

ALMORAIMA 43, 2012

ESTUDIO DE CONTROL-EXPOSICIÓN DEL CALDERÓN COMÚN (*GLOBICEPHALA MELAS*) A LA ACTIVIDAD DEL AVISTAMIENTO DE CETÁCEOS EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Andréu, Ezequiel^{1,2} Téllez, Elena¹ Santos, M^a Eugenia³ Cervera, J. Lucas²

(1) Turmares Tarifa, C/ Alcalde Juan Núñez, S/N, 11380, Tarifa, Cádiz, Spain

(2) Departamento de Biología, Universidad de Cádiz, Polígono del Río San Pedro, s/n 11510 Puerto Real, Cádiz, Spain

(3) Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. Carlos III, s/n 45071 Toledo, Spain eandreu@turmares.com

RESUMEN

En el estrecho de Gibraltar coexisten cuatro especies de cetáceos residentes, de las cuales, el calderón común (*Globicephala melas*) es la más frecuentemente avistada. El objetivo de este estudio es analizar la influencia de la actividad del avistamiento de cetáceos sobre esta especie. Para desarrollar el estudio se establecieron dos áreas: área de control (entre 100 y 700 metros) y área de exposición (menos de 100 metros). Este estudio se ha llevado a cabo durante los pasados siete años (2003-2009) desde abril hasta octubre, cubriendo 48.091 kilómetros durante 2.882 horas y

obteniéndose un total de 506 avistamientos de calderón común. Se contrastaron estadísticamente diferentes variables (tabla de contingencias) como la actividad, tamaño grupal, cohesión de grupo y presencia/ausencia de crías, entre otras. La relación entre el área y la actividad, además de la cohesión de grupo y la actividad resultaron estadísticamente significativas ($p\text{-value} < 0.05$). Las actividades más frecuentemente observadas fueron la navegación (58%) y el descanso (23%) (cuando los animales se encontraban inmóviles en la superficie del agua). Los resultados obtenidos denotan un cambio de actividad durante la presencia de embarcaciones de avistamiento de cetáceos en el área de exposición. Además, cuando los animales están descansando, la cohesión de grupo aumenta, volviéndose éste más compacto. Se concluye que es necesario determinar la capacidad de carga de embarcaciones de avistamiento de cetáceos en el Estrecho de Gibraltar y se recomienda que los operadores de avistamiento de cetáceos que trabajan en las aguas del estrecho de Gibraltar continúen y mejoren la colaboración en el futuro. Resulta además muy importante respetar y velar por el cumplimiento del Real Decreto 1727/2007 de 21 de diciembre en el área de estudio, mediante un plan de control consensuado entre España y Marruecos.

Palabras clave: avistamiento de cetáceos, Estrecho de Gibraltar, comportamiento, calderón común.

Abstract:

*Four resident species of cetaceans coexist in the Strait of Gibraltar, although long-finned pilot whale (*Globicephala melas*) is the most frequently sighted. The aim of this study is to analyze the influence of whale watching on this species. To carry out the study, two areas were established: control area (from 700 to 100 meters) and exposure area (less than 100 meters). Our study has been conducted during the past seven years (2003-2009) from April to October, covering 48.091*

kilometers during 2.882 hours and obtaining 506 sightings of pilot whale. Different variables were compared statistically (cross-tabulation analysis) such as activity, group size, group cohesion and presence/absence of calf, among others. The relationship between zone and activity, and group cohesion and activity was statistically significant ($p\text{-value}<0.05$). The most frequently activities observed were navigation (58%) and resting (23%) (when animals were immobile in the water surface). The results indicate a change of activity during the presence of whale watching boats in exposure area. In addition, when the animals are resting, the group cohesion increases becoming more compact. We thus conclude that is necessary determine carrying capacity of whale watching boats in the Strait of Gibraltar and we recommend that the whale watching operators working in the waters of the Strait of Gibraltar continue and improve the collaboration in the future. It is also very important to respect and enforce the Spanish Royal Decree 1727/2007 in the study area, through a monitoring plan agreed between Spain and Morocco.

