

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE MUESTREOS DESDE TIERRA Y MAR DE LOS CETÁCEOS DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS

*Francisco Ruiz Giráldez / Rafael Gálvez César / José Manuel Guerra García
Aurora Montero Chacón / Sara Gil Coronil / José Carlos García Gómez*

RESUMEN

Este trabajo se ha desarrollado en el ámbito del proyecto “Estudio y Seguimiento de Cetáceos en el Estrecho de Gibraltar” incluido en el Programa de Gestión Sostenible de Recursos para la Conservación del Medio Marino Andaluz de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, y se centra en la bahía de Algeciras. Las campañas de investigación se implementaron entre los meses de julio y septiembre de los años 2003 y 2004, ejecutándose de manera simultánea muestreos desde tierra y en el mar. Se registraron cuatro especies: delfín común (*Delphinus delphis*), delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), delfín mular (*Tursiops truncatus*) y calderón común (*Globicephala melas*). En ambos años y tipos de muestreos, el delfín común fue la especie más avistada y con mayor número de individuos por manada, seguido del delfín listado. No se han encontrado diferencias significativas en el tamaño de manada de *D. delphis* y *S. coeruleoalba* entre los dos tipos de muestreos. Aunque los patrones etológicos registrados en ambos tipos de muestreos fueron similares, existieron diferencias en algunas pautas de comportamiento; así, por ejemplo, la frecuencia de alimentación fue sobreestimada en los muestreos desde tierra frente a los llevados a cabo en el mar. Los datos obtenidos en el presente estudio indican que ambos tipos de muestreos son igualmente válidos para determinar el tamaño medio de manada y la diversidad de especies de cetáceos que existen en la bahía de Algeciras. En cambio, existen ciertas restricciones en la determinación del comportamiento en los muestreos desde tierra debido a la dificultad de observación de algunas pautas.

Palabras clave: cetáceos, comportamiento, tipos de muestreo, bahía de Algeciras.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto denominado “Estudio y Seguimiento de Cetáceos en el Estrecho de Gibraltar” integrado en el Programa de Gestión Sostenible de Recursos para la Conservación de Medio Marino Andaluz, financiado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y articulado por EGMASA.

La bahía de Algeciras, por su profundidad, riqueza en ictio y malacofauna (principalmente cefalópodos) y su condición de refugio del estrecho de Gibraltar, es una zona propicia para albergar cetáceos (Ruiz-Giráldez *et al.*, en prensa). A pesar de ello, la Bahía constituye un enclave muy antropizado. Así, el estudio de las poblaciones de cetáceos posibilita la aplicación directa de la investigación en las diferentes herramientas de gestión y conservación del medio ambiente, que, en el caso de los cetáceos en Europa, son entre otras, la Directiva Hábitats, el Convenio de Barcelona, el Convenio de Berna y el acuerdo de ACCOBAMS del Convenio de Especies Migratorias.

El Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla viene realizando desde el año 2002 campañas de muestreo, principalmente estivales, destinadas al estudio de las poblaciones de cetáceos de la bahía de Algeciras (pautas de comportamiento, tamaños de manada, etc.), ejecutándose de manera simultánea muestreos desde tierra y mar. El objetivo de este estudio es comparar los resultados obtenidos mediante los dos tipos de muestreos durante los años 2003 y 2004, para explorar las ventajas e inconvenientes de cada técnica de muestreo en futuros estudios de cetáceos.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se han desarrollado dos tipos de muestreos en la bahía de Algeciras: muestreos desde tierra y muestreos en el mar.

Para que estos muestreos sean comparables, hay que tener en cuenta las condiciones meteorológicas, ya que la capacidad para poder identificar los cetáceos depende de la claridad del agua, estado del mar y el comportamiento del animal (Davis *et al.*, 2002). Por tanto, se consideran como esfuerzo nulo o datos no representativos, aquellos que se toman cuando el estado del mar es de marejada o superior (a partir de 3 en la escala de Douglas) o la fuerza del viento es superior de 3-4 en la escala de Beaufort, o cuando la visibilidad es mala (SEC, 1999; Cañada *et al.*, 2002).

Los datos se obtuvieron entre los meses de julio y septiembre en campañas estivales de 2003 y 2004. En ambos tipos de muestreo (mar y tierra) se anotaron todos los avistamientos realizados, se estimó el comportamiento a partir del porcentaje de número de observaciones de las diferentes pautas registradas (alimentación, natación, socialización, remoloneo, etc.) (SEC, 1999) y se anotó el tamaño de manada en cada avistamiento.

