

Evaluación de los efectos de las embarcaciones de observación de cetáceos sobre el calderón tropical (*Globicephala macrorhynchus*)

Assessment of the effects of whale watching boats on short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*)



Trabajo de Fin de Grado

MÓNICA BRAVO MALMIERCA

Tutorizado por Olivia Marín Delgado y Sabrina Clemente Martín

Grado en Biología. Julio 2023

ÍNDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción.....	1
Whale watching.....	1
Calderón tropical (<i>Globicephala macrorhynchus</i> Gray 1846).....	3
Fisiología del buceo y posibles perturbaciones.....	3
Objetivos.....	5
Material y Métodos.....	7
Área de estudio.....	7
Trabajo de campo.....	7
Análisis de los datos.....	8
Resultados.....	14
Número de barcos.....	14
Resultados del análisis estadístico.....	18
Discusión.....	23
Conclusiones.....	28
Conclusions.....	29
Bibliografía.....	29

Resumen

El avistamiento de cetáceos es una industria que produce grandes beneficios económicos gracias al turismo, sin embargo, las malas prácticas a la hora de realizar esta actividad pueden llegar a causar un impacto en diversas especies. El objetivo de este estudio es comprobar si existen cambios de comportamiento respecto al número de embarcaciones alrededor de los grupos de cetáceos y/o respecto a la distancia que mantienen con los mismos (< 60 m; 60–150 m). Para ello, analizamos el comportamiento de 49 grupos de calderón tropical (*Globicephala macrorhynchus*) dentro de la Zona de Especial Conservación Teno-Rasca, en el suroeste de Tenerife (Islas Canarias). Estos comportamientos se clasificaron a su vez en positivos, neutrales y negativos. Se observaron diferencias significativas entre los comportamientos positivos (26, 10, 18 y 0%) y negativos (8, 39, 27 y 40%), respectivamente para cada barco. Además, aunque las diferencias no fueron significativas, se observaron diferentes tendencias a < 60 m (0% positivos; 62% neutrales; 38% negativos) y entre 60–150 m (22% positivos; 62% neutrales; 16% negativos). Por lo tanto, el presente estudio muestra evidencias que indican que el comportamiento de los calderones podría verse significativamente alterado con el número de barcos.

Abstract

Whale watching is an industry that generates significant economic benefits through tourism. However, poor practices during this activity can potentially have an impact on various species. The objective of this study is to determine if there are changes in behavior based on the number of vessels around cetacean groups and/or the distance maintained (< 60 m; 60-150 m). To achieve this, we analyzed the behavior of 49 groups of long-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) within the Teno-Rasca Special Conservation Zone in the southwest of Tenerife, Canary Islands. These behaviors were classified as positive, neutral, or negative. Significant differences were observed between positive behaviors (26%, 10%, 18%, and 0%) and negative behaviors (8%, 39%, 27%, and 40%) for each boat, respectively. Furthermore, although the differences were not significant, different trends were observed at < 60 m (0% positive, 62% neutral, 38% negative) and between 60-150 m (22% positive, 62% neutral, 16% negative). Therefore, this study provides evidence indicating that the behavior of pilot whales could be significantly altered by the number of boats present.

Introducción

Introducción

Whale watching

El avistamiento de cetáceos (también llamado whale watching, en inglés) es un término que incluye a todos los cetáceos: ballenas, delfines y marsopas (*International Whaling Commission*, s. f.) y consiste en la observación de estos en su hábitat natural. Se trata de una industria que se encuentra de forma global y que produce un gran beneficio económico. Podríamos decir que es un negocio turístico valorado en más de 2,1 mil millones de dólares al año (Sprogis et al., 2023), ya que muchas personas viajan a diferentes partes del mundo para ver cetáceos y por tanto realizar avistamientos desde diferentes tipos de embarcaciones. En Europa los “whale watchers” (observadores de ballenas) se han duplicado en número a lo largo de la década, con un crecimiento anual del 7%, representando el 6% de “whale watchers” del mundo (Parsons, 2012). Sin embargo, hay estudios que demuestran que las interacciones con los barcos de avistamiento pueden provocar cambios fisiológicos y de comportamiento en los cetáceos (Crespo et al., 2016).

En España la actividad recreativa de avistamiento de cetáceos está regulada a través del Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos (*Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*, s. f.), quedando prohibido realizar las siguientes infracciones:

- El contacto físico de embarcaciones o personas con el cetáceo o grupo de cetáceos.
- Alimentar a los animales, tirar alimentos, bebidas, basuras o cualquier otro tipo de objeto o sustancia sólida o líquida que sea perjudicial para los cetáceos.
- Impedir el movimiento libre de los cetáceos, interceptar su trayectoria, cortar su paso o atravesar un grupo de cetáceos, en cualquier momento y dirección.
- Separar o dispersar al grupo de cetáceos y, especialmente, interponerse entre un adulto y su cría.
- Producir ruidos y sonidos fuertes o estridentes para intentar atraerlos o alejarlos, incluyendo la emisión de sonidos bajo el agua.
- Bañarse o bucear en la Zona de Exclusión del Espacio Móvil de Protección de Cetáceos.

INTRODUCCIÓN

- Utilizar sistemas de sónar y/o acústicos para emitir ruidos con objeto de detectar cetáceos o conducirlos a la superficie.
- Dar marcha atrás, excepto en situación de emergencia o para prevenir una colisión con otra embarcación o con un cetáceo.
- Navegar en círculo en torno a un cetáceo o grupo de cetáceos.

Así mismo se describen las siguientes consideraciones a la hora de realizar una maniobra de aproximación:

- Las embarcaciones deberán moverse a una velocidad constante y no superior a cuatro nudos y, en su caso, no más rápida que el animal más lento del grupo, a excepción de la Zona de Exclusión, en donde está prohibido entrar.
- La aproximación a los cetáceos se hará de forma suave y convergente con la dirección y el sentido de la natación de los animales en un ángulo de aproximadamente 30° , nunca de frente, por detrás o perpendicularmente a su trayectoria (Fig. 1). Durante la observación de los cetáceos habrá que mantener la navegación en una trayectoria paralela, sin realizar cambios bruscos de rumbo o velocidad.

