulsos (De Andrade et al., 2014). Los silbidos suelen tener frecuencias entre 800 Hz y 28,5 kHz, con duraciones entre los 100 ms y 4 s (Schultz y Corkeron, 1994). Estos sonidos se utilizan en contextos sociales como la coordinación grupal, las actividades conductuales y la identificación individual. Se ha demostrado que los silbidos muestran variaciones entre especies y poblaciones (Ding et al., 1995). Estas variaciones están relacionadas con factores como el comportamiento, el tamaño corporal, la etapa de aprendizaje y las adaptaciones al hábitat.

El delfín costero o delfín de Guyana (*Sotalia guianensis*) muestra una gran variación de silbidos entre las poblaciones, algunas emiten silbidos con frecuencias de hasta 23.99 KHz y otras hasta 48.4 KHz (May-Collado, 2013). Esta variación se ha explicado en términos de distancia entre poblaciones. Sin embargo, es importante destacar que la capacidad de detectar estas frecuencias más altas depende de la banda ancha de los equipos de grabación utilizados, lo que sugiere que estudios anteriores podrían haber subestimado el rango completo de los silbidos de esta especie (May-Collado y Wartzok, 2009). Realizar comparaciones de los silbidos ayuda a relevar características distintivas de cada población y diferentes aspectos de la ecología (De Andrade et al., 2014).

Por otro lado, el tráfico de las embarcaciones motorizadas es una de las principales fuentes de perturbación acústica para los cetáceos (Nowacek, 2005). Las lanchas a motor aumentan el nivel de ruido en el océano y cambian el entorno acústico (Henderson et al., 2011). En el caso de los delfines de Guyana, esta exposición al ruido provoca una disminución en la frecuencia respiratoria y un aumento en la sincronía respiratoria (Santos, 2013). Además, el acercamiento continuo de embarcaciones ruidosas promueve ajustes en el uso y comportamiento de su hábitat (Barbosa et al., 2019).

En este contexto es importante comprender las características acústicas y comportamentales de los delfines costeros especialmente de *Sotalia guianensis*, especie que, según la UICN se encuentra

clasificada como con datos insuficientes. Por ello, la presente revisión busca responder a la pregunta: ¿Qué características tienen los sonidos emitidos por delfines costeros, con énfasis en los de la especie *Sotalia guianensis*, de acuerdo con sus tipos de comportamiento?

Para responder a esta pregunta, la revisión tiene como objetivo analizar la información disponible de la bioacústica de los delfines costeros, identificando los tipos de sonidos emitidos y su relación con diferentes comportamientos, dando especial atención a *Sotalia guianensis*.

Metodología

Se realizó una revisión sistemática cualitativa empleando la metodología PRISMA (Page et al., 2021) con el objetivo de recopilar y analizar la información disponible sobre la bioacústica de delfines costeros, con énfasis en *Sotalia guianensis* y su relación con comportamientos sociales, alimenticios y de desplazamiento.

La búsqueda bibliográfica se efectuó en las siguientes bases de datos científicas: Scopus, ScienceDirect, Scielo, Google Scholar, Latin American Journal of Aquatic Research, Journal of the Acoustical Society of America y Journal of Mammalogy.

Se emplearon combinaciones de palabras clave en inglés y español:

- En inglés: acoustic communication, *Sotalia guianensis*, whistles, bioacoustic, Coastal dolphins
- En español: comunicación acústica, silbidos, bioacústica, *Sotalia guianensis* y delfines costeros.

No se aplicaron restricciones por año de publicación, de modo que la búsqueda fue abierta para abarcar todos los estudios disponibles. Sin embargo, los artículos encontrados abarcan el periodo comprendido entre 2003 y 2023.

Criterios de inclusión

Se incluyeron los estudios que cumplieron con los siguientes criterios:

1. Artículos que incluyeran parámetros acústicos (frecuencia, duración, tipo o estructura de los sonidos)
2. Estudios que abordaran comportamientos asociados (social, alimenticio o de desplazamiento) o que relacionaran la bioacústica con aspectos geográficos.
3. Publicaciones originales en inglés, español o portugués, disponibles en texto completo.

Criterios de exclusión

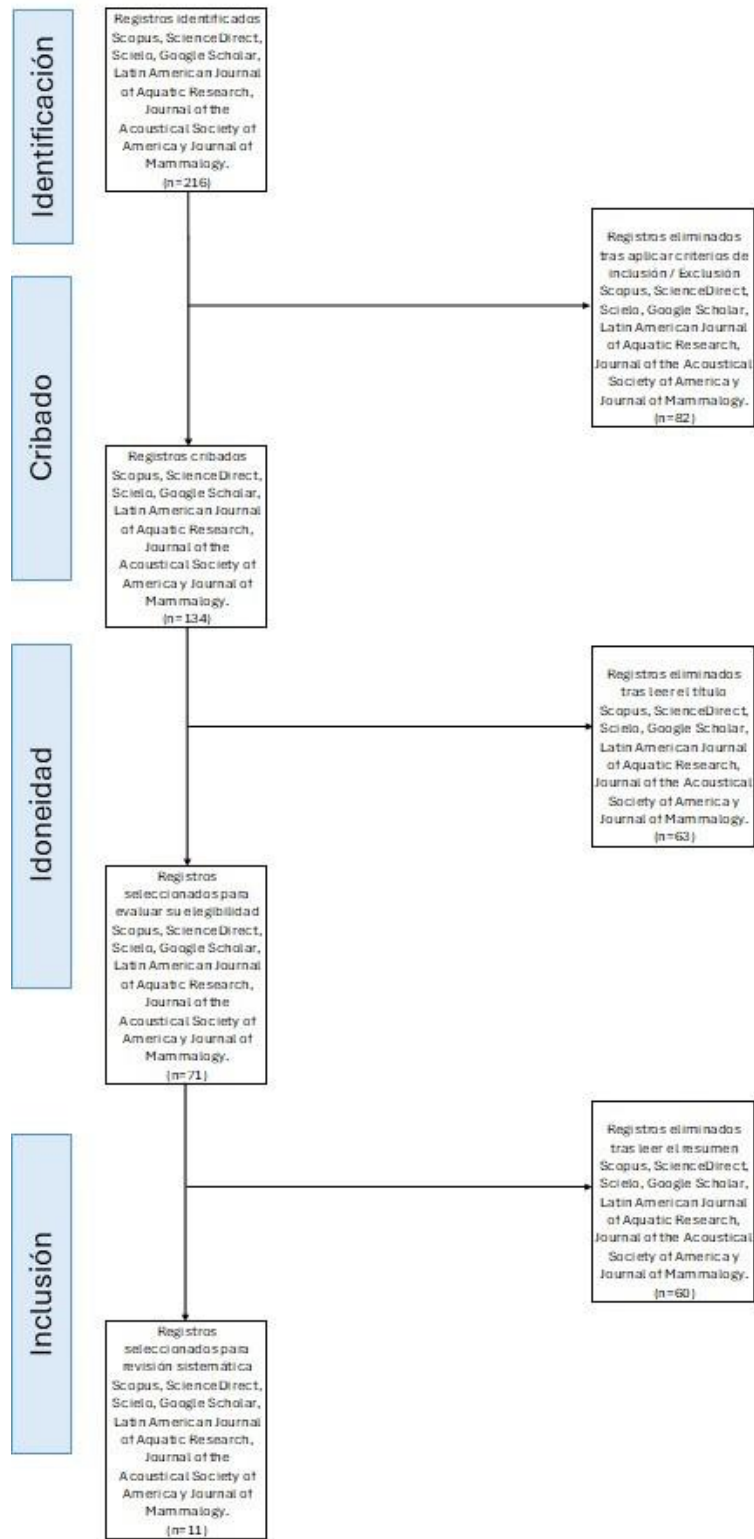
Se excluyeron los siguientes tipos de documentos:

1. Artículos sin datos acústicos cuantificables o sin descripción de los sonidos.
2. Estudios enfocados en especies oceánicas o de agua dulce.
3. Trabajos que incluyeran información conductual, pero sin relación con la bioacústica.
4. Revisiones teóricas, resúmenes de congreso o documentos sin acceso completo.

