

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CETÁCEOS EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Sergi Pérez / Renaud De Stephanis / Philippe Verborgh / Alicia Sánchez / Christophe Guinet

INTRODUCCIÓN

El Estrecho de Gibraltar es la única conexión natural existente entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico (figuras 1 y 2). La circulación de las masas de agua en el Estrecho está caracterizada por un sistema de corrientes este-oeste. El mar Mediterráneo presenta un balance hídrico negativo debido a que las elevadas pérdidas por evaporación exceden a las ganancias debidas a precipitaciones y pocos aportes fluviales. El flujo de corrientes será por tanto el responsable de que exista un equilibrio hídrico-salino en las cuencas mediterráneas y está compuesto de:

- Un flujo superficial de aguas atlánticas entrando al Mediterráneo.
- Una contracorriente profunda de aguas mediterráneas saliendo hacia el Atlántico, cada una con salinidades y caudales diferentes (Lacombe *and* Richez 1982).

La interfase entre las aguas superficiales atlánticas y las aguas profundas mediterráneas, generalmente se sitúa a profundidades comprendidas entre 50 y 200 metros, dependiendo de la localización y los flujos de marea. A medida que nos acercamos a la costa marroquí la frontera entre las aguas atlánticas y mediterráneas es cada vez más profunda (Garrett 1996, Reul *et al.* 2002). Está situada aproximadamente a 100 metros en 5°20 W y baja a 300 metros a 6° W en la parte central del Estrecho. (Kinder *et al.* 1988). La mayor parte de la biomasa de plancton es transportada al mar Mediterráneo por las aguas atlánticas. Las concentraciones más altas eran observadas en la parte norte del Estrecho, donde circulan aguas atlánticas superficiales enriquecidas (Van Geen y Boyle 1988) pero debido a las altas velocidades de las corrientes, la mayor parte de la importación de biomasa tenía lugar en la parte central y sur del Estrecho.

La distribución de cetáceos y su abundancia en el estrecho de Gibraltar están pobremente descritas y se limitan a unas pocas fuentes. Un estudio llevado a cabo desde los ferries que unían España y Ceuta, desde marzo a mayo de 1999, demostró que la mayor parte de las especies encontradas en el sector este del Estrecho eran delfines listados (*Stenella coeruleoalba*), delfines comunes (*Delphinus delphis*), y, ocasionalmente, delfines mulares (*Tursiops truncatus*), calderones comunes (*Globicephala melas*) y cachalotes (Roussel 1999).

Estudios sobre la ecología de depredadores superiores en el mar, indican que su distribución y abundancia está a menudo relacionada con procesos oceanográficos y productividad marina.

Los objetivos de este estudio son: 1) Estimar la abundancia relativa de las especies de cetáceos presentes en el estrecho de Gibraltar. 2) Investigar cómo sus distribuciones pueden ser relacionadas con los parámetros batimétricos del estrecho de Gibraltar. 3) Examinar las asociaciones o segregaciones espaciales interespecíficas en el estrecho de Gibraltar en época estival.

METODOLOGÍA

Zona de estudio y muestreos

La zona de estudio es el área del estrecho de Gibraltar, comprendida entre los 5° y 6° de longitud Oeste. El estrecho de Gibraltar (figura 1) tiene aproximadamente 60 Km de largo. Su frontera oeste está localizada entre el cabo de Trafalgar en España y el cabo Espartel en Marruecos, separado por 44 Km. Su frontera este está localizada entre Punta Europa (Gibraltar) y Punta Almina (África) y están separadas por 23 Km (Parrilla *et al.*, 1988). La batimetría del Estrecho se caracteriza por ser un cañón que va de este a oeste con aguas poco profundas (200-300 m) que se pueden encontrar en la cara atlántica y aguas más profundas (800-1000 m) en la cara mediterránea (figura 1).

Trajectos aleatorios fueron llevados a cabo desde el barco de investigación *Elsa* durante los meses de julio, agosto y septiembre 2001 y 2002. La embarcación *Elsa* es una motora de 11 metros de eslora, 2,80 metros de manga, y que tiene una plataforma que permite posicionar observadores a 4 metros sobre el nivel del mar. La zona de estudio fue muestreada a una velocidad media de 5,3 nudos.

Los observadores eran situados en una plataforma de observación a 4 metros sobre el nivel del mar. Dos observadores entrenados ocuparon el puesto de observación en turnos de una hora, durante la luz del día, cuando la visibilidad superaba las 3 nm (5,6 Km) y provistos de unos prismáticos 8 x 50, cubriendo 180° por delante del barco. El esfuerzo de búsqueda fue medido como el número de kilómetros navegados con condiciones de avistamiento adecuadas (con un estado de mar menor de 4 en la escala Douglas y con dos observadores en el puesto de observación).

La posición geográfica de la embarcación era grabada continuamente en un ordenador portátil desde un GPS y a través de un programa informático (IFAW Data Logging Stwarc Logger 2000 versión 2.20) provisto por la International Fund For Animal Welfare). Datos relativos a la hora, especie, número de individuos, comportamiento y otros datos relevantes durante los avistamientos fueron grabados con otros datos ambientales relevantes. Un avistamiento fue definido como un grupo de animales de la misma especie observados a la misma hora que llevan un comportamiento similar y que estaban a menos de 1.000 metros de distancia entre ellos (SEC 1999).