MUESTREOS DESDE TIERRA

El punto fijo elegido para los muestreos desde tierra fue Punta Europa (Gibraltar) (05° 21,03´W/36° 06,75´N). Este punto se localiza en la boca de la bahía y a cierta altura, aproximadamente a 25 metros sobre el nivel del mar lo que permite, además de conocer las entradas y salidas de cetáceos en la bahía, sus movimientos dentro de ella.

El número de observadores osciló entre un mínimo de dos y un máximo de seis. Se empleó un telescopio Kowa TSN-820 (20x60W) para los rastreos, consistentes en fijar el objetivo a una altura determinada, el cual se desplazaba de derecha a izquierda cubriendo el mayor arco posible, a una velocidad que permitiera observar perfectamente todo lo que aparece en

el visor, y así sucesivas veces hasta cubrir toda la zona. Al mismo tiempo, se llevaron a cabo observaciones con prismáticos (Minolta Clasicc II (8x40W)) en todo el área de estudio.

Una vez localizados los cetáceos, los observadores se organizaban para confirmar el avistamiento, mediante el observador responsable (persona con experiencia previa en este tipo de estudios) y en el caso de que no sea éste quién lo haya hecho, y posteriormente, se realice la toma de datos *ad libitum* (Altmann, 1974), principalmente el tamaño de manada y las pautas de comportamiento.

Los avistamientos desde tierra se efectuaron entre las 7:30h y las 14h en 2003, mientras que en 2004 se amplió el tiempo de estudio implementándose entre las 7:30h y las 17:30h.

MUESTREOS EN EL MAR

Los muestreos en el medio marino se realizaron mediante *transectos* lineales desde embarcación (véase Buckland *et al.*, 1993). En los muestreos lineales se registran datos esenciales para calcular la abundancia de las diferentes especies, aunque estos datos pueden servir también para conocer los modelos de distribución de los mismos (Hiby y Hammond, 1989).

Se seleccionaron cuatro *transectos* lineales en la bahía de Algeciras, con una distancia máxima entre ellos de una milla náutica, y, entre el *transecto* y la costa, de 1,5 millas náuticas. Los *transectos* discurrieron en paralelo siguiendo la dirección Norte-Sur y se recorrieron en ambos sentidos. En los muestreos se utilizó una embarcación semirrígida de 5,10 metros de eslora y un motor Yamaha de 60 CCV. La posición se marcó a través de un GPS portátil (GARMIN 45XL).

Las observaciones se efectuaron aprovechando todas las horas de luz solar (aproximadamente entre las 7:30h y 20:30h) y a simple vista, aunque se dispuso de prismáticos para los casos en los que se requería confirmar los avistamientos desde el *transecto*.

Para el establecimiento de los *transectos* lineales se trazó un rumbo preestablecido de búsqueda con una velocidad que en ningún caso superó los seis nudos. Además, los tripulantes se distribuyeron por el barco de tal forma que no quedara ningún ángulo sin cubrir, es decir, uno en proa, otro en babor y otro en estribor. En el equipo de observadores siempre hubo uno con experiencia previa, normalmente el investigador responsable. Cuando se localizó un avistamiento, se optó por el modelo de acercamiento *closing mode*, (Hiby y Hammond, 1989; Gerrodette y Forcada, 2005), mediante el cual, se detiene el esfuerzo de búsqueda para que la embarcación se desvíe del *transecto* y así poder acercarse al avistamiento en cuestión y poder tomar todos los datos requeridos. Una vez concluida la toma de datos se retorna al *transecto* con un rumbo convergente (Hiby y Hammond, 1989; Forcada y Hammond, 1998).

TRATAMIENTO DE DATOS

La normalidad de los datos se verificó con el test de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de las varianzas con el test de Levene. Teniendo en cuenta que la normalidad de los resultados o la homogeneidad de las varianzas no se cumplió en la mayor parte de los casos, aún con la transformación de los datos, se empleó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. Para los análisis estadísticos univariantes se aplicó el programa BMDP (Dixon, 1983).

RESULTADOS

Avistamientos

Tierra

De los 188 avistamientos registrados en Punta Europa en la campaña de 2003, 96 correspondieron a *Delphinus delphis* (delfín común), seis a *Tursiops truncatus* (delfín mular) cuatro a *Stenella coeruleoalba* (delfín listado), uno a manadas mixtas (delfín común y listado) y 81 a delfínidos no identificados (figura 1). El tiempo total de observación invertido en los muestreos en 2003 fue de 229 horas y 23 minutos.