Key words: *whale watching, Strait of Gibraltar, behavior, long-finned pilot whale.*

INTRODUCCIÓN

El turismo de naturaleza abarca una gran variedad de modelos de disfrute medioambiental, mientras el ecoturismo requiere adicionalmente de contribuciones a la conservación de las especies o hábitats implicados (Goodwin, 1996). Ambos han adquirido gran importancia en el contexto internacional en las últimas décadas. Algunos países de diversos continentes se han posicionado como destinos ecoturísticos.

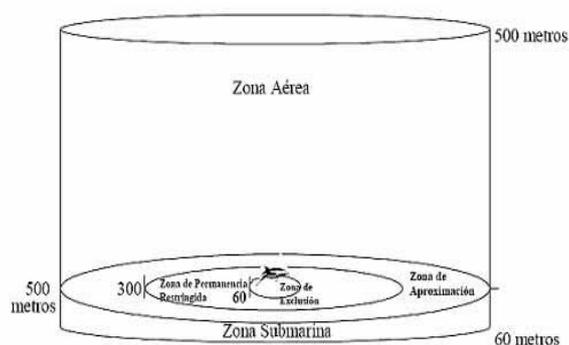
Hoy en día, el ecoturismo es una de las actividades que hace más viable la implantación de modelos de desarrollo sostenible; se ofrece al turista la posibilidad de disfrutar de la oferta ambiental de un área geográfica, ya sea representada en su diversidad biológica, ecosistémica o en sus paisajes y acervo cultural, a cambio de una retribución que beneficia en primera instancia a la comunidad local. Se desarrolla así en el mejor de los casos un tejido empresarial que supone el sustento económico de dicha comunidad. Además del beneficio económico, se obtienen oportunidades de

empleo local (IFAW, 1999) y en ocasiones soporte logístico para investigación científica (Robbins & Mattila, 2000).

En el estrecho de Gibraltar se pueden observar hasta siete especies de cetáceos, cuatro de ellas residentes y tres semi-residentes o migratorias. Las cuatro especies residentes del Estrecho de Gibraltar son el delfín común (*Delphinus delphis*), delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), delfín mular (*Tursiops truncatus*) y el calderón común (*Globicephala melas*) y las 3 especies semi-residentes y migratoria son respectivamente la orca (*Orcinus orca*), el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y el rorcual común (*Balaenoptera physalus*). Esta zona supone además parte de la distribución de otras especies que son avistadas esporádicamente o que son observadas varadas en la costa, como son la yubarta (*Megaptera novaeangliae*), el calderón gris (*Grampus griseus*), el rorcual aliblanco (*Balaenoptera acutorostrata*), la marsopa (*Phocoena phocoena*) o la falsa orca (*Pseudorca crassidens*) entre otras.

De todas ellas, el calderón común supone el objeto principal de la actividad del avistamiento de cetáceos, siendo la especie más avistada desde las embarcaciones de avistamiento, junto con el delfín mular, y por tanto la especie más susceptible de ser influenciada por la actividad. Para el área del Estrecho de Gibraltar se estima un total de aproximadamente 270 individuos de calderón común (Verborgh *et al.*, 2006).

Figura 1. Espacio móvil de protección de cetáceos, y las zonas y medidas que comprende según el anexo I del RD 1727/2007.



MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de recopilación de datos se ha llevado a cabo a lo largo de las temporadas comprendidas entre 2003 y 2009 entre los meses de abril y octubre, ambos incluidos. Se realizó desde dos embarcaciones comerciales de avistamiento de cetáceos que operan en el estrecho de Gibraltar: Jackelin y Dolphin Safari.