El área de estudio fue dividida en cuadrículas con una resolución de dos minutos de latitud por dos minutos de longitud. La distancia en kilómetros de búsqueda en cada cuadrícula fue entonces calculada utilizando un sistema de información geográfico: Arc-view 3.2 de ESRI. Tan sólo fueron utilizados para los análisis, las cuadrículas de los trayectos cubiertos con esfuerzo de al menos 3 Km en total.

Presencia de cetáceos y abundancia

Para poder comparar los datos obtenidos en la zona de estudio con otras zonas de estudio dos parámetros fueron definidos:

- El *Encounter Rate* (ER), es el número de avistamientos de una especie dada por cada 100 kilómetros navegados y es definido:

$$ER = (\text{Sigh} / \text{Eff}) \times 100$$

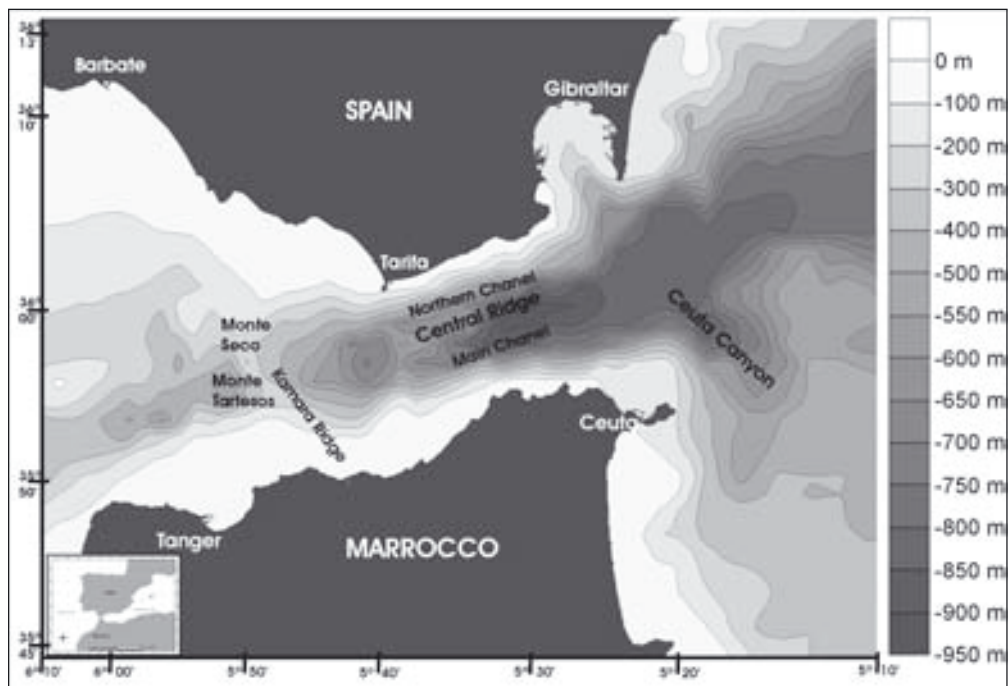


Figura 1. Área de estudio.

Sigh: número de avistamientos realizados de una especie en esfuerzo de búsqueda en la zona de estudio.

Eff: Distancia (Km) cubierta con esfuerzo de búsqueda.

Sigh incluye los avistamientos de cetáceos en donde los animales fueron contactados y los avistamientos de los cetáceos en donde los animales no fueron contactados.

- El *Abundance Index Rate* (AI) (ind/Km) también fue definido como:

$$AI = (\text{Ind} / \text{Eff}) \times 100$$

Ind: número de individuos de una especie dada, observados con esfuerzo de búsqueda en la zona de estudio.

Eff: Distancia (Km) cubierta con esfuerzo de búsqueda.

Ind incluye los avistamientos de cetáceos en donde los animales fueron contactados y los avistamientos de los cetáceos en donde los animales no fueron contactados

Distribución espacial y batimetría

El *Encounter Rate* para cada especie fue calculado para cada cuadrícula como número de avistamientos por especies y por kilometro buscado. Sólo los avistamientos para los cuales el contacto fue establecido (de la que se tiene posición precisa) fueron usados para este análisis.