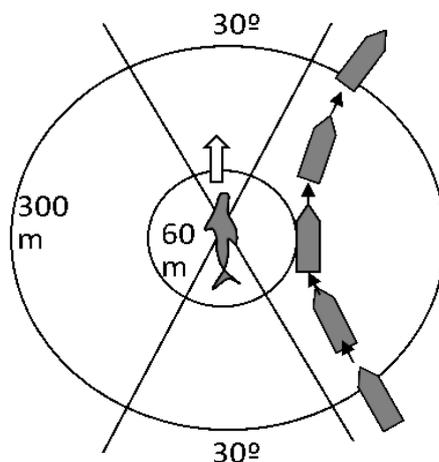


Figura 1. Diagrama de la maniobra de aproximación segura a un grupo de cetáceos (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s. f.).

En las Islas Canarias, concretamente en el suroeste de Tenerife, se encuentran los dos mayores enclaves del turismo de whale watching de la Isla, Puerto Colón y el Puerto de Los Gigantes, llegando a contar con unas 107 empresas dedicadas al

INTRODUCCIÓN

turismo de whale watching aproximadamente, e incluso con más de una embarcación registrada por empresa (*Consejería de Turismo, Industria y Comercio, s. f.*). Estos puertos concentran también el tráfico marítimo de la isla de Tenerife, siendo un punto de entrada importante para las grandes navieras de pasajeros. Ambos puertos se encuentran además dentro de la Zona Especial de Conservación (ZEC) Teno-Rasca.

Calderón tropical (*Globicephala macrorhynchus* Gray 1846)

En esta zona de especial conservación se encuentra una población residente de calderón tropical o de aleta corta *Globicephala macrorhynchus*. El calderón tropical pertenece a la familia Delphinidae y es una especie que presenta un claro dimorfismo sexual, encontrando gran diferencia de tamaño entre ellos, llegando a medir los machos entre 4,5 - 5,0 m y las hembras entre 3,3 - 3,6 m (*Asociación Tonina, s. f.*), existiendo ligeras variaciones morfotípicas en función de la población (Kasuya et al. 1989). Poseen una cabeza gruesa y globosa, en la que se encuentra el melón, u órgano que usan para la ecolocalización que actúa a modo de biosonar. Debido a su alimentación, la cual suele estar basada principalmente en cefalópodos, los calderones deben bucear a grandes profundidades para poder alimentarse. Aunque sus buceos tienen una profundidad media de 700 m (Aguilar de Soto et al., 2008) pueden llegar hasta los 1.018 m de profundidad y ascender en menos de 20 minutos alcanzando velocidades de 2 m/s (Espino et al., 2018), por lo que son conocidos como los “guepardos del mar” (Aguilar de Soto et al., 2008).

Fisiología del buceo y posibles perturbaciones

Para poder bucear a estas profundidades, los calderones necesitan presentar una serie de adaptaciones fisiológicas que comprenden el colapso de sus pulmones y el almacenamiento de O₂ en tejido muscular y sangre, a través de la mioglobina (Rodilla, 2020). Una vez suben a la superficie deben descansar para recuperarse de las inmersiones profundas y eliminar todo el CO₂ almacenado en sus tejidos (Rodilla, 2020), por lo que suelen observarse grupos descansando en superficie. Esta necesidad de descanso tras una inmersión profunda, entraría en conflicto con el gran número de embarcaciones que realizan salidas para avistar a estos cetáceos,

INTRODUCCIÓN

llegando en ocasiones a un máximo de 6 excursiones por día. Según Perrin y colaboradores (2009), si el avistamiento de cetáceos se realiza de manera sostenible y respetuosa se reduce el impacto sobre los cetáceos, proporcionando además beneficios económicos. Sin embargo, un estudio realizado en la población de calderones residentes del suroeste de Tenerife, demostró mediante el análisis de los niveles de cortisol en sangre, que estos cetáceos sufren un mayor estrés en comparación con las poblaciones de otras zonas con menor impacto antropogénico (Crespo, 2016). Por lo que las perturbaciones pueden tener efectos a largo plazo en las tasas vitales. Estas perturbaciones han sido también observadas en otros odontocetos y misticetos en los cuales hubo cambios en la tasa de respiración y velocidad de natación en respuesta a las interacciones de observación de barcos de avistamiento (Christiansen et al., 2014). Dadas estas evidencias, junto al gran número de empresas que se dedican a realizar avistamientos de cetáceos en el sur de Tenerife, este trabajo de fin de grado estudia la hipótesis que evalúa si el número de embarcaciones y/o las buenas o malas prácticas de las mismas, en términos de distancia a los animales, son capaces de influir en el comportamiento de los calderones residentes del suroeste de Tenerife.

Objetivos

Objetivos

El objetivo principal de este estudio fue averiguar si las malas o buenas prácticas llevadas a cabo por las embarcaciones de avistamiento de cetáceos, tienen un efecto en la población de calderones tropicales del suroeste de Tenerife en las zonas en las que se realizan la mayoría de los avistamientos. Para lograr este objetivo se pretendió:

- Evaluar si el número de embarcaciones que permanecen junto a los calderones a la hora de realizar un avistamiento afecta significativamente a su comportamiento.
- Evaluar si la distancia desde las embarcaciones hasta los animales produce cambios significativos en los comportamientos observados en los calderones.

Material y métodos

Material y Métodos

Área de estudio

El presente estudio fue llevado a cabo en la zona suroeste de la isla de Tenerife (Canarias, España), concretamente en el canal que se encuentra entre Tenerife y a Gomera, dentro de la ZEC Teno-Rasca. Esta ZEC es un área muy importante debido al fenómeno de afloramiento o que hace que las aguas más frías y ricas en nutrientes asciendan a la superficie (Bakun, 1990). Gracias a la cantidad de nutrientes que se encuentran, es posible una mayor productividad biológica que atrae a numerosas especies, por lo que es una zona muy especial para el avistamiento de cetáceos debido a su gran diversidad. En esta zona encontramos una población residente de calderones tropicales, que se pueden avistar durante todo el año (*Asociación Tonina*, s. f.), aunque también existen grupos transeúntes en menor número (Heimlich-Boran, 1993). El presente estudio se realizó con la población residente de calderones.