Los datos recopilados se corresponden con los protocolos que establece la SEC (Sociedad Española de Cetáceos) (S.E.C., 1999). Cada avistamiento se dividió en tres apartados: el primer avistamiento, el contacto y el fin del avistamiento. En cada apartado se recopilaron datos de posición mediante el uso de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), así como en el primer avistamiento y en el fin se tomaron datos meteorológicos y oceanográficos. La actividad de los animales fue anotada en cada uno de los apartados. En el primer apartado se anotó la velocidad de aproximación al cetáceo o grupo de cetáceos, así como la distancia a la que habían sido observados, ángulo y la señal que indicó su presencia. En el contacto se recogieron datos referentes a la estructura social (cohesión, tamaño mínimo de grupo, presencia de crías, interacción...) y al comportamiento general (asociación con aves, con barcos, orientación...). Tanto en el contacto como en el fin del avistamiento se anotó la respuesta de los animales a la embarcación dividida en aproximación, indiferencia y evasión. Se consideró aproximación cuando los animales se acercaban a la embarcación una vez que ésta se situaba en la zona de permanencia restringida¹. Se consideró indiferencia como una actitud neutra con respecto a nuestra embarcación, en la que los animales no se acercaban ni se alejaban. Por último, el comportamiento evasivo se consideró como una actitud huidiza con respecto a la embarcación. Complementariamente, se recopilaron una serie de datos referentes al esfuerzo, en el denominado “Cuaderno de Bitácora”.

¹ Según establece el Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre del 2007 en su artículo 2, la zona de permanencia restringida es aquella que comprende la superficie entre el límite de la zona de exclusión (a 60 metros del cetáceo o grupo de cetáceos) y el límite de la zona de aproximación (que comprende la superficie entre los 300 metros del límite de la zona de permanencia restringida y los 500 metros del contorno exterior del espacio móvil de protección de cetáceos).

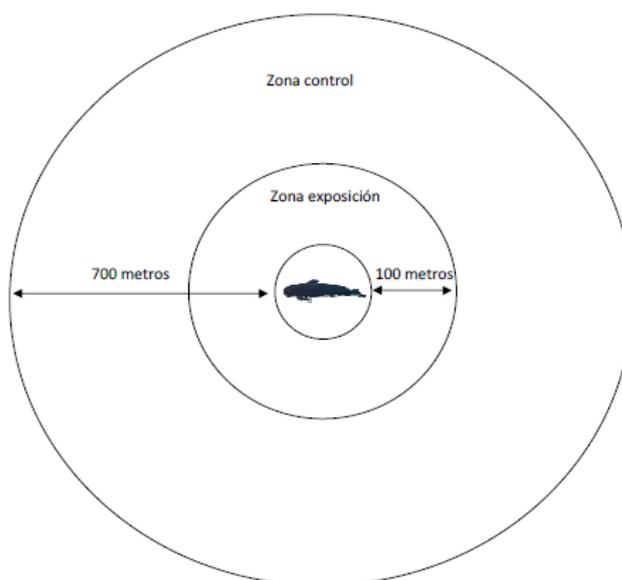
Tabla 1. Variables y categorización de las mismas, utilizadas para este estudio.

Variable	Categorías	Significado
Distancia al grupo	1	0 - 100 m
	2	101 - 700 m
Hora	1	9:00 - 15:00
	2	15:01 - 21:00
Actividad	1	Alimentación
	2	Descanso
	3	Remoloneo
	4	Socialización
	5	Natación rápida
	6	Natación lenta
	7	Natación
	8	Natación en
Respuesta al barco	1	Aproximación
	2	Indiferencia
	3	Evasión
Cohesión del grupo	1	Muy disperso
	2	Disperso
	3	Cohesionado
	4	Muy
	5	Solo
Presencia barcos	1	Sí
	2	No
Presencia crías	1	Sí
	2	No
Tamaño del grupo	1	0-20
	2	21-90
	3	+91

Para el análisis de los datos previamente categorizados (tabla 1), se establecieron dos áreas (figura 2):

- Área de control (entre 100 y 700 metros), suponiéndose una zona donde la presencia de la embarcación de estudio no ejerce influencia alguna sobre el animal o grupo de animales.
- Área de exposición (menos de 100 metros), suponiéndose una zona de influencia sobre el animal o grupo de animales por parte de la embarcación de estudio.