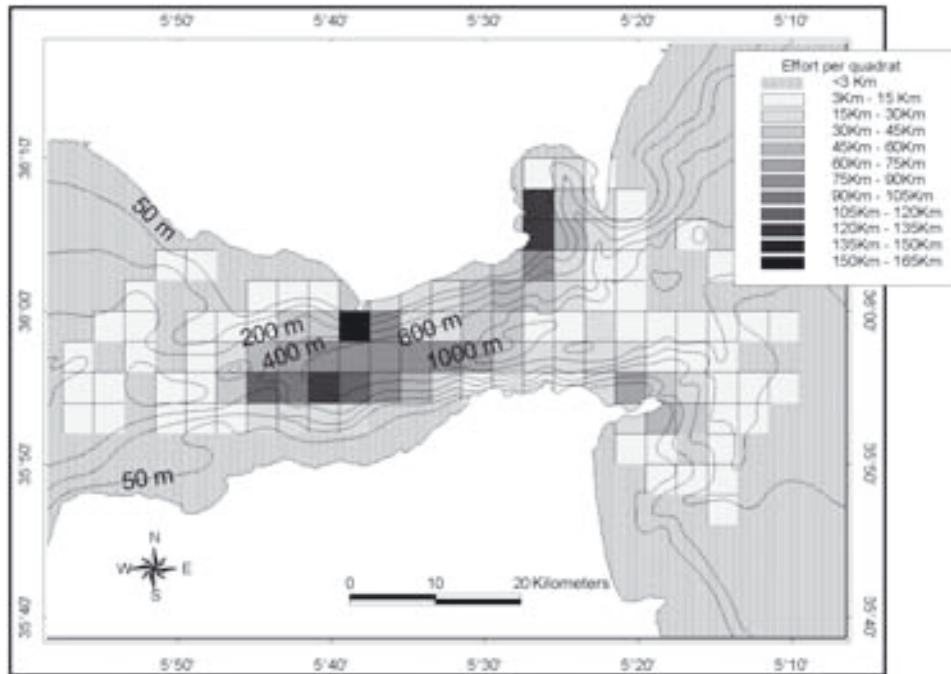


Figura 2. Distribution of the observation effort in km spent by quadrat over the study area and during the study period.

Dos parámetros batimétricos fueron analizados: la profundidad y la pendiente. La profundidad media y la pendiente fueron calculadas para cada cuadrícula. La profundidad media fue calculada como la media entre la profundidad máxima y la profundidad mínima de cada cuadrícula. La pendiente fue calculada como:

$$\text{Pendiente (m/Km.)} = (D_{\max} - D_{\min}) / DI$$

D_{\max} es la profundidad máxima en la cuadrícula

D_{\min} es la profundidad mínima en la cuadrícula

DI es la distancia (Km) entre los puntos de profundidad máxima y mínima de la cuadrícula.

Para determinar si las diferentes especies de cetáceos estaban distribuidas no uniformemente respecto a la profundidad, la pendiente, la latitud y la longitud (positiva hacia el este del meridiano 0° de Greenwich y negativa al oeste), se aplicó un modelo lineal generalizado (GLM), usando el Software R (Ihaka y Gentleman 1996), para analizar las relaciones entre el ER de cada especie de cetáceo para cada cuadrícula en relación con la profundidad, la pendiente y la posición (latitud y longitud en el medio) de la cuadrícula. Dada la naturaleza de la variable respuesta, con valores de “0” para el ER en numerosas cuadrículas, los datos fueron transformados usando una distribución de *quasi Poisson* para evitar sobredispersión.

Uso del hábitat y superposición de áreas de campeo

Para analizar el uso del hábitat por parte de las diferentes especies de cetáceos, se observó el uso de toda la zona de estudio realizado por cada especie, y fue definido como el número de cuadrículas en donde una especie dada fue observada. Para cada especie se calculó la profundidad media de su hábitat, como la media de las profundidades de cada cuadrícula visitada por esta especie. El grado de superposición entre dos especies fue definido, como el número de cuadrículas utilizadas por

las dos especies divididas por el número total de cuadrículas usadas por cada especie y expresadas en porcentaje. Para analizar más precisamente el entrecruzamiento en el uso del hábitat entre dos especies también se tomó en consideración el ER (expresado en porcentaje) para cada cuadrícula por cada especie. El sobrecruzamiento fue entonces calculado como la suma del mínimo ER común para una cuadrícula dada visitada por las dos especies.

RESULTADOS

Esfuerzo de búsqueda en la zona de estudio

Un total de 4.202 Km de transectos fueron realizados en la zona de estudio. De éstos, 3.396 Km fueron realizados con esfuerzo de búsqueda adecuado, y 3.356 Km. de trayectos con esfuerzo de búsqueda adecuado fueron retenidos en la zona de estudio durante los meses de julio, agosto y septiembre 2001 y 2002. Representaron 120 cuadrículas (con suficiente esfuerzo de observación) lo que representa un área de 1.340 km² (figura 2).

Presencia de cetáceos y abundancia relativa

Se realizaron 455 avistamientos en la zona de estudio. De estos, 399 fueron realizados con un esfuerzo de observación apropiado, y fueron por tanto usados para el cálculo de ER y AI, y en 345 de ellos los animales fueron contactados (tabla 1).

Se observaron siete especies de cetáceos. En términos de avistamientos, las especies más comúnmente observadas fueron el delfín común y el cachalote. Las menos frecuentemente observadas fueron el rorcual común con sólo un avistamiento y la orca (*Orcinus orca*) (tabla 1). Si se toma en cuenta el número de individuos medio en un grupo, la especie más abundante era el delfín listado y el delfín común, mientras que las especies menos observadas fueron el rorcual común y el cachalote (tabla 1).