Las labores de muestreo fueron realizadas gracias a ACEST (Asociación Cetáceos Sur de Tenerife) que nos proporcionaron la posibilidad de ir a bordo de dos embarcaciones pertenecientes a su asociación, concretamente de las empresas de avistamiento Atlantic Eco Experience en Puerto Colón y Whale Wise Eco Tours en el Puerto de Los Gigantes. Estas empresas supusieron una ventaja logística a la hora de realizar este estudio, ya que son de las primeras en salir al mar por las mañanas, de forma que fuimos capaces de observar en la mayoría de los casos el comportamiento inicial de los animales.

Trabajo de campo

Para la toma de datos se midieron varios parámetros, con el objetivo de analizar el comportamiento de un grupo o individuo ante la presencia de barcos en su entorno. Esta toma de datos fue realizada en un formulario electrónico pre-diseñado por la empresa, en el cual se recogía la información en el momento del avistamiento. Cuando se encontraba el primer grupo se registró el número de barcos que había a menos de 300 m. Cada vez que un barco se incorporaba a la observación, se tomaba nota de si el comportamiento de los animales cambiaba. También se tomó nota de la

distancia de cada barco al grupo, clasificándola en intervalos de 0-60 m, 60-150 m o 150-300 m. A continuación, se anotó la formación inicial, previa a la llegada de los barcos, y final para evaluar la existencia de perturbaciones en la misma. Además, se tomaron datos del comportamiento inicial, antes de la llegada de los barcos, y final del grupo. Estos comportamientos, fueron clasificados a su vez en positivos (acercamientos amistosos e interacción con el barco), negativos (signos interpretables como estrés) y neutrales (comportamientos no amistosos, pero sin signos interpretables de estrés). Una descripción de los comportamientos estudiados se encuentra en la Tabla 1:

Tabla 1. Clasificación de cada comportamiento del calderón tropical registrado en las actividades de avistamiento de cetáceos, según fuese positivo, neutro o negativo.

Comportamiento	Abreviación	Tipo	Descripción
Socializando	Sc	Positivo	Acercamiento amistoso al barco
Descanso en superficie	DS	Neutral	En superficie relajados
Forrajeando	Fj	Neutral	Buscando comida
Viajando lento rumbo constante	VLRC	Neutral	Se desplazan lentamente con un rumbo fijo
Viajando lento rumbo variable	VLRV	Negativo	Se desplazan lentamente cambiando la dirección
Viajando rápido rumbo constante	VRRC	Negativo	Se desplazan rápido con rumbo fijo (p.e. huida)
Viajando buceo largo no profundo	VBLNP	Negativo	Se sumergen unos cuantos metros (p.e. maniobra de despiste)
Tail slap cerca del barco	TS	Negativo	Aletazos cerca del barco

Análisis de los datos

Los datos fueron analizados mediante el software Microsoft Excel y R-Studio. Para el análisis estadístico se utilizó el método de remuestreo Bootstrap para examinar sub o infraestimaciones en las frecuencias absolutas de los comportamientos, debido al tamaño reducido de la muestra. Posteriormente, se realizó un Test Exacto de Fisher con aproximación de Montecarlo para determinar diferencias significativas entre el número de barcos y la distancia del mismo al grupo

de calderones, cuando los comportamientos eran agrupados en cada categoría: positivo, neutral o negativo.

Resultados

Resultados

Se registraron 49 avistamientos de grupos de calderón tropical, entre marzo y abril de 2023, variando en número de avistamientos observados cada día.

Número de barcos

Respecto a los cambios de comportamiento observados en el número de barcos, se observó la aparición de ciertos comportamientos de forma más o menos frecuente en función al número de barcos. DS tuvo una frecuencia más o menos homogénea con 43, 42, 36 y 40%, respectivamente para cada número de barcos (Fig. 2 y 3). Por otro lado, otros comportamientos predominaron solo con el primer barco, tales como VLRC (22, 10, 9 y 0%, respectivamente) y Sc (25, 10, 18 y 0%, respectivamente). VLRV fue más frecuente con la aparición del segundo barco, con valores de 8, 23, 9 y 20%, respectivamente para cada barco. Así mismo, tanto VBLNP (0, 13, 18 y 20%, respectivamente) como Fj (0, 0, 9 y 20%, respectivamente) fueron más comunes con la aparición del tercer barco. Los comportamientos VRRC (3%) y TS (2%), solo se registraron para el segundo y primer barco, respectivamente. No se registró ninguna situación en la que hubiera un quinto barco.