La selección de la información se llevó a cabo en cuatro etapas (Figura 1):

1. Identificación: se localizaron 216 artículos mediante las búsquedas en las bases de datos seleccionadas.
2. Cribado: se realizó una revisión de los títulos y resúmenes, excluyendo 145 artículos que no cumplían con los criterios de inclusión.
3. Idoneidad: se evaluaron 71 textos, descartando 60 por no incluir parámetros acústicos completos o por tener la parte de comportamiento sin estar relacionado con la bioacústica
4. Inclusión: se seleccionaron 11 estudios que cumplían con todos los criterios establecidos.

Figura 1. Diagrama de Flujo PRISMA del estudio



Fuente: Elaboración propia

Resultados

Se analizaron once estudios que reportaron parámetros acústicos y algunos casos, comportamientos asociados en las diferentes especies de delfines costeros. En la tabla 1 se presentan las características acústicas y contextos conductuales para las especies de delfines costeros y en la tabla 2 se resumen los resultados correspondientes a *Sotalia guianensis*.

Las investigaciones revisadas encontraron que el tipo de sonido que predomina es el silbido, con frecuencias que oscilan entre 1.03 y 56.6 kHz y duraciones entre 0.027 y 0.86 s, dependiendo de la especie y del comportamiento asociado o su ubicación geográfica. Los estudios de *S. guianensis* (Tabla 2) mostraron mayor variabilidad en el rango de frecuencias y en los tipos de sonido, incluyendo silbidos, pulsos, ráfagas y clics, asociados a diferentes actividades como la búsqueda de alimento, socialización, desplazamiento y comunicación.

Tabla 1. Características acústicas y comportamientos asociados o lugar de muestreo reportados en delfines costeros

Autor (es)	Especie	Tipo de sonido	Frecuencia (KHz)	Duración (s)	Comportamiento asociado o lugar de muestreo
López (2010)	<i>Tursiops truncatus</i>	Silbidos	7.9 - 14.3	0.75	Depredación
			7.8 - 14.1	0.75	Alimentación
			8.0 - 11.1	0.40	Social
			7.3 - 11.0	0.55	Desplazamiento
Oswald et al. (2003)	<i>Stenella attenuata</i>	Silbidos	8.41 - 17.99	0.9	Hawái
Oswald et al. (2007)	<i>Stenella longirostris</i>	Silbidos	10.68 - 16.50	0.44	Hawái
Lammers et al. (2003)	<i>Stenella frontalis</i>	Silbidos	8.04 - 13.58	0.36	Sur este de Brasil
Lammers et al. (2003)	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Silbidos	8.1 - 14.8	0.8	Hawái
			6.17 - 13.72	0.89	Buceo
			7.78 - 17.29	0.56	Interacción con embarcaciones
			6.62 - 14.48	0.46	Alimentación en superficie
Akkata et al. (2023)	<i>Delphinus delphis</i>	Silbidos	7.89 - 21.39	0.44	Desplazamiento con buceo
			6.92 - 10.63	0.5	Desplazamiento rápido

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Características acústicas y comportamientos asociados o lugar de muestro reportados en *Sotalia guianensis*

Autor (es)	Tipo de sonido	Frecuencia (KHz)	Duración (s)	Comportamiento asociado o lugar de muestreo
Barbosa et al. (2019)	Silbidos de alta frecuencia (HF) y muy alta frecuencia (VHF)	HF: 8 – 47.2 VHF: 48.3 – 56.6	HF: 0.395 VHF: 0.55	Comunicación social a corta distancia entre individuos del grupo
May- Collado (2013)	Silbidos	1.4 - 39.7	0.027	Búsqueda de alimento
		3.8 - 48.4	0.234	Socialización
		2.5 - 35.9	0.150	Desplazamiento
Tannure et al. (2020)	Silbidos, pulso ráfaga y click	20 – 40	0.062	Aproximación
		20 – 40	0.564	Captura
		5 – 15	0.445	Post captura
De Andrade et al. (2014)	Silbidos	2.15 - 42.6	0.1	Guanabara Bay
		1.87 - 44.9	0.111	SePETIBA Bat
		1.03- 42.8	0.104	Paraty Bay
Leão et al. (2015)	Silbidos	1.68 - 35.65	0.17	Guaraíras Lagoon Complex
		2.64- 34.20	0.24	Curral Cove
May-Collado y Wartzok (2009)	Silbidos	1.38 – 48.40	0.02 - 1.05	Costa Rica

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Los delfines costeros presentan una notable plasticidad acústica, con frecuencias que oscilan entre los 6 y 18 kHz y duraciones entre 0.6 y 0.9s. Estas variaciones están relacionadas con los comportamientos y condiciones ambientales.

En *Tursiops truncatus*, Díaz (2010) describió que los silbidos se asocian a comportamientos de depredación, alimentación y socialización. El autor destacó que los tipos de silbidos varían según el contexto conductual, modulando así la frecuencia y duración lo que permite transmitir información de su actividad facilitando así la coordinación entre grupos durante las diferentes actividades.

En el caso del género *Stenella*, se evidenció que la acústica cambia según la especie y el comportamiento, *S. attenuata* y *S. longirostris* emitieron sonidos más cortos de mayor duración, mientras que *S. frontalis* y *S. coeruleoalba* produjeron sonidos de mayor duración durante el buceo o la interacción social. Los autores destacan que los patrones acústicos difieren entre especies y poblaciones debido a las condiciones oceanográficas, el ruido del ambiente y la estructura social.

Por su parte, Akkata et al. (2023) evidenciaron en *Delphinus delphis* que los sonidos se produjeron principalmente durante el desplazamiento y en presencia de embarcaciones. El estudio destaca que estas interacciones podrían representar una respuesta ante las perturbaciones acústicas generadas

por el tráfico marino. La variación en los silbidos se presenta como una estrategia comunicativa para mantener la cohesión durante eventos de estrés o interrupción del comportamiento natural.

En cuanto a *Sotalia guianensis* posee un amplio repertorio acústico con frecuencias entre 1.3 y 56.6 kHz y las duraciones oscilan entre 0.02 a 1.05 s. Estas diferencias reflejan la capacidad de la especie para ajustar sus emisiones sonoras en función de factores sociales, ambientales y geográficos. Barbosa et al. (2019) registraron la presencia de silbidos de alta frecuencia (HF) y muy alta frecuencia (VHF), siendo los valores más elevados reportados para la especie. Estos sonidos se asociaron con procesos de comunicación social a corta distancia en grupos grandes. Los autores propusieron que el uso de frecuencias tan altas podría representar una estrategia para evitar el enmascaramiento acústico cuando hay muchos individuos vocalizando o el hábitat tiene alta interferencia de ruido. Lo que se relaciona con May-Collado y Wartzok (2008), quienes registraron una frecuencia de 48.4 kHz y propusieron que la estructura armónica de los silbidos transmite información direccional sobre el movimiento, facilitando así la sincronización y coordinación grupal.