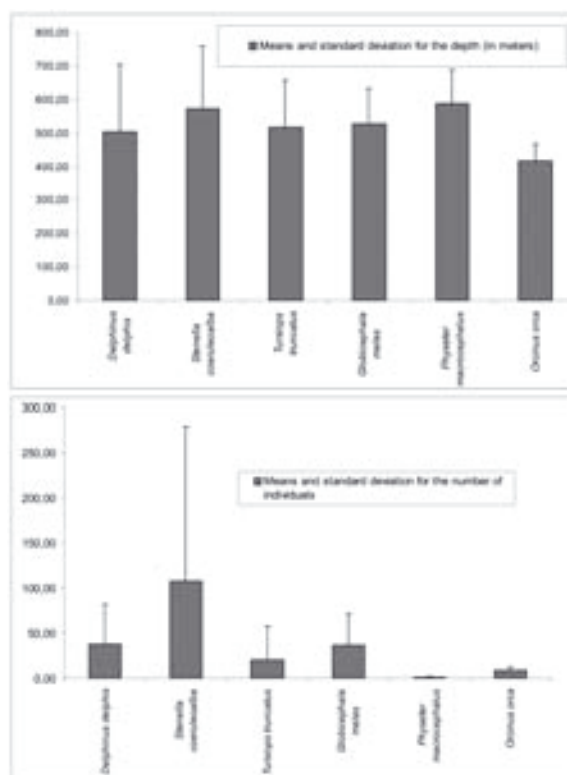


Figure 3. Means and standard deviation for the number of individuals in the groups and the depth for common, striped and bottlenose dolphins, long-finned pilot whales, sperm whales and killer whales over the study area and during the study period.

Especie	Nº Avistamientos	Avistamientos con contacto	Encounter Rate	Abundance Index
<i>Delphinus delphis</i>	92	87	2,74	101,49
<i>Stenella coeruleoalba</i>	85	78	2,53	273,49
<i>Tursiops truncatus</i>	35	31	1,04	21,43
<i>Globicephala melas</i>	62	59	1,85	66,94
<i>Physeter macrocephalus</i>	91	60	2,71	3,53
<i>Orcinus orca</i>	21	19	0,63	5,69
<i>Balaenoptera physalus</i>	1	1	0,03	0,03
No id	12	4	0,36	-
TOTALES	399	339	11,89	472,60

Tabla 1. Número de avistamientos, ER y AI, calculado en relación al esfuerzo de observación (3.396 km) en la zona de estudio durante el verano.

Especies	Valores	Esfuerzo	Profundidad	Pendiente	Lat.	Long.	Null deviance	Residual deviance	r_(en%)
<i>Delphinus delphis</i>	Estimate	9.87 * 10 ⁻⁶	-	7.70 * 10 ⁻³	4.66	-	208.12	156.84	24.6
	t value	3.20	1.231	3.28	2.67	0.50			
	P	<0.001	ns	< 0.001	0.009	ns			
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Estimate	1.71 * 10 ⁻⁵	1.97 * 10 ⁻³	6.01 * 10 ⁻³	-	-	187.44	118.47	36.8
	t value	6.52	3.35	2.65	0.75	-1.31			
	P	<0.001	<0.001	0.009	ns	ns			
<i>Tursiops truncatus</i>	Estimate	3.21 * 10 ⁻⁵	4.28 * 10 ⁻³	-	-12.82	-	173.41	92.421	46.7
	t value	5.59	2.58	0.07	-1.97	0.14			
	P	<0.001	0.011	Ns	0.050	ns			
<i>Globicephala melas</i>	Estimate	3.89 * 10 ⁻⁵	5.38 * 10 ⁻³	-	-22.63	-	288.58	71.814	75.1
	t value	12.89	5.60	-0.20	-6.17	-1.55			
	P	<0.001	<0.001	Ns	<0.001	ns			
<i>Physeter macrocephalus</i>	Estimate	3.53 * 10 ⁻⁵	5.73 * 10 ⁻³	-	-15.39	-	340.53	153.17	55.0
	t value	7.197	3.81	-1.67	-2.62	0.00			
	P	<0.001	<0.001	Ns	0.009	Ns			
<i>Orcinus orca</i>	Estimate	6.90 * 10 ⁻⁵	-9.16 * 10 ⁻³	-	-68.42	12.43	129.37	27.324	78.9
	t value	8.22	-3.84	0.354	-5.89	-5.88			
	P	<0.001	<0.001	Ns	<0.001	<0.001			

Tabla 2. GLM de la distribución de ER de seis especies de odontocetos comúnmente encontrados en el estrecho de Gibraltar, en relación a la profundidad, pendiente, el esfuerzo de observación y la situación geográfica.

Distribución en relación con parámetros batimétricos

Debido a su bajo ER, los rorcuales comunes fueron retirados de estos análisis. La distribución espacial de ER para las seis especies más comúnmente observadas se representa en la figura 4. La profundidad media del área frecuentada por cada especie de cetáceos se representa en la figura 3. El análisis de la distribución espacial de las especies de cetáceos a través del Estrecho se resume en la tabla 2.

Los delfines comunes fueron observados en el 37,5% de las cuadrículas muestreadas. La distribución del delfín común fue asociada positivamente a la pendiente y a la latitud. Los delfines listados fueron observados en el 37,5% de las cuadrículas muestreadas. La distribución del delfín listado fue explicada positivamente por la profundidad y por la pendiente. Delfines mulares, calderones comunes y cachalotes fueron encontrados respectivamente en el 8,3%, 13,3% y 9,2% de las cuadrículas muestreadas. La distribución de estas tres especies fue explicada positivamente por la profundidad y negativamente por la latitud. Las orcas se encuentran en el 6,5% de las cuadrículas muestreadas. La distribución de esta especie fue explicada negativamente por la profundidad y la longitud.