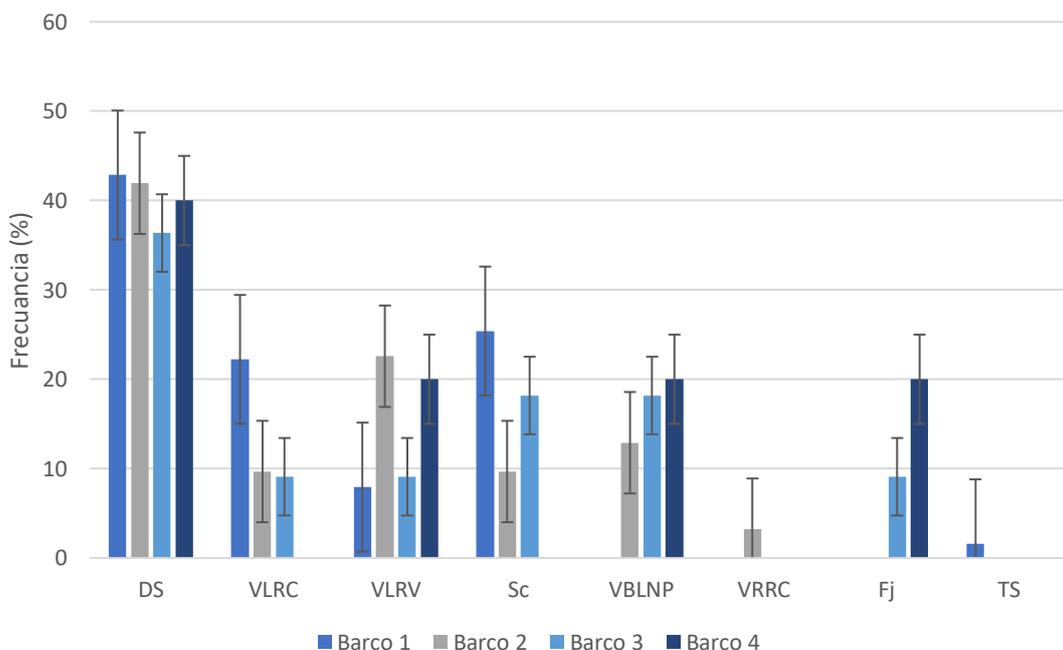


Figura 2. Frecuencias porcentuales para cada comportamiento del calderón tropical *Globicephala macrorhynchus* para cada número de barcos.

RESULTADOS

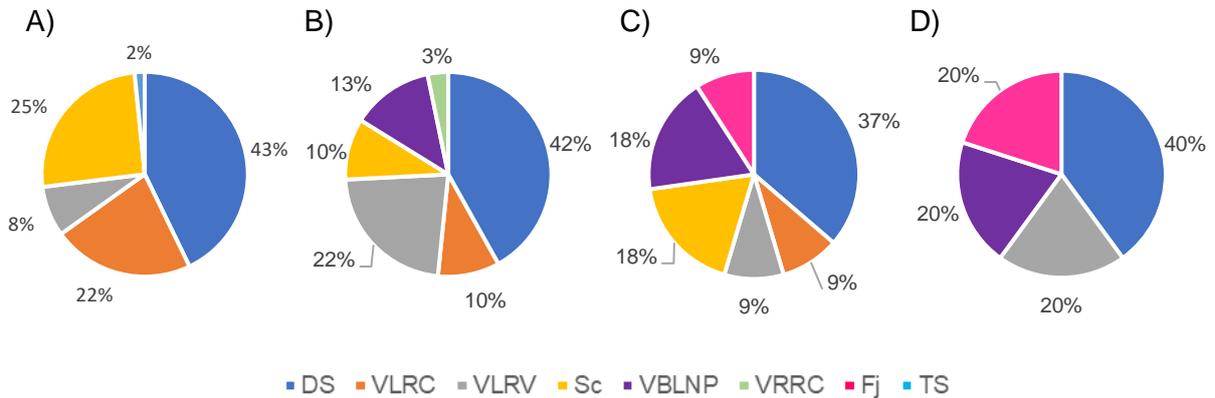


Figura 3. Frecuencias porcentuales de cada comportamiento del calderón tropical para cada barco de forma específica. Cada uno de los sectores (A, B, C y D) corresponde con cada número de barcos analizado (1, 2, 3 y 4, respectivamente).

Además, se observaron diferencias en las frecuencias relativas de cada tipo de comportamiento en función del número de barcos, observándose una mayor frecuencia de comportamientos positivos con el primer barco (26, 10, 18 y 0%, respectivamente para cada número de barcos) y una mayor frecuencia de comportamientos negativos con el cuarto barco (8, 39, 27 y 40%, respectivamente para cada barco) (Fig. 4). Los comportamientos neutrales se distribuyeron de forma homogénea (66, 52, 55 y 60%, respectivamente para cada barco) (Fig. 4).

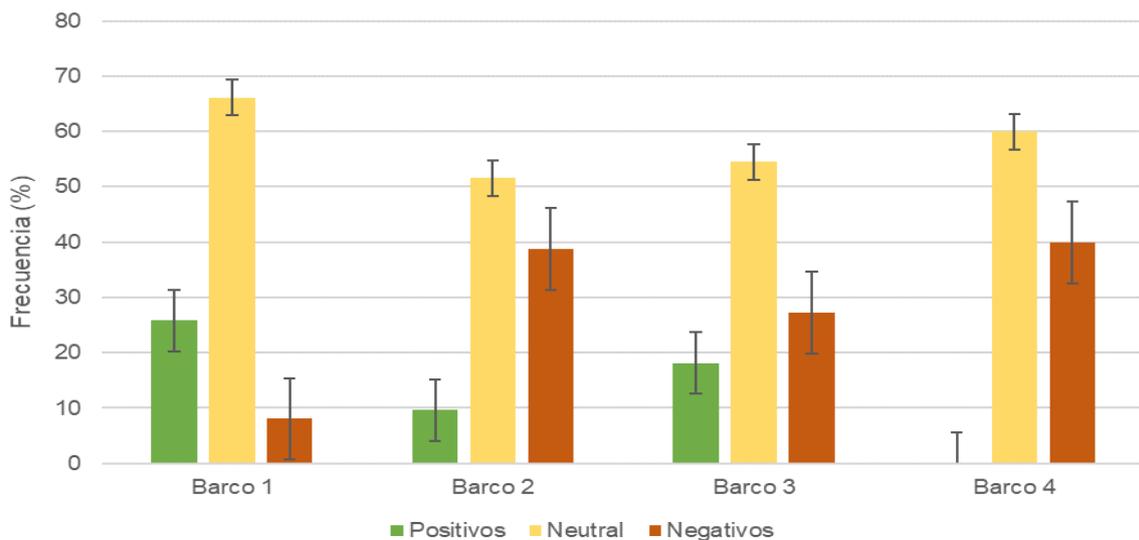


Figura 4. Frecuencias porcentuales de cada tipo de comportamiento del calderón tropical *Globicephala macrorhynchus* (positivo, neutral o negativo) para cada número de barcos.

Se contabilizó que en un 57,14% de los grupos estudiados, se produjo un cambio de comportamiento entre la situación inicial y la situación final. Así mismo, se observó que solo en un 16,32% de los casos se daba un cambio de formación en el grupo entre la situación inicial y la situación final. El número mediano de barcos con los que se daba un cambio de comportamiento, fue de 1 (IQR: 0-1).