Figura 2. Áreas de control y exposición



El 21 de diciembre de 2007 se ha aprobado el Real Decreto 1727/2007 de 21 de diciembre por el que se establecen medidas de protección a los cetáceos y con el que se pretende regular determinadas actividades antrópicas dedicadas al avistamiento de cetáceos, tanto con fines turísticos, científicos, recreativos...etc. Este Real Decreto formula una serie de criterios y reglas con

la finalidad de que esta actividad sea sostenible y se disminuyan al máximo los disturbios y efectos negativos que se puedan generar durante los avistamientos (figura 1).

Para analizar los datos se realizaron dos tablas de contingencia, una para la actividad y otra para la respuesta, que incluían la frecuencia de grupos observados en cada combinación de las variables consideradas. Los datos se analizaron mediante Modelos Lineales Generalizados, que son modelos de regresión que constan de dos componentes: una sistemática y otra aleatoria. La componente aleatoria establece que las probabilidades se distribuyen según diferentes distribuciones. En el presente estudio se seleccionó la distribución de probabilidades de Poisson, que se utiliza para datos de frecuencias o conteos (McCullagh y Nelder 1989, Green y Silverman 1994). Con este método es posible estudiar la influencia conjunta de las covariables sobre la variable respuesta, que en este caso era la frecuencia de grupos de ejemplares. Los parámetros de los modelos se calcularon por estimas de máxima verosimilitud, empleando para ello métodos iterativos. Se realizó una medida de bondad de ajuste entre los datos observados y los valores ajustados generados por el modelo, mediante la devianza. Este parámetro mide la discrepancia entre la verosimilitud de los datos y la del modelo utilizado.

- Goodwin, H. (1996) In pursuit of ecotourism. *Biodiversity and Conservation* 5 (3), pp. 277-291.
- IFAW (1999) Report of the Workshop on the Socioeconomic Aspects of Whale Watching, International Fund for Animal Welfare, Kaikoura, New Zeland. 88 pp.
- Robbins, J. & Mattila, D.K. (2000) The use of commercial whale-watching platforms in the study of cetaceans: benefits and limitations. *International Whaling Commission Scientific Committee, SC/52/WW8*, 7 pp.
- SEC. (Sociedad Española de Cetáceos) (1999) Recopilación, Análisis, Valoración y Elaboración de Protocolos sobre las labores de observación, asistencia a varamientos y recuperación de mamíferos marinos de las Aguas Españolas. Informe técnico. Sociedad Española de Cetáceos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo 2003-2009 se han efectuado un total de 1.518 avistamientos, recorriendo 48.091 kilómetros y dedicando un total de 2.882 horas de navegación (tabla 2). De la totalidad de avistamientos, finalmente se seleccionaron 506 registros después de filtrar y eliminar los que no cumplían todos los requisitos del diseño del estudio o contenían erratas. Se contrastó la actividad del calderón común en las zonas de exposición y control, y la respuesta en la zona de exposición, según una serie de variables que en principio podían influir en su conducta.

Tabla 2. Esfuerzo obtenido durante el periodo de estudio.

AÑOS	ESFUERZO				
	NÚMERO DE AVISTAMIEN TOS	TASA DE ENCUENTR O (AVIST/SALI DA)	DISTAN CIA RECORR IDA (Km)	HORAS DE MUESTR EO (horas)	Nº SALIDAS DE AVISTAMIEN TO
2003- 2009	506	0,25	48.091	2.882	2.006

Después de un análisis preliminar de los datos, se tomó la decisión de eliminar dos de los ocho comportamientos establecidos en la metodología, alimentación y natación en la proa, ya que no eran de interés por el escaso número de datos en los que figuran estas actividades y resultar poco representativos (Baird et al. 2002).