En la campaña de 2004 se contabilizaron de 161 avistamientos, 50 de delfín común, 15 de delfín listado, dos de calderón común, seis de manadas mixtas (delfín común y listado) y 88 de delfínidos sin identificar (figura 1). Se invirtió un tiempo total de 115 horas y 52 minutos.

Mar

En la campaña de 2003 se anotaron 78 avistamientos, 53 de delfín común, 11 de delfín listado, tres de delfín mular, ocho de manadas mixtas (delfín común y listado) y tres delfínidos no identificados (figura 1), con un tiempo total de estudio de 93 horas y 10 minutos.

En la campaña de 2004 se realizaron 100 avistamientos, de los cuales 69 correspondieron a delfín común, 16 a delfín listado, dos a calderón común, tres a manadas mixtas (delfín común y listado) y 10 a delfínidos no identificados (figura 1), con un tiempo de estudio de 93 horas y 18 minutos.

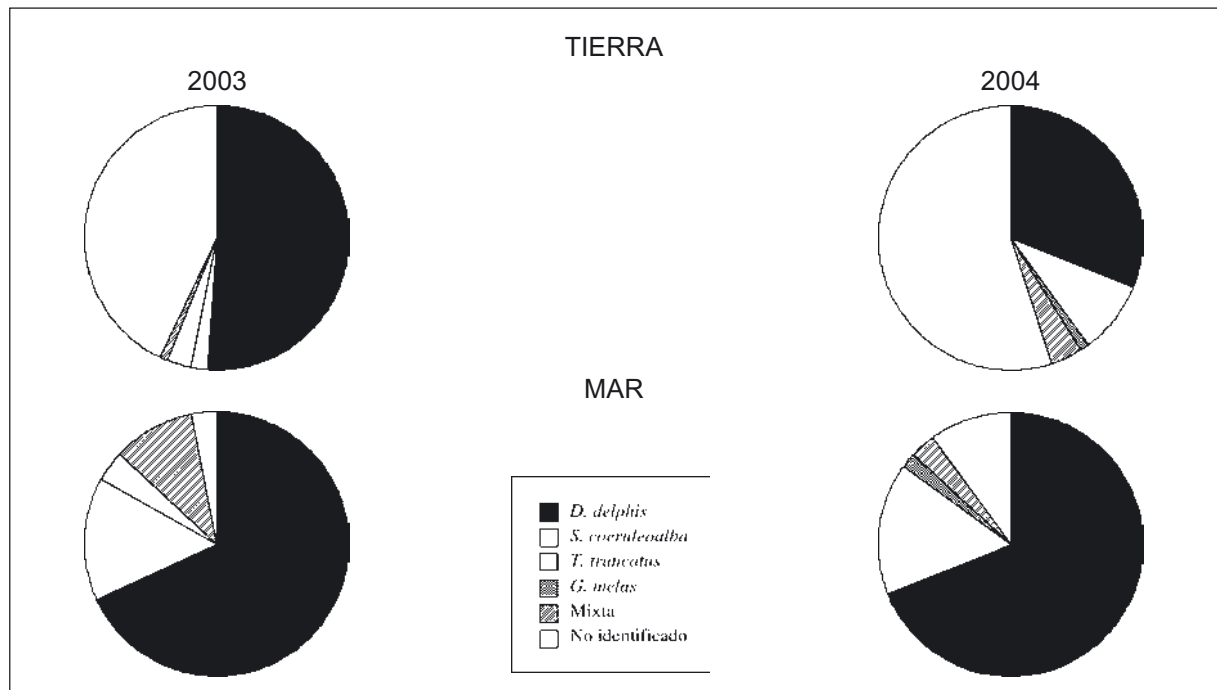


Figura 1. Porcentaje del número de avistamientos en 2003 y 2004 desde tierra y mar.

Tamaño de manada

Tierra

En 2003 se observaron manadas de delfines comunes, listados y mulares, siendo mayores las del delfín común, con una media de 54 individuos por manada. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre el tamaño de las manadas de delfín común, listado y mular (Kruskal-Wallis, $K=5,02$; $p>0,05$) (figura 2).