Distancia de los barcos

Para la distancia de los barcos frente a los calderones hemos realizado diagramas de sectores y gráficos de barra. Con esto podemos ver el comportamiento de los calderones con respecto a la distancia que se posicionan los barcos. No se observaron barcos realizando avistamientos en la franja de 150-300 y solo fue posible registrar tres comportamientos (DS, VLRC y VBLNP) producidos en los rangos de distancias de menos de 60 metros y entre 60-150 metros. Se observaron frecuencias relativas más altas en el rango de menos de 60 metros tanto para VLRC (38 y 17%, respectivamente para cada rango de distancia) y VBLNP (38 y 2%, respectivamente para cada rango de distancia) (Fig. 5 y 6). Por otro lado, se observaron frecuencias más altas entre 60-150 metros para el comportamiento DS (25 y 43%, respectivamente para cada rango de distancia) (Fig. 5 y 6).

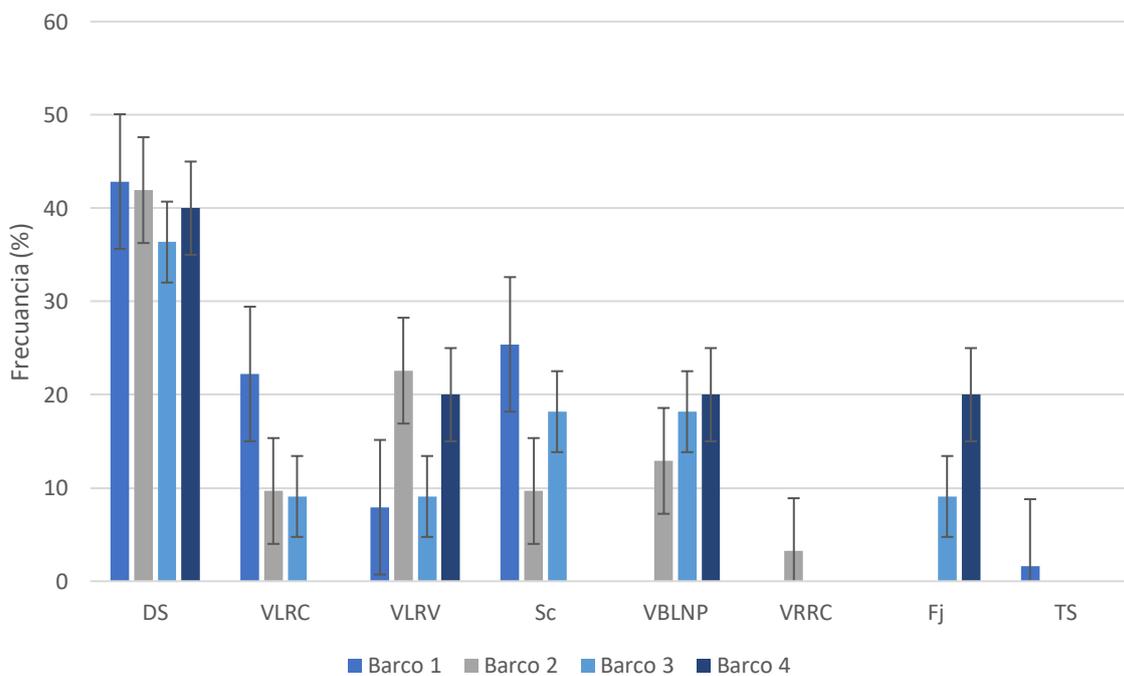


Figura 5. Frecuencias porcentuales de los comportamientos del calderón tropical

RESULTADOS

Globicephala macrorhynchus para barcos que se registraron a menos de 60 m y entre 60-150 m de distancia desde las embarcaciones hasta los animales.

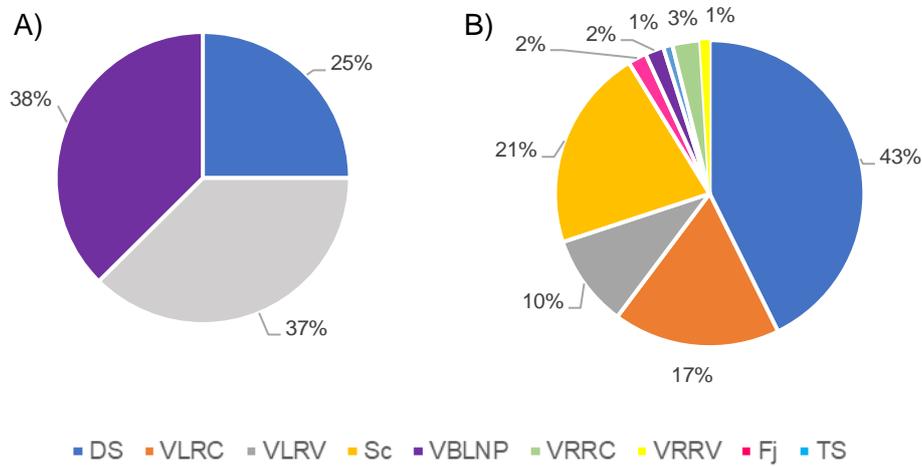


Figura 6. Frecuencias porcentuales de los comportamientos del calderón tropical *Globicephala macrorhynchus* para A) barcos a menos de 60 metros y B) barcos entre 60 y 150 metros de distancia desde las embarcaciones hasta los animales.

También se observaron diferencias en las frecuencias relativas de cada tipo de comportamiento en el rango de distancia, observándose una mayor frecuencia de comportamientos negativos a menos de 60 metros en comparación con el rango entre 60-150 metros (0 y 22%, respectivamente para cada rango de distancia) y así como una menor frecuencia de comportamientos positivos entre a menos de 60 metros en comparación con el rango entre 60-150 metros (38 y 16%, respectivamente para cada rango de distancia) (Fig. 7). Los comportamientos neutrales se distribuyeron de forma homogénea con valores de con un 63% en ambos rangos de distancia (Fig. 7).