En primer lugar, se observaron diferencias significativas ($P\text{-Value} < 0.05$) entre el comportamiento y la zonación (tabla 3). En las dos zonas, de control y exposición, los comportamientos más frecuentes fueron el descanso y la navegación. En la zona control, el 23% de los avistamientos correspondieron a ejemplares o grupos de animales que se encontraban descansando, mientras que en un 58% se encontraban navegando. En la zona de exposición, el 14% de los avistamientos correspondieron a ejemplares o grupos de animales que se encontraban descansando, mientras que en un 76% se encontraban navegando (gráfica 1). Esto denota que la presencia del barco podría interferir en la actividad que desarrollan los animales, pudiendo suponer un disturbio para los

momentos de descanso del calderón común. El resto de comportamientos fueron poco frecuentes, alcanzando proporciones que no superaron el 10% de los avistamientos.

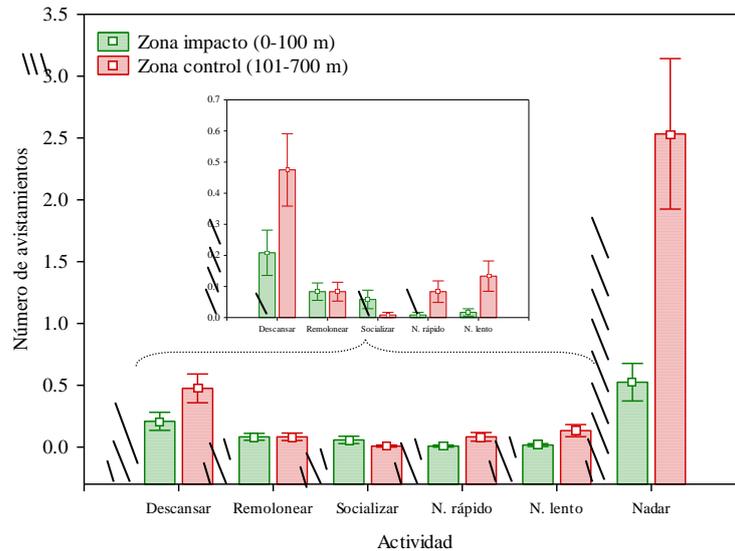
Las diferencias detectadas en el comportamiento de los calderones no variaron según la franja horaria considerada (mañana o tarde, tabla 3). Las diferencias detectadas tampoco parecieron estar relacionadas con la presencia de crías, tamaño grupal mínimo o su nivel de cohesión. Del mismo modo, la presencia de otras embarcaciones previamente a la llegada de la embarcación de estudio no resultó determinante en la actividad de los animales, descartándose así un efecto sinérgico de las embarcaciones sobre los animales.

Tabla 3. Principales resultados del análisis de la actividad del calderón común entre la zona exposición y la zona control en función de la hora de avistamiento, la presencia de crías, el tamaño grupal mínimo y nivel de cohesión del grupo, así como la presencia de otros barcos en la zona. En la tabla se muestran los resultados del análisis de Modelos Lineales Generalizados.