Especies	<i>Delphinus delphis</i>	<i>Stenella coeruleoalba</i>	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>Globicephala melas</i>	<i>Physeter macrocephalus</i>	<i>Orcinus orca</i>
<i>Delphinus delphis</i>	100.00	34.56	1.67	4.35	2.22	3.23
<i>Stenella coeruleoalba</i>	66.67	100.00	6.05	10.19	6.80	3.42
<i>Tursiops truncatus</i>	13.33	15.56	100.00	53.50	59.29	5.07
<i>Globicephala melas</i>	22.22	24.44	50.00	100.00	47.38	14.28
<i>Physeter macrocephalus</i>	15.56	17.78	63.63	56.25	100.00	3.18
<i>Orcinus orca</i>	11.11	8.89	20.00	25.00	9.09	100.00

Tabla 3. Entrecruzamiento de las áreas de campeo calculado con el porcentaje de ocurrencia (en negrita) en cada cuadrícula muestreada, y en función del porcentaje de ER (en cursiva) de cada cuadrícula visitada por las seis especies de odontocetos más comunes, encontradas en el estrecho de Gibraltar.

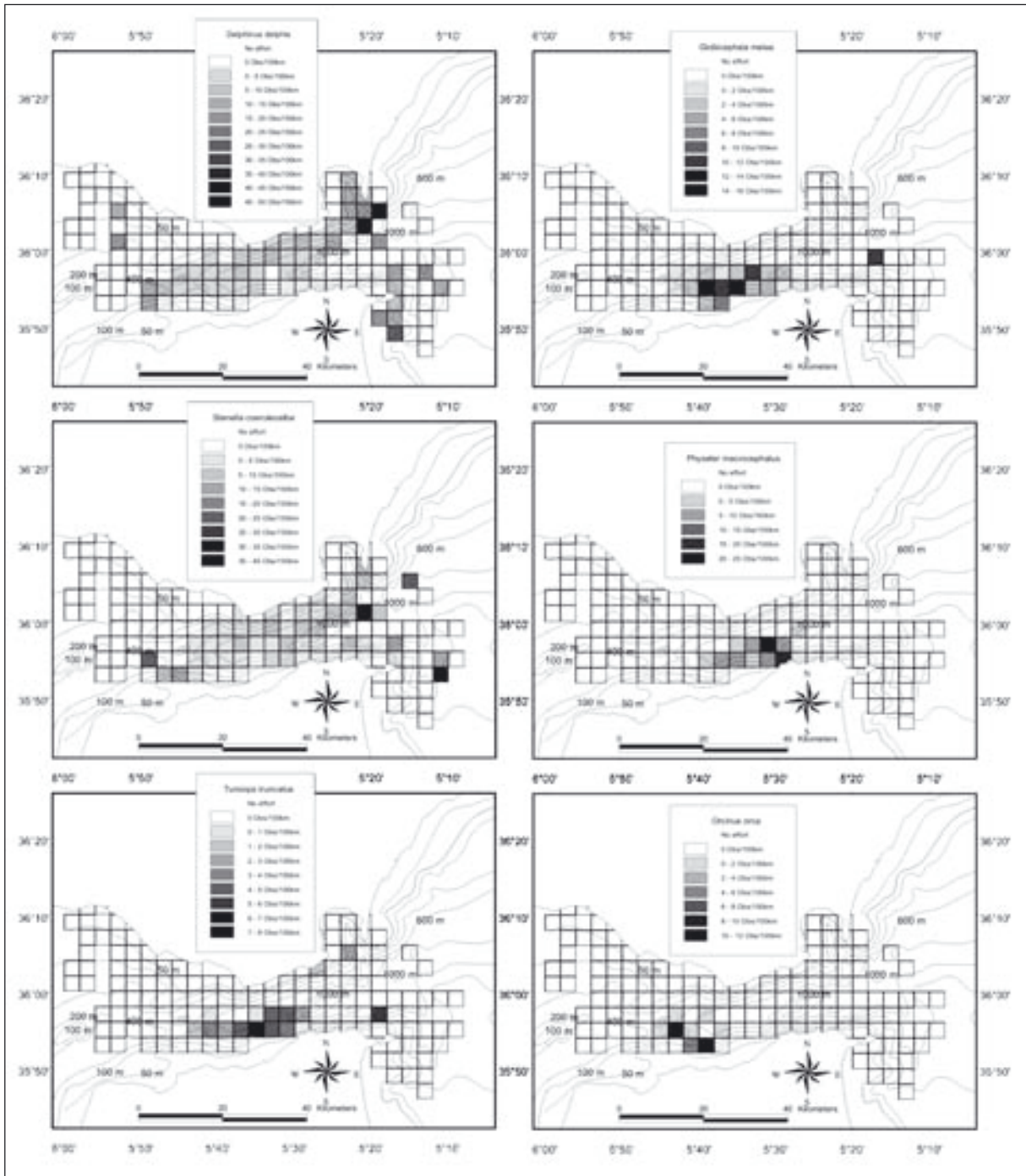


Figure 4. Distribution of encounter rates of common, striped and bottlenose dolphins, long-finned pilot whales, sperm whales and killer whales over the study area and during the study period.