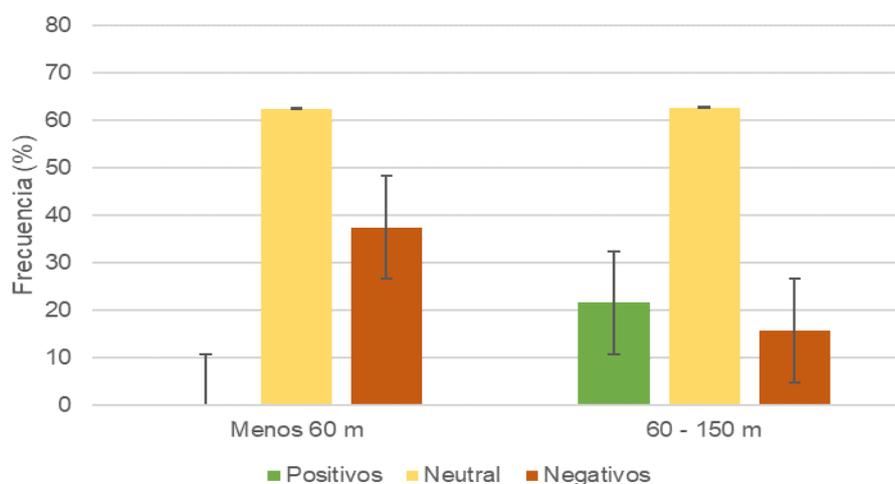


Figura 7. Frecuencias porcentuales de cada tipo de comportamiento del calderón tropical *Globicephala macrorhynchus* (positivo, neutral o negativo) para los diferentes rangos de distancias desde las embarcaciones hasta los animales considerados: menos de 60 m, 60-150 m.

Resultados del análisis estadístico

Respecto al número de barcos, los resultados del método Bootstrap muestran una baja precisión en las frecuencias de DS debido a una posible infraestimación (Tabla 2). Sin embargo, los comportamientos Sc y Fj, así como las frecuencias asociadas a los barcos 1 y 2, presentan una precisión moderada con una ligera sobrestimación en la muestra. Además, los comportamientos VLRC y VLRV presentaron una precisión de frecuencias alta con una posible sobrestimación VLRC y una posible infraestimación VLRC, mientras que las frecuencias asociadas a los barcos 3 y 4 también tuvieron una alta precisión, pero en este caso, con una ligera posible infraestimación. Finalmente, los comportamientos VRRC y TS presentaron una muy alta precisión en cuanto la estimación de las frecuencias.

RESULTADOS

Tabla 2. Resultados del método Bootstrap respecto al número de barcos frente a las frecuencias de los diferentes comportamientos.

Comportamiento	Media	Bias	Error Estándar	Precisión
DS	9.0	-1.69	5.60	BAJA
VLRC	4.5	0.50	2.88	ALTA
VLRV	3.5	-0.13	1.38	ALTA
Sc	4.5	2.13	2.74	MODERADA
VRRC	0.3	0.13	0.14	MUY ALTA
Fj	0.5	0.12	0.43	MODERADA
TS	0.3	0.01	0.13	MUY ALTA
Números de Barcos	Media	Bias	Error Estándar	Precisión
1	7.0	0.43	2.61	MODERADA
2	3.4	0.20	1.44	MODERADA
3	0.9	-0.22	0.16	ALTA
4	0.4	-0.02	0.18	ALTA

Respecto al rango de distancia de los barcos, los resultados del método Bootstrap muestran una baja precisión en las frecuencias de DS debido a una infraestimación (Tabla 3). Además, se obtuvieron precisiones moderadas con una ligera infraestimación para VLRC, así como para las frecuencias asociadas a los rangos de distancia de menos de 60 metros y 60-150 metros, en estos casos, debido a una posible sobrestimación. El comportamiento VBLNP presentó una alta precisión con un posible y ligera infraestimación.

Tabla 3. Resultados del método Bootstrap respecto al rango de distancia desde las embarcaciones hasta los animales considerados: menos de 60 m, 60-150 m.

Comportamiento	Media	Bias	Error Estándar	Precisión
DS	23.0	-10.50	14.85	BAJA
VLRC	10.5	-3.75	5.30	MODERADA
VBLNP	2.5	-0.25	0.35	ALTA
Distancia	Media	Bias	Error Estándar	Precisión
< 60	0.9	0.11	0.47	MODERADA
60 - 150 m	11.4	1.19	3.18	MODERADA

Respecto al Test Exacto de Fisher, se observaron diferencias significativas, con un nivel de significación de 0.05, entre cada tipo de comportamiento (positivo, neutral y negativo) en función al número de barcos (p -valor = 0,010), podemos concluir que

la asociación entre el número de barcos y la reacción de los calderones es estadísticamente significativa. Sin embargo, no se obtuvieron estas diferencias al comparar las frecuencias de cada tipo de comportamiento con el rango de distancia al barco (p -valor = 0,143). No obstante, es importante destacar que el tamaño de muestra utilizado en este estudio resulta insuficiente para establecer conclusiones de significancia estadística en relación a estos resultados obtenidos. Por consiguiente, se sugiere la recolección de una cantidad adicional de datos con el fin de corroborar las hipótesis planteadas.

Discusión

Discusión

En este estudio hemos investigado la posible relación entre el número de barcos que rodean a los calderones y su comportamiento, así como la relación entre la distancia de los barcos a los calderones y su comportamiento. Nuestros datos indican que existen cambios significativos en el comportamiento de los calderones respecto al número de barcos que los rodean (Fig. 2 y 3), existiendo un mayor porcentaje de comportamientos negativos cuanto mayor es el número de barcos (Fig. 4). Hemos observado que en un 57,14% y un 16,32% de los casos se producen cambios de comportamiento y formación (respectivamente) en el grupo, al principio y al final del avistamiento. Esta observación coincide con la de otros estudios como en el de Guerra y colaboradores (2014), sobre delfines mulares (*Tursiops truncatus*) donde la formación de los cetáceos se vio afectada en grupos de madres con crías, no detectándose cambios en la velocidad ni en la dirección en respuesta a la presencia de barcos. Por otra parte, nuestros resultados indican que no hay evidencia suficiente para afirmar que la distancia de los barcos a los calderones afecta significativamente a la frecuencia del comportamiento de éstos (Fig. 5 y 6). Sin embargo, se observó un mayor porcentaje de comportamientos negativos (38%) que de positivos (0%), cuando los barcos se encontraban en el rango de menos de 60 metros (Fig. 7). En otros estudios, se observó que los grupos de delfines (*Stenella longirostris*) pueden aumentar su velocidad de nado para mantener o aumentar su distancia de las embarcaciones que los persiguen (Timmel et al., 2008), siendo esta superior a la velocidad de nado promedio de otros grupos de delfines (Würsig et al., 1994). Efectos similares en el comportamiento han sido descritos previamente en ballenas jorobadas en las cuales se producen cambios de rumbo, disminución del tiempo de descanso, incremento la tasa de respiración y aumento la velocidad de nado debido a la proximidad de las embarcaciones y al ruido producido por las mismas (Sprogis et al., 2020).