Variables (interacciones)	g.l.	χ^2	P
Zona x Actividad	5	24.24	0.00020
Zona x Actividad x Hora	4	4.63	0.32708
Zona x Actividad x Crías	2	3.91	0.14109
Zona x Actividad x Tamaño grupal mínimo	4	6.68	0.15386
Zona x Cohesión	4	6.67	0.15432
Actividad x Cohesión	15	29.84	0.01253
Zona x Actividad x Cohesión	4	5.85	0.21053
Zona x Actividad x Barcos	2	0.42	0.80879

Cabe mencionar que aunque el nivel de cohesión no influye de manera significativa en el comportamiento del calderón común en las zonas de control y exposición, la actividad sí que varía según la cohesión del grupo de forma significativa. Este resultado proporciona información valiosa sobre el comportamiento de la especie. En primer lugar, la mayor parte de los avistamientos, un 59%, corresponden a grupos compactos, mientras que un 34% corresponde a grupos dispersos. Aunque mayoritariamente se observan navegando, es de destacar que cuando descansan la cohesión del grupo aumenta, haciéndose más gregarios. Tal vez este comportamiento represente una medida de protección. Por el contrario, los grupos de animales se hayan dispersos en mayor medida cuando éstos se encuentran navegando.

Gráfica 1. Número medio (\pm error estándar) de avistamientos según las categorías de comportamiento de calderón común consideradas. En la figura se detalla la información de las categorías menos frecuentes.



Hay que destacar que ninguna de las variables estudiadas ejerce un efecto significativo sobre el cambio de comportamiento en sinergia con la presencia de la embarcación de estudio.

La actividad de los calderones también puede verse influenciada por la presencia de otras especies de cetáceos, como es el caso de los cachalotes. Según Weller *et al.* (2006), al incrementar el número de cachalotes y si además hay presencia de crías de calderón, disminuye el número de calderones.

En lo que respecta a la respuesta del calderón común, se tomó la decisión de eliminar una de sus tres categorías establecidas en la metodología, la evasión, ya que no era de interés por el escaso número de datos y resultar poco representativa. A continuación, se analizó el comportamiento de respuesta del calderón común según las mismas variables empleadas en el estudio de la actividad.

Como podemos observar en la tabla 4, la respuesta inicial (primera respuesta de los animales a la embarcación cuando ésta entra en la zona de exposición) es similar a la respuesta general (respuesta mayoritaria observada en un número representativo de individuos durante el avistamiento). La respuesta “indiferencia” es mayoritaria (77% de los avistamientos), por el contrario la respuesta

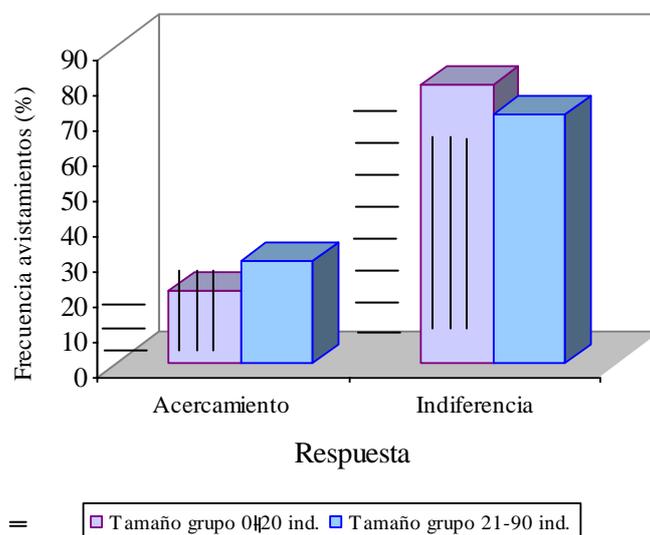
“aproximación” aparece en menor porcentaje, con solo una proporción del 23% de los avistamientos.

Tabla 4. Principales resultados del análisis de la respuesta inicial y general del calderón común en la zona de exposición en función de la hora de avistamiento, la presencia de crías, el tamaño grupal mínimo y el nivel de cohesión del grupo. En la tabla se muestran los resultados del análisis de Modelos Lineales Generalizados.