En cuanto al comportamiento alimenticio, May Collado (2013) observó que durante la búsqueda de alimento predominan los silbidos breves y de menor frecuencia. Este hallazgo se complementa con el estudio realizado por Tannure et al. (2020) quienes analizaron los sonidos emitidos durante la alimentación y describieron el uso de clics observando que, se hacían cada vez menores a medida que el delfín se acercaba a la presa e iban aumentando cuando se acercaba el momento de la captura.

Asimismo, las diferencias entre poblaciones son evidentes. Guimarães de Andrade et al. (2014) compararon tres bahías del sudeste de Brasil y encontraron variaciones notales en las frecuencias. Los delfines de Bahía Guanabara emitieron frecuencias más altas con duraciones más cortas que los de Sepetiba y Paraty. Estas diferencias se le atribuyeron con el ruido de embarcaciones y la calidad acústica del entorno, lo que sugiere que la especie muestra respuestas adaptativas locales. De forma similar, Leão et al. (2015) reportaron diferencias geográficas en los parámetros acústicos, evidenciando que las condiciones ambientales como la turbidez, salinidad y ruido influyen directamente en los silbidos, observándose frecuencias ligeramente más altas en ambientes más ruidosos.

Finalmente, al comparar ambos grupos, se observa que los delfines costeros muestran repertorios acústicos adaptativos que optimizan la comunicación en los diferentes hábitats, pero *Sotalia guianensis* produce silbidos por encima de los 40 KHz, a diferencia de la mayoría de los delfínidos (Andrade et al., 2015). Esto puede deberse a su distribución, los delfines como *Stenella* y *Delphinus*, habitan en zonas subtropicales y templadas por lo que mantienen un repertorio más restringido. Lo anterior resalta la importancia de comprender bioacústica y su relación con el comportamiento, el entorno y presiones antropogénicas, como herramienta clave para el estudio y conservación de las poblaciones de delfines costeros.

Conclusión

Se evidencia la necesidad de realizar investigaciones más amplias que integren de manera simultánea la estructura de los silbidos, el contexto conductual y las variables del hábitat. Estos estudios permitirán establecer bases sólidas para la conservación y el manejo de las poblaciones de delfines que se encuentran expuestas a altos nivel de ruido en sus hábitats naturales.

Referencias

- Akkaya, A., Awbery, T., Lyne, P., Schartmann, H., Nease, K., Haas, C., Henaff, A. L., Murray, B., Rudd, L., Yildirim, B., & Oruç, A. (2023). Short-beaked common dolphins of Dilek Peninsula National Park, South Aegean Sea: Preliminary results on group structure, spatial distribution, behavioural patterns, whistle characteristics and behavioural context. *IWC Journal Of Cetacean Research And Management*, 24(1), 77-93. <https://doi.org/10.47536/jcrm.v24i1.340>
- Barbosa, M., Bittencourt, L., Andrade, L. G., Bisi, T. L., Lailson-Brito, J., & Azevedo, A. F. (2019). High-frequency social communication in *Sotalia guianensis*. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, 146(2), EL124-EL128. <https://doi.org/10.1121/1.5120550>
- De Andrade, L. G., Lima, I. M. S., Da Silva Macedo, H., De Carvalho, R. R., Lailson-Brito, J., Flach, L., & De Freitas Azevedo, A. (2014). Variation in Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles: using a broadband recording system to analyze acoustic parameters in three areas of southeastern Brazil. *Acta Ethologica*, 18(1), 47-57. <https://doi.org/10.1007/s10211-014-0183-7>
- Ding, W., Wuersig, B., & Evans, W. E. (1995). Whistles of bottlenose dolphins: Comparisons among populations. *Aquat Mamm*, 21(1). <http://www.irgrid.ac.cn/handle/1471x/543160>
- Henderson, E. E., Hildebrand, J. A., Smith, M. H., & Falcone, E. A. (2011). The behavioral context of common dolphin (*Delphinus* sp.) vocalizations. *Marine Mammal Science*, 28(3), 439-460. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2011.00498.x>
- Lammers, M. O., Au, W. W. L., & Herzing, D. L. (2003). The broadband social acoustic signaling behavior of spinner and spotted dolphins. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, 114(3), 1629-1639. <https://doi.org/10.1121/1.1596173>
- Leão, D. T., Monteiro-Filho, E. L. A., & Silva, F. J. L. (2015). Acoustic parameters of sounds emitted by *Sotalia guianensis*: dialects or acoustic plasticity. *Journal Of Mammalogy*, 97(2), 611-618. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyv208>
- López, B. D. (2010). Whistle characteristics in free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Mediterranean Sea: Influence of behaviour. *Mammalian Biology*, 76(2), 180-189. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2010.06.006>
- May-Collado, L. J. (2013). Guyana dolphins (*Sotalia guianensis*) from Costa Rica emit whistles that vary with surface behaviors. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, 134(4), EL359-EL365. <https://doi.org/10.1121/1.4818938>

May-Collado, L. J., & Wartzok, D. (2009). A characterization of Guyana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles from Costa Rica: The importance of broadband recording systems. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, *125*(2), 1202-1213. <https://doi.org/10.1121/1.3058631>

Montgomery, J. C., & Radford, C. A. (2017). Marine bioacoustics. *Current Biology*, *27*(11), R502-R507. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.01.041>

Nowacek, D. P. (2005). ACOUSTIC ECOLOGY OF FORAGING BOTTLENOSE DOLPHINS (*TURSIOPS TRUNCATUS*), HABITAT-SPECIFIC USE OF THREE SOUND TYPES. *Marine Mammal Science*, *21*(4), 587-602. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2005.tb01253.x>

Oswald, J. N., Barlow, J., & Norris, T. F. (2003). ACOUSTIC IDENTIFICATION OF NINE DELPHINID SPECIES IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN. *Marine Mammal Science*, *19*(1), 20-037. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2003.tb01090.x>

Oswald, J. N., Rankin, S., Barlow, J., & Lammers, M. O. (2007). A tool for real-time acoustic species identification of delphinid whistles. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, *122*(1), 587-595. <https://doi.org/10.1121/1.2743157>

Pace, D. S., Pedrazzi, G., D'amario, I., Troccoli, A., Giacomini, G., Labriola, M. S., Pavan, G., Ventura, D., Casoli, E., Ardizzone, G., & Papale, E. (2024). The Acoustic Ecology of Coastal Dolphins by Assessing the Structural Variability of Sounds and the Influence of Contextual Factors. *Integrative Zoology*, *20*(4), 686-699. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12934>

Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista de la Sociedad Española de Cardiología*, *74*(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>.

Schultz, K. W., & Corkeron, P. J. (1994). Interspecific differences in whistles produced by inshore dolphins in Moreton Bay, Queensland, Australia. *Canadian Journal Of Zoology*, *72*(6), 1061-1068. <https://doi.org/10.1139/z94-143>

Tannure, N. C., Barbosa, F. S., Barcellos, D. D., Mattiuzzo, B., Martinelli, A., Campos, L. B., Conversani, V. R. M., & De o Santos, M. C. (2020). Acoustic Description of Beach-Hunting Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*) in the Cananéia Estuary, Southeastern Brazil. *Aquatic Mammals*, *46*(1), 11-20. <https://doi.org/10.1578/am.46.1.2020.11>

Anexo 2. Anteproyecto de investigación

Variación acústica y patrones de comportamiento del delfín Guyana (*Sotalia guianensis*) en el Golfo de Morrosquillo

Cardenas, Danna

Introducción

Los delfines producen sonidos de banda estrecha y frecuencias moduladas, conocidos como silbidos, los cuales varían en duración y tienen frecuencias que oscilan entre 1 y 75 kHz (Samarra et al., 2010). Estos sonidos cumplen un papel fundamental en la comunicación intraespecífica, permitiendo transmitir información sobre la identidad individual, el estado conductual y el entono. Además, son esenciales para mantener la cohesión grupal, la coordinación de actividades y conservar el contacto acústico cuando los individuos se encuentran separados (Rege-Colt et al., 2023).