El delfín común en 2004, con 31 individuos/manada, fue la especie con mayor número medio de individuos por manada, seguido del delfín listado (24 individuos/manada). Como en el caso anterior, no se encontraron diferencias significativas entre el tamaño de manada de las tres especies observadas en Punta Europa ($K= 4,52$; $p>0,05$) (figura 2).

Mar

Las manadas más numerosas avistadas en 2003 fueron las de delfín común (52 individuos/manada), aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las manadas de delfín común y listado, mientras que las manadas de delfín mular fueron significativamente diferentes a las del resto de las especies (Kruskal-Wallis, $K=7,5975$, $p< 0,05$) (figura 2).

En 2004, las manadas más numerosas también fueron las de delfín común (46 individuos/manada). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre el tamaño de manada del delfín común, delfín listado ni calderón común ($K=4,8567$; $p>0,05$) (figura 2).

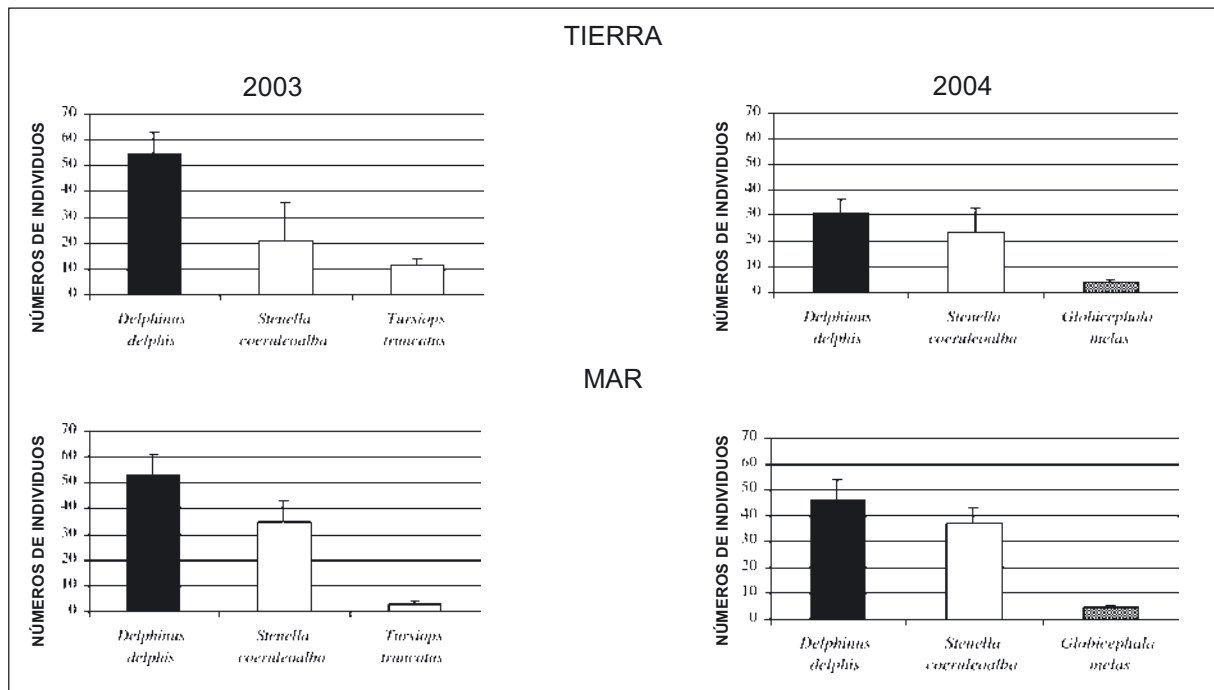


Figura 2. Número medio de individuos por manada registrados en 2003 y 2004 desde tierra y mar. Las barras indican el error estándar de la media.

Se han comparado los datos de número medio de individuos por manada obtenidos en muestreos desde tierra en las campañas estivales de 2003 y 2004 con los obtenidos en el mar en las mismas campañas, sin encontrarse evidencias estadísticas suficientes para diferenciarlos (salvo en el caso de las manadas de *S. coeruleoalba* en el año 2004, $K=6,9732$; $p<0,05$)

Comportamiento

Tierra

En 2003 una de las pautas más observada en las tres especies fue la alimentación, superada únicamente por la natación lenta en el caso del delfín listado. La natación rápida, que fue el segundo comportamiento más advertido en el delfín común, no ha sido registrado en ninguna de las otras dos especies (figura 3).