Variables (interacciones)	g.l.	χ^2	P
Respuesta inicial x Respuesta general	1	0.37	0.53929
Respuesta inicial x Respuesta general x Hora	1	0.06	0.79463
Respuesta inicial x Respuesta general x Crías	1	0.13	0.71396
Respuesta inicial x Respuesta general x Tamaño grupal mínimo	1	0.00	0.98184
Respuesta x Tamaño mínimo	1	2.72	0.09905
Respuesta inicial x Respuesta general x Cohesión	3	2.82	0.42041

Es importante destacar que aunque el tamaño grupal mínimo no influye de manera significativa en la respuesta de los ejemplares, la respuesta tiende a variar según esta variable. Predominan los grupos con un tamaño grupal mínimo de entre 0 y 20 individuos (59% de los avistamientos) y de entre 21 y 90 individuos (40%), siendo los grupos con más de 90 individuos muy escasos. La respuesta “aproximación” es más usual en grupos amplios, sin embargo, la respuesta “indiferencia” se hace patente en grupos más reducidos (gráfica 2).

Gráfica 2. Frecuencia de avistamientos de grupos de calderón común según el tamaño mínimo de grupo y las categorías de respuesta consideradas.



CONCLUSIÓN

- El comportamiento mayoritario del calderón común en el estrecho de Gibraltar es la navegación seguida por el descanso.
- Cuando la embarcación de estudio se encuentra en la zona control, los animales descansan más que cuando la embarcación entra en la zona de exposición. Por el contrario, los animales navegan menos cuando la embarcación se encuentra en la zona de control que cuando se encuentra en la zona de exposición. Esto puede denotar una influencia sobre los animales en sus periodos de descanso. Por ello es recomendable establecer en el Real Decreto 1727/2007 una premisa al respecto que aluda al comportamiento de descanso como una restricción para navegar en la zona de permanencia restringida.
- Se percibe que el calderón común tiende a cohesionarse durante sus periodos de descanso, lo que puede representar una medida de protección. Sin embargo, suele dispersarse cuando se encuentra navegando.

- La respuesta “indiferencia” supone un 77% de los registros, en cambio la respuesta “aproximación” representa un 23% de los registros. Esto resulta muy positivo, puesto que la indiferencia es la respuesta a esperar por animales que no están siendo influenciados por la presencia antrópica.
- La respuesta “aproximación” es más usual en grupos amplios, que dado su gran tamaño grupal podrían sentirse más seguros ante la presencia antrópica, y sin embargo, la respuesta “indiferencia” se hace patente en grupos más reducidos.
- Es necesario respetar y velar por el cumplimiento del Real Decreto 1727/2007 mediante un plan de control consensuado entre España y Marruecos e incrementar la cooperación entre operadores de avistamiento de cetáceos para el cumplimiento de dicha normativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Baird, R.W., J.F. Borsani, M. Bradley Hanson & P.L. Tyack (2002). Diving and night-time behavior of long-finned pilot whales in the Ligurian Sea. *Marine Ecology Progress Series* 237: 301-305.
- España. Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos. *Boletín Oficial del Estado*, 12 de enero de 2008, núm. 11, pp. 2292-2296.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder. (1989). *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall: London.
- P.J.Green & B. W. Silverman. (1994) *Nonparametric Regression and Generalized Linear Models: A Roughness Penalty Approach* by Chapman and Hall.
- Verborgh, P., De Stephanis, R., Pérez, S., Sanchez, A. & Guinet, C. (2006) *Population estimation and survival rate of long-finned pilot whales (Globicephala melas) in the Strait of Gibraltar and interactions with the maritime traffic*. Oral presentation at the 20th Annual Conference of the European Cetacean Society in Gdynia, Poland, April 2006.
- Weller, D.W. Würsig, B. Whitehead, H. Norris, J.C, Lynn, S.K, Davis, R.W, Clauss, N. & Brown, P. Observations of an interaction between sperm whales and short-finned pilot whales in the Gulf of

Comunicaciones

Mexico. *Marine Mammals Science*, 12 (4): 588-594 (October 1996). 1996 by the Society for Marine Mammalogy.