En las diferentes especies de delfines, como el delfín nariz de botella del Indo - Pacífico (*Tursiops aduncus*), los delfines listados (*Stenella coeruleoalba*) y el delfín de Guyana (*Sotalia guianensis*), se han reportado variaciones en la duración, frecuencia y estructura de los silbidos. Estas diferencias se han relacionado con limitación geográfica, las condiciones ambientales locales, el comportamiento y las adaptaciones ecológicas. La diversidad del repertorio acústico también depende del tamaño del grupo y la fuerza de las asociaciones sociales, factores que influyen directamente en la complejidad comunicativa de cada población (May-Collado, 2013).

Sotalia guianensis es una especie costera distribuida en bahías, estuarios, desembocaduras de ríos y aguas costeras poco profundas a lo largo del Océano Atlántico occidental, desde el sur de Nicaragua hasta el sur de Brasil (da Silva y Best, 1996), la cual, a pesar de su amplia distribución, cuenta con la mayor parte de la información disponible sobre su comportamiento acústico proviene de poblaciones a lo largo de la costa brasileña. En estas se han descrito tres tipos principales de sonidos: chasquidos de ecolocalización, sonidos pulsados y silbidos. Estos últimos con frecuencias que varían entre 23.99 y 48.4 kHz (De Andrade et al., 2014).

Las diferencias acústicas observadas entre poblaciones de *S. guianensis* se han atribuido tanto a la distancia geográfica como a factores locales como la temperatura, salinidad, turbidez y nivel de ruido ambiental, que generan respuestas adaptativas (Leão et al., 2015). Sin embargo, en el Caribe Colombiano, y en particular en el Golfo de Morrosquillo, los estudios bioacústicos son escasos. Esta región presenta un creciente tráfico marítimo, turismo y actividad pesquera, lo que puede alterar el paisaje sonoro marino y afectar los patrones de comunicación y comportamiento de las especies.

Por ello, resulta necesario realizar investigaciones que analicen la relación entre las características acústicas de los sonidos emitidos por *Sotalia guianensis* y los tipos de comportamiento observados en la población del Golfo de Morrosquillo. Estos estudios permitirán generar información clave para la conservación y el manejo de la especie en esta zona del Caribe Colombiano.

Justificación

El delfín de Guayana (*Sotalia guianensis*) depende de la comunicación acústica para realizar actividades como la alimentación, la socialización y la orientación. El estudio de su bioacústica como los silbidos, permite identificar características distintivas de la población y comprender aspectos ecológicos relevantes que facilitan la toma de decisiones para su conservación y manejo (Barbosa et al., 2019).

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), *S. guianensis* se encuentra clasificada como casi amenazada y con datos insuficientes, por lo que es necesario realizar estudios en su área de distribución con el fin de conocer el estado actual de sus poblaciones y su ecología acústica.

En el Caribe colombiano, y particularmente en el Golfo de Morrosquillo, los estudios de la bioacústica del delfín de Guyana son escasos. Esta región ha presentado un incremento en el tráfico marítimo, el turismo y actividades pesqueras, factores que generan contaminación acústica y pueden alterar el paisaje sonoro marino, afectando los patrones de comunicación, el desplazamiento y comportamientos de la especie. Evaluar la relación entre las características acústicas y los comportamientos observados permitirá comprender los efectos del ruido antropogénico y proponer estrategias de conservación (Dussán-Duque, 2013).

Este estudio se enmarca en la Ley 165 de 1994, mediante la cual se adopta el Convenio sobre la Diversidad Biológica, cuyo objetivo es la conservación de la biodiversidad. Asimismo, se alinea con el objetivo de desarrollo sostenible 14 (Vida submarina) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas orientado a conservar y utilizar sosteniblemente los océanos y los recursos marinos y el Plan de Acción para la conservación de Mamíferos Marinos Acuáticos de Colombia del 2014 (Moran, 2024).

Marco teórico

1. Bioacústica en mamíferos marinos

La bioacústica es una ciencia interdisciplinaria que utiliza el sonido producido por los seres vivos para estudiar su comportamiento, ecología y comunicación. Surgió en el siglo XX, inicialmente con investigaciones sobre insectos y aves, posteriormente se extendió al medio marino. En los océanos, la bioacústica permite monitorear especies, analizar sus interacciones y comprender la dinámica de los ecosistemas.

Los primeros estudios de bioacústica marina surgieron en la segunda mitad del siglo XX, impulsados por el desarrollo tecnológico de los hidrófonos y grabadores submarinos. Estos equipos incluyen hidrófonos fijos, Ocean Bottom Seismometers (OBS) y sistemas móviles colgados desde

embarcaciones, los cuales captan señales acústicas bajo el agua y permiten registrar la actividad de los mamíferos marinos.

En los últimos cincuenta años, la bioacústica marina ha avanzado significativamente, permitiendo descubrimientos como la firma personal de acústica del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el cual es un silbido característico que funciona como una señal de identidad individual y social. Asimismo, permitió describir los complejos cantos de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeanglicae*), e incluso realizar estimaciones poblacionales de especies como la marsopa común (*Phocoena phocoena*) en el mar Báltico.

Los desafíos bioacústicos en mamíferos marinos pueden agruparse en tres grandes enfoques:

- Fisiología y comportamiento acústico, que busca comprender la producción y función de los sonidos.
- Ecología acústica, orientada a estudiar la presencia, distribución y densidad poblacional mediante registros sonoros.
- Paisajes acústicos, centrado en analizar como las señales biológicas interactúan como los sonidos del ambiente natural y antropogénico.

A pesar de los avances, la bioacústica marina enfrenta desafíos importantes, principalmente asociados a las dificultades logísticas y económicas para desarrollar estudios en regiones remotas o en países con recursos limitados (Patris y Malige, 2024).

2. Comunicación acústica en delfines (Delphinidae)

Los delfines y las marsopas suelen utilizar frecuencias altas, lo que limita la distancia que pueden recorrer sus sonidos. En general, los delfines emiten dos tipos de sonidos: silbidos y chasquidos. Los chasquidos les permiten percibir su entorno mediante la ecolocalización, mientras que los silbidos les permiten comunicarse con otros miembros de su especie y, muy probablemente con otras especies. También se caracterizan por tener un silbido único, llamado “silbido característico” el cual se utiliza para identificar a un individuo (Rama-Torres, 2020).

2.1. ¿Qué es la ecolocalización?

La ecolocalización es un mecanismo sensorial activo mediante el cual los delfines emiten chasquidos ultrasónicos y analizan los ecos reflejados por objetos o presas en el entorno. Este sistema les permite navegar, orientarse y detectar presas incluso en condiciones de baja visibilidad. En donde emiten ondas sonoras y luego detectan e interpretan los ecos que rebotan en otras.

Los delfines cazan utilizando su ecolocalización altamente desarrollada, lo que les permite encontrar alimento sin importar lo turbia que esté el agua. En especies costeras como *Sotalia guianensis*, se han registrado clics con frecuencias entre los 1.3– 56.6 kHz. A diferencia de los humanos, los delfines no poseen pabellones auriculares externos. Sus canales auditivos están cerrados, y la recepción del sonido se realiza principalmente a través de la mandíbula inferior, que contiene una capa de grasa especializada que transmite las vibraciones al oído medio e interno (Rama-Torres, 2020). Esta

estructura les permite localizar la dirección de los sonidos bajo el agua y distinguir señales relevantes en ambientes con ruido natural o antropogénico (Miranda, 2024).