Asociación y segregación espacial entre especies de cetáceos

Los datos se resumen en la tabla 3. Tres grupos de cetáceos pueden ser diferenciados:

- Delfines comunes y delfines listados tendían a estar asociados espacialmente entre ellos. El entrecruzamiento entre delfines comunes y, en menor medida, entre listados y otras especies de cetáceos era limitado, lo que era mucho más obvio cuando se considera el entrecruzamiento espacial de los ER por cuadrícula.
- Delfines mulares, calderones comunes y cachalotes comparten una gran parte de su hábitat en el Estrecho.
- El menor entrecruzamiento con otras especies de cetáceos fue observado con orcas.

DISCUSION

El estrecho de Gibraltar se caracteriza por una alta diversidad de cetáceos con siete especies observadas durante el periodo de este estudio. Se podría sugerir que esta alta diversidad de cetáceos observada en el estrecho de Gibraltar podría estar relacionada con un alto número de cetáceos transitando dentro y fuera del Mediterráneo a través del Estrecho. Sin embargo, trabajos de foto-identificación (Bigg *et al.* 1990, Brain 1990, Defran *et al.* 1990, Hansen y Defran 1990) a largo plazo indican que los individuos de cachalotes, calderones comunes, delfines mulares, orcas y delfines comunes son al menos estacionalmente residentes en el Estrecho (de Stephanis, datos no publicados) mientras que el estatus del delfín listado necesita ser precisado. La hipótesis más probable para explicar esta alta densidad de cetáceos en el Estrecho, debe ser la disponibilidad de presas a lo largo del mismo.

Este estudio indica que los parámetros batimétricos, así como la localización en el Estrecho juega un papel significativo en la distribución de seis especies de cetáceos. Las variables con una mayor influencia en la distribución de cetáceos en el Estrecho fueron la profundidad, y en menor medida la pendiente. Tres grupos distintos de especies fueron identificados en función de su distribución a través del Estrecho. Delfines comunes y delfines listados tienen una distribución bastante amplia, y se sitúan sobre todo en la parte norte de la zona de estudio, concentrados sobre todo en las zonas de aguas profundas y a lo largo del borde norte del canal septentrional del Estrecho (figura 2). Los delfines mulares, calderones comunes y cachalotes comparten una gran parte de su zona de alimentación y estas tres especies fueron encontradas sobre todo en aguas profundas en el canal principal del Estrecho. El tercer grupo es el de las orcas y fueron más observadas en la parte oeste de la zona de estudio. Estas diferencias en las distribuciones espaciales de estos tres grupos podrían estar relacionadas con sus respectivas estrategias de alimentación, y por el hecho de que se alimentan en diferentes masas de agua. De acuerdo con otros estudios, tanto delfines comunes como delfines listados parecen ser especies bastante oportunistas, (Klinowska 1991, Young and Cockcrdet 1994, Gannier 1995), cazando sobre todo pequeños peces y cefalópodos neríticos. Los pequeños cefalópodos y myctophidos mesopelágicos, que componen la dieta de estos dos delfines parecen ser más importantes en listados, (Blanco *et al.* 1995, Kenney *et al.* 1995, Santos *et al.* 1996, Pauly *et al.* 1998) que en delfines comunes (Young and Cockcrdet 1994, Kenney *et al.* 1995, Cordeiro 1996, Santos *et al.* 1996) y estas diferencias podrían contribuir y explicar la mayor afinidad por aguas profundas de delfines listados comparado con delfines comunes. Estudios sobre el comportamiento de inmersión llevados a cabo en delfines comunes y en dos especies de stenellas demostraron que estas especies no suelen realizar inmersiones de más de 150 metros de profundidad. (Evans 1974, Scott *et al.* 1993, 1995, Davis *et al.* 1996). Esto sugiere que tanto delfines comunes como delfines listados restringirían la mayoría, o casi todas sus actividades de alimentación a las aguas superficiales atlánticas. Además la interfase de aguas atlántico-mediterráneas podría actuar como una frontera para sus presas (peces y cefalópodos) y esta interfase se sitúa a menor profundidad en la parte norte del Estrecho, lo que podría aumentar el éxito en sus estrategias de alimentación.