Además de los resultados obtenidos, es importante reflexionar sobre las limitaciones de nuestro estudio y la necesidad de recolectar más datos para corroborar las hipótesis planteadas. Una de las principales limitaciones de nuestro estudio es el tamaño de muestra utilizado, el cual resulta insuficiente para establecer conclusiones de significancia estadística en los resultados obtenidos. La falta de datos y la

realización de nuestras observaciones durante una temporada baja, con una menor presencia de barcos, podrían ser factores que contribuyeron a la escasez de datos en este estudio. Es posible que, durante la temporada alta, cuando hay una mayor actividad de navegación, se produzcan interacciones más frecuentes entre los barcos y los calderones, lo que podría generar una mayor cantidad de datos y permitir un análisis más robusto. Por lo tanto, recomendamos la recolección de una cantidad adicional de datos durante periodos de mayor actividad de navegación para obtener una imagen más completa y representativa de las interacciones entre los barcos y los calderones. Es importante destacar que, si bien nuestros resultados indican cambios significativos en el comportamiento de los calderones en relación al número de barcos, así como una mayor proporción de comportamientos negativos a distancias cortas, existen otras circunstancias puntuales que podrían tener un impacto mayor en el comportamiento de los calderones que el mero número de embarcaciones presentes. Estas circunstancias podrían incluir acciones como dar marcha atrás, navegar a gran velocidad o pasar encima de los animales, las cuales podrían generar respuestas más intensas por parte de los calderones.

También es importante considerar las implicaciones de nuestras observaciones para la gestión y regulación de las actividades de avistamiento cetáceos. Dado que hemos observado cambios significativos en el comportamiento de los calderones en respuesta al número de barcos que los rodean, es necesario tomar medidas para minimizar los impactos negativos de estas interacciones. En primer lugar, es fundamental establecer un sistema de vigilancia sobre las regulaciones y directrices establecidas para la industria del avistamiento de calderones y otras actividades relacionadas con la navegación en las áreas donde estos cetáceos se encuentran presentes. Esta medida puede ayudar a reducir la perturbación y el estrés causado por la presencia de barcos y permitir que los calderones mantengan comportamientos naturales sin interrupciones significativas. Además, es importante implementar un sistema universal de capacitación para los operadores de embarcaciones y guías turísticos que participan en actividades de avistamiento. Estos programas o licencias existen actualmente pero su cumplimiento queda en muchas ocasiones a voluntad del propio patrón. La concienciación pública también es esencial para fomentar prácticas de avistamiento sostenibles y fomentar la apreciación y conservación de los calderones y su hábitat. Asimismo, es crucial establecer mecanismos de monitoreo y

seguimiento de las interacciones entre los barcos y los calderones. Esto puede incluir la implementación de programas de registro de avistamientos, donde los operadores de embarcaciones y los turistas informen sobre las observaciones de calderones y las circunstancias de cada encuentro. Estos datos pueden proporcionar información valiosa sobre los patrones de comportamiento de los calderones y ayudar a identificar áreas o períodos de mayor actividad de avistamiento. Finalmente, es esencial fomentar la investigación adicional sobre las interacciones entre los barcos y los cetáceos de las Islas Canarias, así como los posibles efectos a largo plazo de estas interacciones en la salud y el bienestar de los animales. Esto puede implicar estudios más exhaustivos que incluyan un mayor tamaño de muestra, análisis de datos a largo plazo y la incorporación de técnicas de monitoreo avanzadas, como el uso de dispositivos de seguimiento remoto en los calderones. Nuestras observaciones destacan la importancia de regular y gestionar adecuadamente las actividades de avistamiento de calderones para minimizar los impactos negativos en estos animales. La implementación de regulaciones claras, programas de capacitación, concienciación pública y programas de monitoreo puede contribuir a garantizar un enfoque responsable y sostenible hacia el avistamiento de cetáceos y la conservación de sus hábitats marinos.

En conclusión, nuestro estudio proporciona evidencia preliminar de una posible relación entre el número de barcos y el comportamiento de los calderones. Sin embargo, debido a las limitaciones mencionadas, se requiere una mayor cantidad de datos para respaldar y generalizar estos hallazgos. Recomendamos la realización de investigaciones futuras que involucren un tamaño de muestra más grande y una mayor variedad de escenarios de interacción entre los barcos y los calderones, con el fin de obtener una comprensión más completa de los factores que influyen en el comportamiento de estos cetáceos. Esta información puede ser valiosa para la implementación de medidas de gestión adecuadas que minimicen los impactos negativos de la actividad humana en las poblaciones de calderones y promuevan su conservación.

Conclusiones

Conclusiones

Las conclusiones de nuestro estudio sobre el impacto en el comportamiento de los calderones tropicales ante las embarcaciones de avistamiento de cetáceos en la zona suroeste de Tenerife son las siguientes:

- El número de barcos afecta significativamente al comportamiento de los calderones, existiendo un mayor porcentaje de comportamientos negativos cuanto mayor es el número de barcos.
- La distancia de los barcos a los calderones, parece estar relacionada con la aparición de comportamientos negativos, sin embargo, nuestro estudio no tuvo datos suficientes para confirmar este hecho.
- A partir de nuestras observaciones, podemos afirmar que las embarcaciones de avistamiento de cetáceos tienen un impacto en el comportamiento de los calderones.