Características acústicas de *Sotalia guianensis*

Sotalia guianensis presenta un amplio repertorio acústico caracterizado por frecuencias que oscilan entre 1.3 y 56.6 kHz y duraciones que van de 0.02 a 1.05 segundos. Esas variaciones reflejan la capacidad de la especie para ajustar sus emisiones sonoras en funciones de factores sociales, ambientales y geográficos.

Barbosa et al. (2019) registraron la presencia de silbidos de alta (HF) y muy alta frecuencia (VHF), siendo los valores más elevados reportados para la especie. Estos sonidos se asociaron con procesos de comunicación social a cortas distancias en grupos numerosos. Los autores propusieron que el uso de frecuencias tan altas podría representar una estrategia para evitar el enmascaramiento acústico en ambientes con alta densidad de individuos o niveles altos de ruido ambiental.

May – Collado y Wartzok (2008) registraron frecuencias cercanas a 48.8 kHz y plantearon que la estructura armónica de los silbidos podría transmitir información direccional sobre el movimiento, facilitando la sincronización y coordinación grupal. En el contexto alimenticio, May – Collado (2013) observó que predominan los silbidos breves y de menor frecuencia, mientras que Tannure et al. (2020) reportaron el uso de clics de ecolocalización que se acortan progresivamente a medida que el delfín se aproxima a la presa y aumenta su tasa de emisión antes de la captura.

Las diferencias entre poblaciones también son notables. Guimarães de Andrade et al. (2014) compararon tres bahías del sudeste de Brasil (Guanabara, Sepetiba y Paraty) y encontraron variaciones significativas en las frecuencias, donde los delfines de Bahía Guanabara emitieron frecuencias más altas y duraciones más cortas que los de Sepetiba y Paraty. Estas diferencias se atribuyeron al ruido de embarcaciones y a la calidad acústica del entorno, lo que sugiere que la especie muestra respuestas adaptativas locales.

De forma similar, Leão et al. (2015) reportaron diferencias geográficas en los parámetros acústicos, evidenciando que las condiciones ambientales como turbidez, salinidad y ruido influyen directamente en los silbidos, observándose frecuencias ligeramente más altas en ambientes más ruidosos.

Pregunta de investigación

¿Cómo se relacionan las características acústicas de los sonidos emitidos por el delfín costero *Sotalia guianensis* con los tipos de comportamiento observados en la población residente del Golfo de Morrosquillo durante un ciclo anual?

Objetivo general

Analizar la relación entre las características acústicas de los sonidos emitidos por el delfín costero *Sotalia guianensis* y los tipos de comportamientos observados en la población residente del Golfo de Morrosquillo durante un ciclo anual.

Objetivos específicos

- Caracterizar la bioacústica de *Sotalia guianensis* en la población residente del Golfo de Morrosquillo describiendo los tipos de sonidos y sus principales parámetros (frecuencia, duración, y modulación) a lo largo de un ciclo anual.
- Identificar y clasificar las pautas y secuencias para cada tipo de comportamiento observado en las agrupaciones de la población residente de *S. guianensis* en el Golfo de Morrosquillo, en un ciclo anual, junto con las características acústicas de los sonidos emitidos durante su desarrollo y los factores ambientales y antropogénicos asociados.
- Evaluar la relación entre las variables acústicas, los tipos de comportamiento, y los factores ambientales y antrópicos, determinando posibles asociaciones o correlaciones que permitan inferir funciones comunicativas o ecológicas de las emisiones sonoras en distintos contextos conductuales.

Variables e indicadores

Tipo de variable	Variables	Indicadores
Independiente	Tipo de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentación - Socialización - Desplazamiento - Juego - Descanso
	Factores ambientales y antropogénicos	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del agua - Salinidad - Turbidez - Nivel de ruido ambiental - Presencia y frecuencia de embarcaciones
Dependientes	Características acústicas de los silbidos	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia mínima y máxima - Duración del sonido - Tipo de emisión (silbido, clic, ráfaga) - modulación
	Comportamiento acústico asociado	<ul style="list-style-type: none"> - Variación de frecuencia según el comportamiento - Numero de emisiones - Cambios en duración y frecuencia

Metodología

Descripción del área de estudio

El Golfo de Morrosquillo es un sistema estuarino mixto abierto ubicado en el Mar Caribe colombiano entre los departamentos de Córdoba y Sucre. Abarca aproximadamente 80 Km de oeste a este. Su límite sur es Boca Tinajones, que corresponde al delta que conforma la desembocadura del río Sinú. Al norte, su límite es el archipiélago de las islas de San Bernardo, compuesto por ocho islas (Figura 1).

El golfo se ubica en la franja de baja presión ecuatorial, caracterizada por altos niveles de humedad, una temperatura de 26.7 °C, vientos persistentes del norte-este y una precipitación anual de 900 a 1200 mm. Presenta dos estaciones climáticas principales: la seca, de diciembre a abril y la lluviosa, de mayo a noviembre, con una estación semiseca en julio. La estación semiseca se denomina así porque se caracteriza por una reducción de precipitaciones. El Golfo de Morrosquillo se encuentra bajo la influencia de vientos alisios y la zona de convergencia intertropical. En la estación seca, los vientos soplan constante y fuertemente desde el noreste y simultáneamente, la corriente del Caribe se desplaza, hacia el oeste. Por otro lado, durante la temporada de lluvias, los vientos son ligeros y se mueven en diferentes direcciones.



Figura 1. Golfo de Morrosquillo, Mar Caribe, Colombia.

Diseño Muestral

El trabajo de campo se llevará a cabo durante un año completo, abarcando las diferentes épocas climáticas del Golfo de Morrosquillo: época seca enero- febrero, transición o “Veranillo”: junio - julio y época lluviosa: octubre – noviembre (Figura 2). En cada periodo estacional se realizarán dos meses de muestreo continuo, lo que permitirá comparar la actividad acústica y comportamental de *Sotalia guianensis*.

Durante cada mes de muestreo se efectuarán salidas diarias de lunes a viernes, alternado semanalmente entre la zona norte y la zona sur del golfo. Cada jornada de observación tendrá un esfuerzo diario de 6 a 8 h continuas, donde las salidas se realizarán bajo condiciones de mar < 2 según la escala de Douglas (Figura 3).

Para la búsqueda y registro de los grupos de delfines, se seguirá una grilla de transectos previamente definida en cada zona, de manera que se garantice una cobertura espacial uniforme del área de estudio.

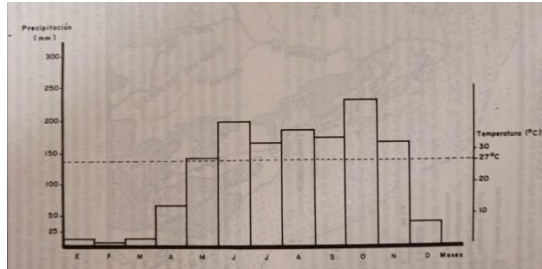


Figura 2. Diagrama ombrotermico multianual para el Golfo de Morrosquillo.

ESCALA DE DOUGLAS		
Altura de las olas(m)		
0	Calma	0
1	Rizada	0 - 0,1
2	Marejadilla	0,1 - 0,5

Figura 2. Escala de Douglas.