Los patrones de comportamiento observados en 2004 para el delfín común y listado fueron muy similares entre ellos, siendo la alimentación el comportamiento más habitual. Cabe destacar el comportamiento de remoloneo, que en el delfín común no se ha registrado, mientras que en el delfín listado fue frecuente (figura 3).

Mar

En la campaña de 2003 los comportamientos más habituales en el interior de la bahía fueron el de alimentación, socialización y nataciones medias. El comportamiento más observado en el delfín común fue el de alimentación, seguido de la socialización. En el caso del delfín listado, las pautas de comportamiento fueron similares a las del delfín común. El comportamiento del delfín mular no es representativo ya que sólo se observó en tres avistamientos (figura 3).

En 2004, el delfín común y el listado siguieron un patrón similar de comportamiento. Las pautas más frecuentes son la alimentación, natación media y remoloneo. La alimentación predominó en el delfín común mientras que la natación y el remoloneo fueron las pautas más observadas en el delfín listado (figura 3).

Aunque el patrón general de pautas de comportamiento no fue significativamente distinto entre años y especies, cabe destacar que la socialización, frecuente en los muestreos en el mar, no fue observada en los muestreos desde tierra. En 2004, el porcentaje de alimentación estimado desde tierra fue mayor que desde el mar para ambas especies. El porcentaje de natación lenta en el delfín listado fue sobreestimado en tierra en detrimento de la socialización, especialmente en el año 2003.

DISCUSIÓN

Tanto desde tierra como en el mar se observaron el mismo número de especies, sin embargo el número de avistamientos desde tierra fue superior al número de avistamientos anotados en el mar. Esto puede deberse a la mayor altura de observación del punto de muestreo de Punta Europa, que proporcionaría una mejor perspectiva para realizar avistamientos y/o al mayor tiempo de observación implementado desde tierra. Sin embargo, aunque el número de avistamientos fue superior en Punta Europa (punto de tierra), en la mitad de estos avistamientos (43-55%) no se pudo identificar la especie, mientras que en los muestreos en el mar los avistamientos no identificados no superaron el 10%. En cualquier caso, en ambos tipos de muestreo la especie más avistada fue el delfín común, seguido del delfín listado.

No existieron diferencias significativas entre la estimación de tamaño de manada desde tierra y en el mar, lo que nos indica lo siguiente: 1) en la mayor parte de los casos las estimas de abundancia se están realizando adecuadamente, ya que dos grupos de observadores independientes y en ubicaciones diferentes han registrado un número de individuos similar, y 2) los dos muestreos (avistamientos desde tierra y mar) son igualmente válidos para estimar la abundancia relativa de los cetáceos que encontramos en la bahía de Algeciras.