Respecto al segundo grupo de cetáceos, dos especies, el calderón común y el cachalote, son considerados como cazadores de calamares y realizan inmersiones a grandes profundidades. Por ello, la distribución espacial en verano de estas dos especies a lo largo del Estrecho, podría ser indicativa de una distribución de grandes especies de calamares. Sin embargo, no queda claro por qué el delfín mular, cuya dieta se basa sobre todo en peces (Gunter 1942, Tomilin 1957, Evans 1980, Barros y Odell 1990, Gannier 1995) tiende a estar espacialmente asociado con cachalotes y calderones comunes. El contenido estomacal de tres cachalotes capturados durante las operaciones balleneras en 1925 en el estrecho de Gibraltar contenía sobre todo restos de calamar y algunos restos de elasmobranchios bentónicos (Cabrera 1925). Varios estudios sobre cachalotes han demostrado que suelen realizar inmersiones regularmente a profundidades mayores de 1.000 metros (Watkins *et al.* 1993) y por lo tanto son capaces de llegar al fondo marino en toda la zona de estudio. Los calderones comunes también suelen realizar inmersiones profundas llegando a profundidades generalmente comprendidas entre 200 y 600 metros, con una profundidad máxima de 828 m (Heide-Jørgensen *et al.* 2002, Baird *et al.* 2002). Los calderones comunes se alimentan básicamente de calamares neríticos y oceánicos y en una mayor medida de peces que suelen ser comunes a profundidades comprendidas entre los 100 y los 1.000 metros. La distribución espacial en verano de calderones comunes y cachalotes indica que ambas especies se alimentarían de calamares y, posiblemente, de peces, asociados con el flujo profundo de aguas mediterráneas. Es interesante el ER de cachalotes es el más elevado justo al oeste de la cresta central que separa el canal norte del canal principal. El otro área de mayor ER para cachalotes se encuentra al este de la cresta Kamara. Esto sugiere que los cachalotes podrían alimentarse en áreas donde se producen contracorrientes profundas (inducidas por la topografía marina), y que podría por tanto actuar en la distribución de las presas. La concentración de calderones comunes durante el día sugiere que sus presas se concentran principalmente en las aguas del canal principal y a la entrada del cañón de Ceuta. Los delfines mulares presentan una distribución similar a la de los cachalotes. Sin embargo, como sus habilidades de inmersión son limitadas, deberían restringir sus procesos de alimentación a las aguas atlánticas superficiales. Los delfines mulares se alimentan de forma oportunista y se considera que tienen una dieta basada principalmente en presas demersales (Barros y Odell 1990, Gannier 1995), lo que es improbable en este estudio en relación con su distribución en las aguas muy profundas del estrecho de Gibraltar, donde una alimentación pelágica parece ser la única estrategia de alimentación posible. Es interesante que prácticamente no existe entrecruzamiento entre la distribución del delfín mular y del delfín común, lo que sugiere algún mecanismo de exclusión entre estas dos especies. Los delfines mulares suelen matar marsopas en Escocia (Ross and Wilson 1996, Patterson *et al.* 1998) y los delfines comunes podrían evitar las áreas donde los delfines mulares se encuentran.