Toma de datos

El registro acústico y comportamental en una embarcación de 8 m de longitud y un motor fuerza de borda de 40 hp. Los grupos de delfines serán observados con binoculares (Bushnell 10 x 50 WP). Para la toma de datos se seguirá un protocolo de grupo focal, en el cual se registrarán todas las ocurrencias de los comportamientos de interés durante el tiempo total del muestreo (Altmann, 1974). Adicionalmente se utilizará el método scan donde se tiene en cuenta la actividad predominante del grupo, con un registro de los comportamientos cada 2 min (Queiroz y Ferreira, 2008). El comportamiento se definirá como aquel estado comportamental en el cual más del 50 % de los miembros del grupo estén ejecutando la misma actividad en cada registro.

El número de animales será cuantificado a través de un contero directo al momento de ellos se encuentren en la superficie del agua (De Queiroz, 2006). Un grupo se definirá como uno o más individuos que se desplazan en asociación, en la misma dirección y realizando actividades similares, separados por no más de 10 m entre sí (Shane, 1990). Cada grupo será monitoreado hasta que los individuos se pierdan de vista.

Durante los avistamientos, la embarcación reducirá la velocidad y se realizará un acercamiento controlado, con el fin de minimizar la perturbación acústica y evitar la alteración del comportamiento natural de los animales. En cada registro se consignarán los siguientes datos: hora, coordenadas, número de individuos, zona, tipo de comportamiento, composición del grupo y cualquier otra observación relevante.

Basándose en la metodología propuesta por De Andrade (2014), el registro de sonidos se realizará utilizando una grabadora digital Fostex FR-2 o una grabadora digital Tascam DR-680, ambas con una frecuencia de muestreo de 192 kHz, conectadas a un hidrófono omnidireccional C54XRS (-165 dB re: 1 V/ μ Pa, rango de respuesta de 0,009 a 100 kHz). El hidrófono se ubicará a 2 m de profundidad y aproximadamente a 30 m de distancia del grupo de delfines, con el fin de reducir la influencia del observador y el ruido del motor. Las grabaciones tendrán una duración de 10 a 20 minutos, procurando obtener al menos 10 grabaciones por tipo de comportamiento.

Los cuatro estados de comportamiento se definirán siguiendo (Tabla 1). En cuando la composición de grupo, se considerarán dos categorías: adulto e inmaduros/ crías (Figura 4). Esta clasificación se basará en el tamaño corporal de los individuos, considerando que los adultos alcanzan longitudes de hasta 2.06 m, mientras que los inmaduros, crías o juveniles no superan los dos tercios del tamaño de un adulto (Nascimento, 2002). En el Anexo 1 se presentarán gráficas ilustrativas de algunos de los comportamientos registrados para *Sotalia guianensis*.

Tabla 1. Definición de los estados comportamentales registrados para *S. guianensis*

Estado comportamental	Definición
Descanso	Se trata de un desplazamiento lento, sin dirección definida, con movimientos pequeños (Norris y Dolh, 1979)
Desplazamiento	Natación que se caracteriza por tener una dirección definida (Ballance, 1992)
Forrajeo	Natación sin dirección fija, siendo interrumpida periódicamente por eventos de persecución de la presa, que puede tener éxito o no (Norris y Dohl, 1980). Incluye interacción con aves.
Socialización	Intensa actividad de los delfines, donde permanecen más tiempo en la superficie, donde ocurre el contacto físico intenso entre los animales (Ballance, 1992). Incluye despliegues aéreos e interacción reproductiva.

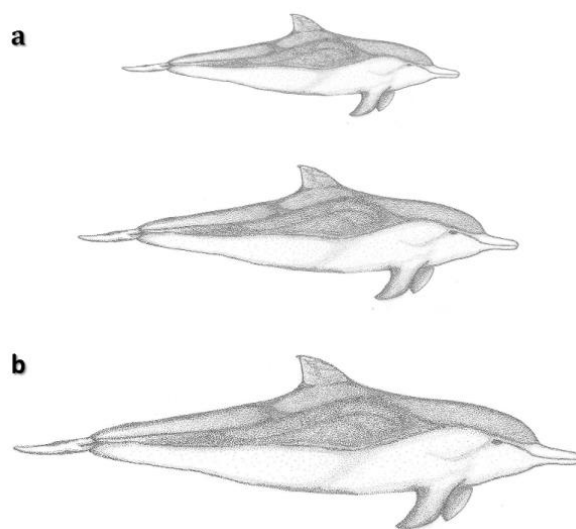


Figura 4. Criterio de separación. A. Cría y juvenil; b. Adulto (Patiño, 2011)

Análisis de datos

Los datos obtenidos en campo se organizarán en una base de datos donde cada fila corresponderá a un registro de comportamiento o de grupo de delfines. Esto permitirá calcular la proporción de cada comportamiento en diferente, bloques horarios y tipo de grupo.

Para conocer como los delfines distribuirán su tiempo entre los diferentes comportamientos, se calculará un presupuesto de actividades, que indicará la proporción de cada comportamiento respecto al total del registro diarios:

proporción de un comportamiento:

Además, el día se dividirá en cuatro bloques horarios de tres horas cada uno: H1: 6:00 – 8:59, H2: 9:00-11:59, H3: 12:00 – 14:59 y H4: 15:00 – 17:59, esto permitirá analizar como varían los comportamientos a lo largo del día.

Los grupos de delfines se clasificarán según su tamaño y composición; G1: 1- 5, G2: 6-10, G3: 11-15 y G4: >15 individuos. En cuanto a la composición del grupo se clasificarán C1: ningún inmaduro, C2: un inmaduro, C3: dos inmaduros y C4: mas de tres inmaduros. Esto permitirá analizar si el tamaño del grupo o la presencia de crías influirá en los comportamientos observados.

Análisis estadístico

Para analizar los datos se utilizará el programa Statgraphics Plus 5.1. Se aplicará la prueba no paramétrica Kruskal- Wallis para comprar las proporciones de comportamientos entre bloques

horarios, tamaño de grupo y composición y para las variables categóricas como tamaño y composición se aplicarán la prueba χ^2 de Pearson.

Análisis acústico

Los sonidos de alta calidad, que presenten un contorno espectral claro de principio a fin, serán analizados con el software Raven Pro 1.5. Para el análisis se utilizarán los siguientes parámetros: Transformada rápida de Fourier (FFT) de 512 puntos, superposición del 50 % y ventana Hanning (De Andrade et al., 2014).

Además, se determinarán los siguientes parámetros de frecuencia para cada silbido: frecuencia inicial, frecuencia final, frecuencia mínima, frecuencia máxima, frecuencia delta, frecuencia central, frecuencia pico y duración del silbido.

Los silbidos se clasificarán según su forma y contorno, siguiendo las categorías propuestas por Azevedo y Van Sluys (2005) (Figura 5). Solo se seleccionarán aquellos silbidos que cumplan los siguientes criterios: Contorno definido desde el inicio hasta el final, relación señal-ruido mayor a 4 dB y silbidos no superpuestos ni incompletos. Cada silbido será etiquetado de acuerdo con el comportamiento observado durante su emisión.