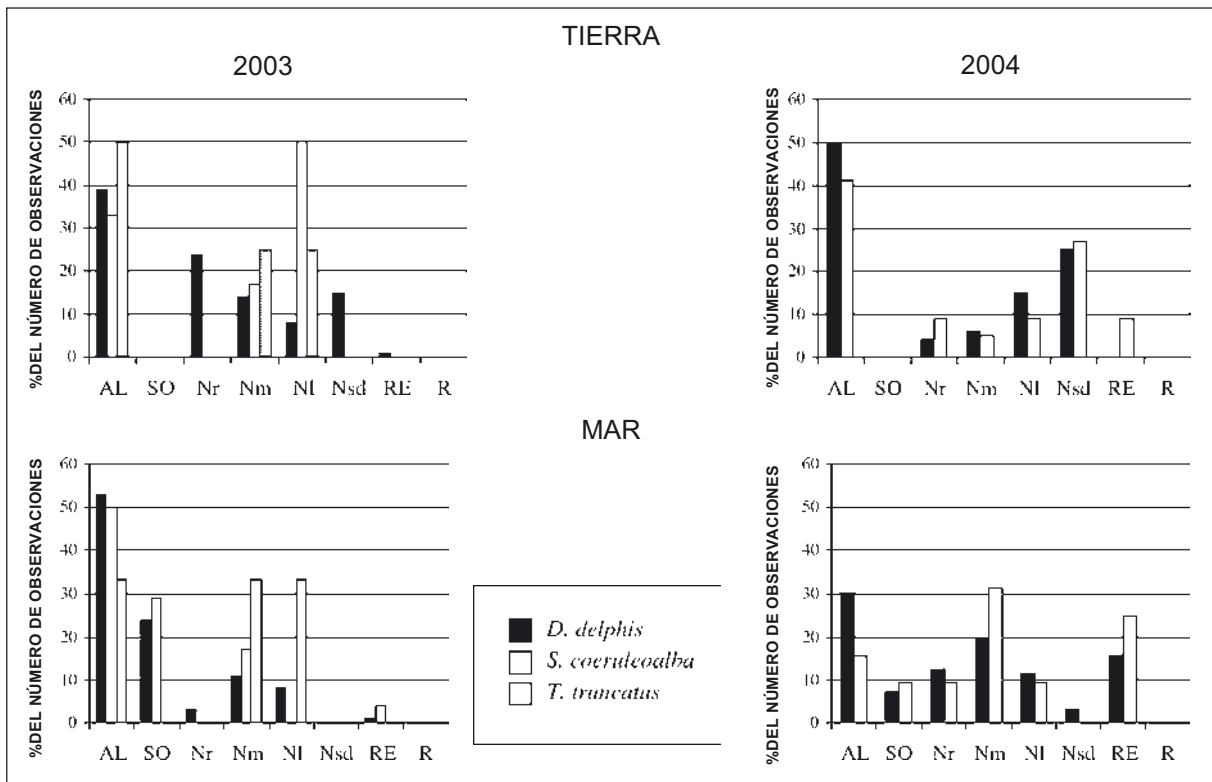


Figura 3. Porcentaje del número de observaciones de las diferentes pautas de comportamiento obtenidas desde tierra y en el mar en los años 2003 y 2004 (AL=alimentación; SO=socialización; Nr=natación rápida; Nm=natación media; NI=natación lenta; Nsd=natación sin determinar; RE=remoloneo; R=reposo).

A pesar de la dificultad en los muestreos desde tierra para distinguir las pautas de comportamiento desde la distancia (como caso más significativo es la socialización que se produce únicamente bajo agua) parece claro, que tanto desde tierra como en el mar para los dos años de campaña estival, la alimentación es la conducta más observada. Aunque los patrones etológicos registrados en ambos tipos de muestreos fueron similares, existieron diferencias en algunas pautas de comportamiento. Así, por ejemplo, la frecuencia de alimentación fue sobreestimada en los muestreos desde tierra frente a los ejecutados en el mar, especialmente en el año 2004.

Los datos obtenidos en el presente estudio indican la idoneidad del punto fijo de muestreo desde tierra ubicado en Punta Europa para determinar las diferentes especies que se adentran en la bahía de Algeciras y su tamaño de manada, mientras que los muestreos en el mar son necesarios para comprobar su comportamiento. En futuros trabajos, se podrá optar por una u otra metodología dependiendo de los objetivos del estudio.

REFERENCIAS

- ALTMANN, J. "Observational study of behavior: sampling methods". *Behaviour* 49: pp. 227-267. 1974.
- BUCKLAND, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, y J.L. Laake. *Distance Sampling: Estimating Numbers of Biological Populations*. Chapman y Hall, 1993. Londres.
- CANADAS, A., R. Sagarminaga, y S. García-Tiscar. "Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain". *Deep-sea research* 49: pp. 2053-2073. 2002.
- DAVIS, R.W., J.G. Ortega-Ortiz, C.A. Ribic, W.E. Evans, D.C. Biggs, P.H. Ressler, R.B. Cady, R.R. Leben, K.D. Mullin y B. Würsig. "Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico". *Deep-sea research* 49: pp. 121-142. 2002.

- DIXON, W. J. BMDP Statistical Software. Univ. California Press, Berkeley. 1983.
- FORCADA, J y P. Hammond. "Geographical variation in abundance of striped and common dolphins of the western Mediterranean". *Journal of sea research* 39: pp. 313-325. 1998.
- GERRODETTE, T. y J. Forcada. "Non-recovery of two spotted and spinner dolphin populations in the eastern tropical Pacific Ocean". *Marine Ecology Progress Series* 291: pp. 1-21. 2005.
- HIBY, A. R. y P. S. Hammond. "Survey Techniques for Estimating Abundance of Cetaceans". *Rep. Int. Whal. Commn.* Special issue II. 1989.
- RUIZ-GIRÁLDEZ, F., A. Montero, R. Gálvez, y J.C. García-Gómez, En prensa. "Resultados preliminares del estudio de las poblaciones de cetáceos en la bahía de Algeciras". *Almoraima*.
- SEC. 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.