Consideraciones para futuros estudios:

- Ampliación del estudio para incluir otras especies y recopilar más datos en áreas con alta densidad de avistamiento de cetáceos, que fueron previamente estudiadas en este trabajo. Asimismo, se sugiere tomar datos de zonas con menor densidad de embarcaciones de avistamiento para realizar una comparativa exhaustiva de la situación.
- Muestreo durante un período de tiempo más prolongado y en diferentes épocas del año, para aumentar el tamaño de la muestra y obtener resultados más precisos sobre el tipo de impacto que las embarcaciones de avistamiento de cetáceos tienen en las poblaciones estudiadas.

Conclusions

The conclusions of our study on the impact of whale watching boats on the behavior of pilot whales in the southwest of Tenerife are as follows:

- The number of boats seems to significantly affect the behavior of the pilot whales, with a higher percentage of negative behaviors occurring with a greater number of boats.
- The distance between the boats and the pilot whales appears to be related to the occurrence of negative behaviors; however, our study does not have enough data to confirm this fact.
- Based on our observations, we can affirm that whale watching boats have an impact on the behavior of pilot whales.

Considerations for future studies:

- Expand the study to include other species and collect more data in areas with a high density of cetacean sightings, which were previously studied in this work. Additionally, it is suggested to gather data from areas with a lower density of sighting companies to conduct a comprehensive comparison of the situation.
- Increase the sampling period and collect data at different times of the year to expand the sample size and obtain more precise results on the specific impact that whale watching boats have on the studied populations.

Bibliografía

Bibliografía

- Aguilar de Soto, N., Johnson, M. P., Madsen, P. T., Díaz, F., Domínguez, I., Brito, A., & Tyack, P.** (2008). Cheetahs of the deep sea: deep foraging sprints in short-finned pilot whales off Tenerife (Canary Islands). *Journal of Animal Ecology*, 77(5), 936-947.
- Asociación Tonina (s. f.).** *Calderón tropical - short-finned pilot whale*. Recuperado de <https://asociaciontonina.com/gallery/calderones-globicephala-macrorhynchus/>. Fecha de acceso: 6 de julio de 2023.
- Bakun, A.** (1990). Global Climate Change and Intensification of Coastal Ocean Upwelling. *Science*, 247(4939), 198-201.
- Christiansen, F., Rasmussen, M. H., & Lusseau, D.** (2014). Inferring energy expenditure from respiration rates in minke whales to measure the effects of whale watching boat interactions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 459, 96-104.
- Consejería de Turismo, Industria y Comercio. (s. f.).** *Actividad Observación de Cetáceos*. Recuperado de https://www.gobiernodecanarias.org/turismo/dir_gral_ordenacion_promocion/observacion_cetaceos/. Fecha de acceso: 6 de julio de 2023.
- Crespo, A., Marrero, J., Vitoria, M., Acosta, N., Albaladejo, G., Quinto, D., Escáñez, A. y Díaz, M.** (octubre, 2016). *Cambios de comportamiento y alteraciones en los niveles de cortisol en grasa subcutánea ("blubber") de calderón tropical (Globicephala macrorhynchus) indican estrés crónico asociado a la actividad de observación de cetáceos en poblaciones de la isla de Tenerife*. IX Congreso SEC, Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Espino, F., Boyra, A., Fernandez-Gil, C., & Tuya, F.** (2018). *Guía de Biodiversidad Marina de Canarias*. Oceanográfica: Divulgación, Educación y Ciencia, 1ª Edición, 460 pp. ISBN: 978-84-09-07360-3
- Effects of boats on the surface and acoustic behaviour of an endangered population of bottlenose dolphins. *Endangered Species Research*, 24(3), 221-236.
- Heimlich-Boran, J. R.** (1993). *Social Organisation of the Short-finned Pilot Whale, Globicephala Macrorhynchus, with Special Reference to the Comparative Social Ecology of Delphinids*. [Tesis doctoral, University of Cambridge]. <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/21661/Heimlich-BoranJR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- International Whaling Commission (s. f.).** *Whale Watching*. Recuperado de <https://iwc.int/management-and-conservation/whalewatching>. Fecha de acceso: 6 de julio de 2023.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s. f.).** *Actividad recreativa de observación de cetáceos (AROC)*. Recuperado de <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/biodiversidad-marina/habitats-especies-marinos/especies-marinas/AROC.aspx>. Fecha de acceso: 6 de julio de 2023.
- Kasuya, T., Miyashita, T. & Katsamatsu, F.** (1988). Segregation of two forms of short-finned pilot whales off the Pacific coast of Japan. *Scientific Reports of the Whales Research Institute*, 39, 77–90.
- Parsons, E. C. M.** (2012). The Negative Impacts of Whale-Watching. *Journal of Marine Biology*, 2012, 1-9.
- Perrin, W. F., Würsig, B., & Thewissen, J. G. M.** (2009). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, 3ª Edición, 1190 pp. **Rodilla, V.** (2020). *Comportamiento respiratorio de un cetáceo de buceo profundo (Globicephala macrorhynchus): ¿Por qué hiperventila el calderón tropical?*. [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de La Laguna]. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/20051>
- Sprogis, K. R., Holman, D., Arranz, P., & Christiansen, F.** (2023). Effects of whale-watching activities on southern right whales in Encounter Bay, South Australia. *Marine Policy*, 150, 105525.
- Sprogis, K. R., Videsen, S. K. A., & Madsen, P. T.** (2020). Vessel noise levels drive behavioural responses of humpback whales with implications for whale-watching. *Elife*, 9, e56760.
- Timmel, G., Courbis, S., Sargeant-Green, H., & Markowitz, H.** (2008). Effects of Human Traffic on the Movement Patterns of Hawaiian Spinner Dolphins (*Stenella longirostris*) in Kealakekua Bay, Hawaii. *Aquatic Mammals*, 34(4), 402-411.
- Würsig, B., Wells, R., Norris, K., & Würsig, M.** (1994). A spinner dolphin's day. In K. Norris, B. Würsig, R. Wells, M. Würsig, S. Brownlee, C. Johnson et al. (Eds.), *The Hawaiian spinner dolphin*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1ª Edición, 436 pp. ISBN: 9780520082083