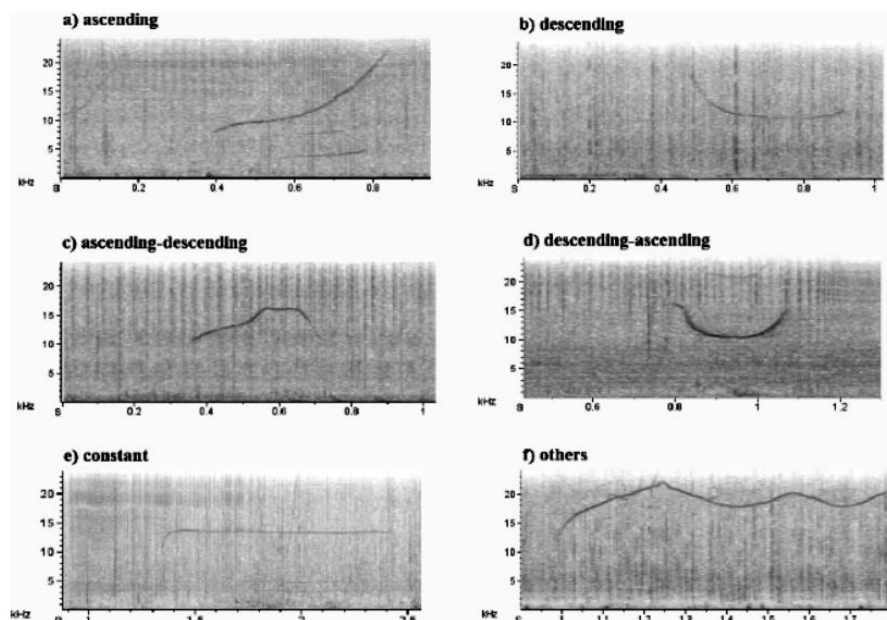


Figura 5. Clasificación de los silbidos (Azevedo y Van Sluys, 2005).

Resultados directos

1. Identificación y descripción de los tipos de sonidos emitidos de *Sotalia guianensis* en Golfo de Morrosquillo

2. Asociación entre los tipos de sonidos y los comportamientos observados (alimentación, desplazamiento, socialización o descanso)
3. Análisis de como factores ambientales (turbidez, ruido de embarcaciones, profundidad) influyen sobre las emisiones acústicas.

Resultados indirectos

1. Fortalecimiento del conocimiento sobre la bioacústica del delfín de Guyana en el Caribe colombiano, donde los estudios son escasos.
2. Sensibilización de comunidades locales, pescadoras y operadores turísticos sobre la importancia de reducir la contaminación acústica.

Productos de divulgación

Artículo científico el cual se publicará los resultados del estudio en una revista especializada en mamíferos marinos o ecología acústica como Latin American Journal of Aquatic Mammals o Aquatic Mammals.

Bibliografía

Altmann, J. (1974). Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behaviour*, 49(3/4), 227–267. <http://www.jstor.org/stable/4533591>

Ballance, L. T. (1992). Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science*, 8(3), 262-274.

Barbosa, M., Bittencourt, L., Andrade, L. G., Bisi, T. L., Lailson-Brito, J., & Azevedo, A. F. (2019). High-frequency social communication in *Sotalia guianensis*. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, 146(2), EL124-EL128. <https://doi.org/10.1121/1.5120550>

Da Silva, V. M. F., & Best, R. C. (1996). *Sotalia fluviatilis*. *Mammalian Species*, 527, 1–7.

De Andrade, L. G., Lima, I. M. S., Da Silva Macedo, H., De Carvalho, R. R., Lailson-Brito, J., Flach, L., & De Freitas Azevedo, A. (2014). Variation in Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles: using a broadband recording system to analyze acoustic parameters in three areas of southeastern Brazil. *Acta Ethologica*, 18(1), 47-57. <https://doi.org/10.1007/s10211-014-0183-7>

De Queiroz, R. E. M. (2006). Estudo sobre orçamento de atividade do Boto Cinza (*Sotalia guianensis*) no litoral sul do Rio Grande do Norte. <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/17368/1/RoseEMQ.pdf>

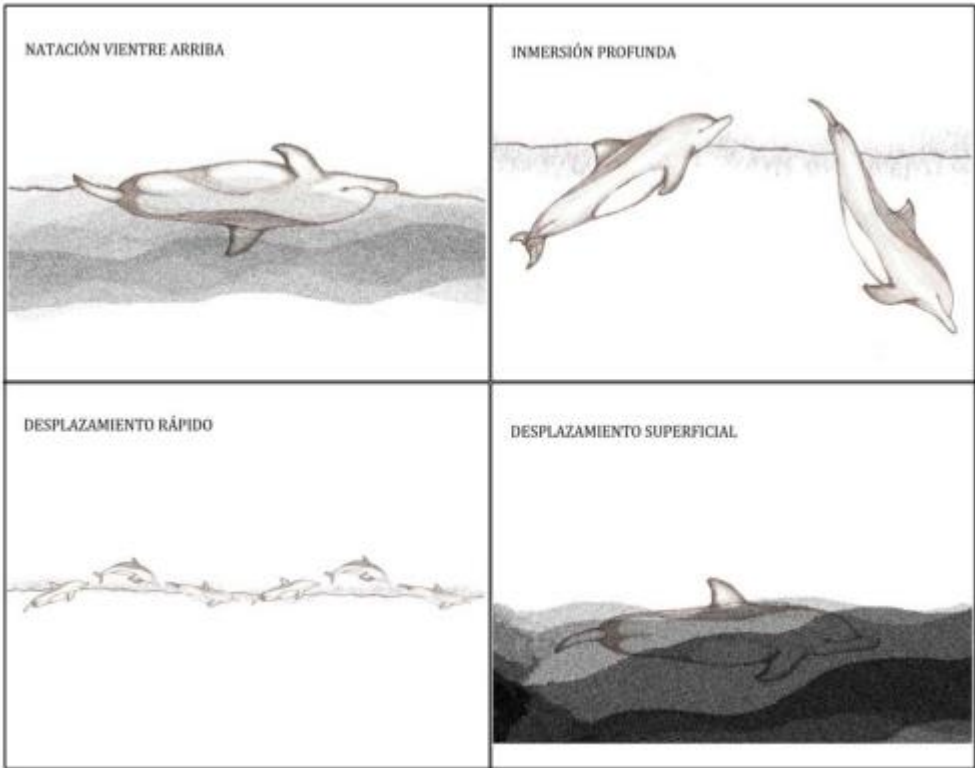
De Oceanografia - Universidade Federal Do Rio Grande/FURG Rio Grande Rs, E. S., & De Oliveira Santos de Biologia Da Conservação de Mamíferos Aquáticos Departamento de Oceanografia

- Biológica Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo, M. C. (2017, 12 octubre). *IUCN Red List of Threatened Species: Sotalia guianensis*. IUCN Red List Of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/es/species/181359/144232542#assessment-information>
- Dussán-Duque, B. S. (2013). *Ecology of the Guiana dolphin (Sotalia guianensis) in the Southern area of the Gulf of Morrosquillo, Colombia : implications for conservation*. <https://research-repository.st-andrews.ac.uk/bitstream/10023/4153/3/BeatrizSalomeDussan-DuquePhDThesis.pdf>
- Leão, D. T., Monteiro-Filho, E. L. A., & Silva, F. J. L. (2015). Acoustic parameters of sounds emitted by *Sotalia guianensis*: dialects or acoustic plasticity. *Journal Of Mammalogy*, 97(2), 611-618. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyv208>
- May-Collado, L. J. (2013a). Guyana dolphins (*Sotalia guianensis*) from Costa Rica emit whistles that vary with surface behaviors. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, 134(4), EL359-EL365. <https://doi.org/10.1121/1.4818938>
- May-Collado, L. J., & Wartzok, D. (2009). A characterization of Guyana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles from Costa Rica: The importance of broadband recording systems. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, 125(2), 1202-1213. <https://doi.org/10.1121/1.3058631>
- Miranda, K. P. L. (2024, 21 junio). *El Entre sonidos y silencios: La comunicación y ecolocalización en cetáceos*. <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/aqc/article/view/2899>
- Moran, M. (2024, 26 enero). *Océanos - Desarrollo sostenible*. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>
- Nascimento, L. F. (2002). *Descrição comportamental do boto cinza (Sotalia fluviatilis Gervais, 1853)(Cetacea: Delphinidae), no litoral sul do estado do Rio Grande do Norte* (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
- Norris, K. S., & Dohl, T. P. (1979). The structure and functions of cetacean schools.
- Patris, J., & Malige, F. (2024, diciembre). *Herramientas de la bioacústica marina*. Presentación en FIA 2024, Santiago de Chile, Francia. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04957841>
- Patiño-Perez, J. (2011). Comportamiento y Uso De Hábitat De *Sotalia guianensis* En El Roto, Golfo De Urabá (Tesis de Pregrado). *Universidad de Antioquia, Medellín*.
- Rama Torres, P. (2020). *Revisión bibliográfica: Estudio sobre los mecanismos de comunicación de los cetáceos*. <http://hdl.handle.net/2183/26362>
- Samarra, F. I. P., Deecke, V. B., Vinding, K., Rasmussen, M. H., Swift, R. J., & Miller, P. J. O. (2010). Killer whales (*Orcinus orca*) produce ultrasonic whistles. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, 128(5), EL205-EL210. <https://doi.org/10.1121/1.3462235>
- Shane, S.H. (1990) Behavior and Ecology of the Bottlenose Dolphin at Sanibel Island, Florida. In: Leatherwood, S. and Reeves, R.R., Eds., *The Bottlenose Dolphin*, Academic Press, San Diego, 245-265. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-440280-5.50016-0>

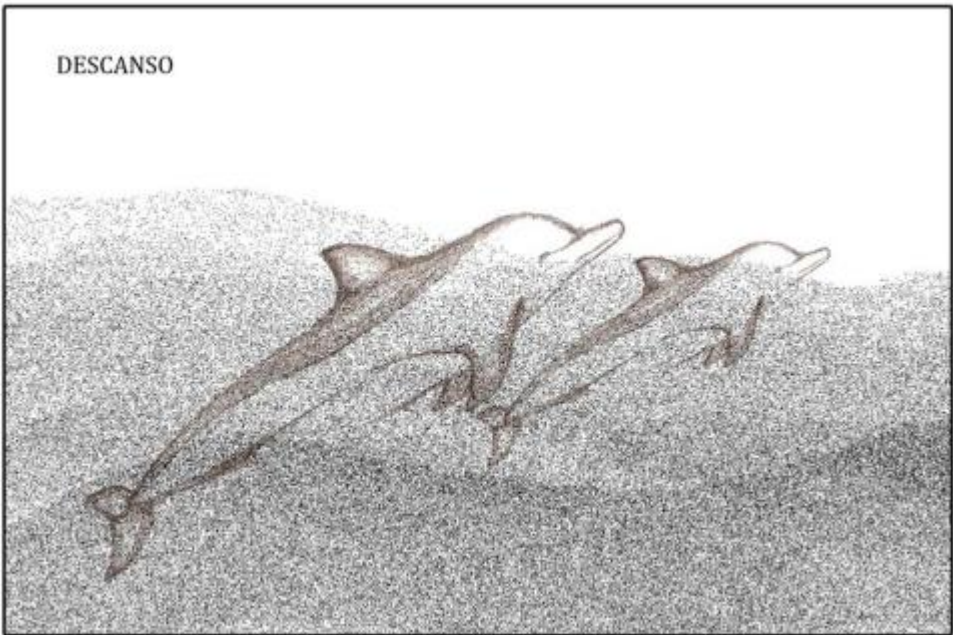
Tannure, N. C., Barbosa, F. S., Barcellos, D. D., Mattiuzzo, B., Martinelli, A., Campos, L. B., Conversani, V. R. M., & De o Santos, M. C. (2020). Acoustic Description of Beach-Hunting Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*) in the Cananéia Estuary, Southeastern Brazil. *Aquatic Mammals*, 46(1), 11-20. <https://doi.org/10.1578/am.46.1.2020.11>

Anexo 1. Ilustraciones de algunos comportamientos identificados en *Sotalia guianensis*.

Desplazamiento



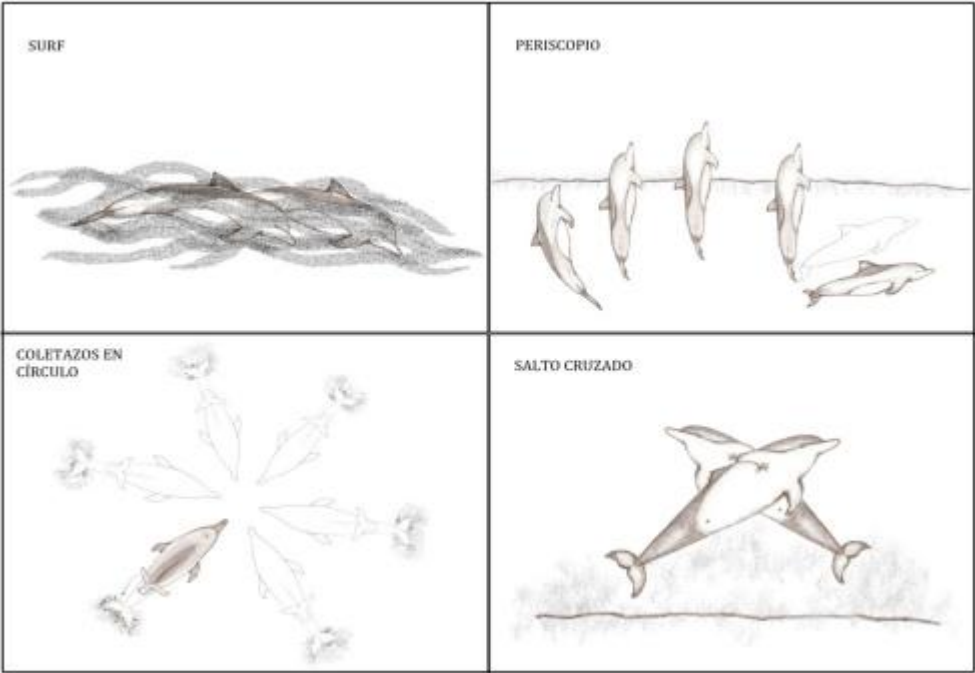
Descanso



Forrajeo



Socialización



COLETAZO



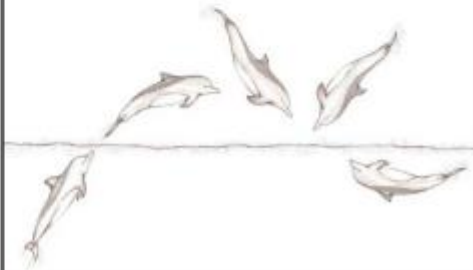
COLETAZO SINCRÓNICO



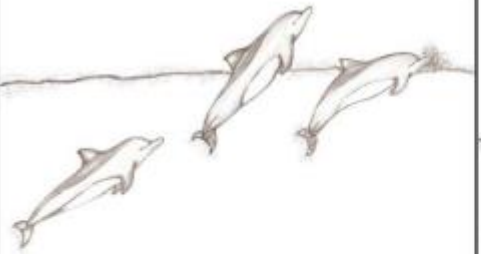
SALTO PARCIAL



SALTO MORTAL



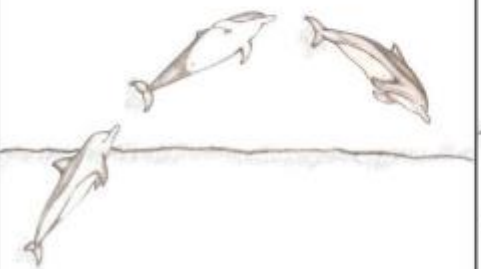
BATIDA DE CABEZA INVERSA



SALTO LATERAL



SALTO TOTAL



SALTO TOTAL SINCRÓNICO