La distribución de orcas en el Estrecho es la más diferente comparada con la del resto de las especies de cetáceos que ocupan el estrecho de Gibraltar. Las orcas suelen interactuar con las pesquerías de palangre de atún rojo (*Thunnus thynnus*) (de Stephanis *et al.* 2001), que migran fuera del Mediterráneo después de completar la puesta. La distribución espacial en verano de las orcas está estrechamente asociada a la localización geográfica de esta pesquería, que se concentra al este de la cresta Kamara para la flota marroquí, y en el paso entre monte Seco y monte Tartesos para la flota española.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR A., Lens S., "Preliminary report on spanish whaling activities". *Rep Int Whal Commn* 31: pp. 639-643. 1981.
- AGUIAR DOS SANTOS R., Haimvici M., "Cephalopods in the diet of marine mammals stranded or incidentally caught along southeastern and southern Brazil (21-34°S)". *Fish Res* 52: pp. 99-112. 2001.
- ALLUÉ C, Lloris D, Rucabado J, Guerra A, Morales E., "Fichas de identificación de especies, Atlántico Oriental. Estrecho de Gibraltar-Cabo Verde. II CI Cephalopoda. Datos *Inf de Inv Pesq* nº3. 1977.
- ALONCLE H., "Premières observations sur les petits Cétacés des côtes marocaines". *Bull Inst Pech Maroc* 12: pp. 21-42. 1964.
- BAIRD R.W., Borsani J.F., Hanson M.B., Tyack P., "Diving and night-time diving behaviour of long-finned pilot whales in the ligurian sea". *Mar Ecol Prog Ser* 237: pp. 301-305. 2002.
- BARROS N.B., Odell D.K., "Food habits of bottlenose dolphins in the Southeastern United States". In: *Leatherwood S, Reeves RR* (eds) *The bottlenose dolphin*. Academic Press, Inc San Diego, pp. 309-328. 1990.
- BAUMGARTNER M.F., "The distribution of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) with respect to the physiography of the northern Gulf of Mexico". *Mar Mamm Sci* 13(4): pp. 614-638. 1997.
- BAYED A., Beaubrun P.C., "Les mammifères marins du Maroc: Inventaire préliminaire". *Mammalia* 51(3): pp. 437-446. 1987.
- BEARZI, G., Reeves, R.R., Notarbartolo di Sciara, G., Politi, E., Cañadas, A., Frantzis, A. & Mussi, B. "Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*) in the Mediterranean Sea". *Mammal Review* 33(3): pp. 224-252. 2003.
- BIANCHI G., Carpenter K.E., Roux J.P., Molloy F.J., Boyer D., Boyer H.J. *Field guide to the living marine resources of Namibia. FAO species identification guide for fishery purposes*. FAO, Rome: pp. 265. 1999.
- BIGG M.A., Olesiuk P.F., Ellis G.M., Ford J.F.K., Balcomb K.C. "Social organization and genealogy of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State". In: Hammond P., Mizroch S., Donovan G. (eds) *Individual recognition of cetaceans: Use of Photo-Identification and Other Techniques to Estimate Population Parameters*, Vol Special Issue 12. International Whaling Commission, Cambridge, pp. 383-406. 1990.
- BJØRKE H., Gjøseter H. *Who eats the larger Gonatus fabricii (Lichtenstein) in the Norwegian Sea?* International Council for the Exploration of the Sea, CM/M:10. 1998.
- BLANCO C., Aznar J., Raga J.A. "Cephalopods in the diet of the striped dolphin *Stenella coeruleoalba* from the western Mediterranean during an epizootic in 1990". *J Zool Lond* 237: pp. 151-158. 1995.
- BOYLE P.R. *Cephalopod life cycles*. Academic Press, London. pp. 475. 1983.
- BRAIN D. "Examining the validity of inferences drawn from photo-identification data, with special reference to studies of the killer whale (*Orcinus orca*) in British Columbia". In: Hammond P., Mizroch S., Donovan G. (eds) *Individual recognition of cetaceans: Use of Photo-Identification and Other Techniques to Estimate Population Parameters*, Vol Special Issue 12. International Whaling Commission, Cambridge, pp. 93-100. 1990.
- CABRERA A. *Los grandes cetáceos del estrecho de Gibraltar, su pesca y explotación*. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Zoológica N° 52 : pp. 64. 1925.
- CANO N., García Lafuente J, Hernández Guerra A., Blanco J.M., Escánez J. "Hidrología del Mar de Alborán en Julio de 1993". *Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografía* 24: pp. 9-26. 1997.
- CAÑADAS A., Sagarminaga R., García-Tiscar S. "Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain". *Deep Sea Res Part I* 49(11): pp. 2053-2073. 2002.
- CLARKE M.R. "Cephalopod biomass-Estimation from predation". *Memoirs of the National Museum of Victoria: Proceedings of the Workshop on the Biology and Resource Potential of Cephalopods*, Melbourne, Australia, 9-13 March, 1981. 1983.
- CLARKE M., Goodall N. "Cephalopods in the diets of three odontocete cetacean species stranded at Tierra del Fuego, *Globicephala melaena* (Traill, 1809), *Hyperoodon planifrons* (Flower, 1882) and *Cephalorhynchus commersonii* (Lacepede, 1804)". *Antarct Sci* 6(2): pp. 149-154. 1994.
- CLARKE M.R., Santos M.B., Pierce G.J. "The Importance of Cephalopods in the Diets of Marine Mammals and Other Top Predators". *International Council for the Exploration of the Sea: The impact of Cephalopods in the Food Chain and Their Interaction with the Environment*, CM/M:8. 1998.
- CORDEIRO M. *Contribuição para o conhecimento do regime alimentar e da biologia da reprodução do golfinho-comum, Delphinus delphis Linnaeus, 1758, na costa Portuguesa*. Master thesis. Depart de Zoologia e Antropologia. Facultad de Ciências da Universidade de Lisboa. 1996.
- DAVIS R.W., Worthy G.A.J., Wursig B., Lynn S.K., Townsend F.I. "Diving behavior and at sea movements of an Atlantic spotted dolphin in the Gulf of Mexico". *Mar Mamm Sci* 12: pp. 569-581. 1996.
- DAVIS R.W., Fargion G.S., May N., Leming T.D., Baumgartner M., Evans W.E., Hansen L.J., Mullin K., "Physical habitat of cetacean along the continental slope in the north-central and western Gulf of Mexico". *Mar Mamm Sci* 14(3): pp. 490-507. 1998.
- DE STEPHANIS R., Perez Gimeno N., Salazar Sierra J., Poncelet E., Guinet C. "Interactions between killer whales (*Orcinus orca*) and red tuna (*Thunnus thynnus*) fishery in the Strait of Gibraltar", *Proceedings of the the Fourth International Orca Symposium and Workshop*, Chize, France, pp. 138-142. 2002.
- DEFRAN R.H., Schultz G.M., Weller D.W. "A technique for the photographic identification and cataloging in dorsal fins of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*)". In: Hammond P., Mizroch S., Donovan G. (eds) *Individual recognition of cetaceans: Use of Photo-Identification and Other Techniques to Estimate Population Parameters*, Vol Special Issue 12. International Whaling Commission, Cambridge, pp. 53-56. 1990.
- DEGNER E. "Cephalopoda". *Rep "Dana" Exp* 2: pp. 1-94. 1925.
- DESORTES G., Mouritsen R. "Preliminary results on the diet of long-finned pilot whales off the Faroe Islands". *Rep Int Whal Commn. Special Issue* n°14, pp. 305-324. 1993.
- DIETRICH G., Kalle K., Krauss G., Siedler G. *Allgemeine Meerestkunde-Einführung in die Ozeanographie*. Eds Borntraeger, Berlin, Stuttgart, Pp2. 1975.
- ECHEVARRÍA F., García Lafuente J., Bruno M., Gorsky G., Goutx M., González N., García C.M., Gómez F., Vargas J.M., Picheral M., Striby L., Varela M., Alonso J.J., Reul A., Cózar A., Prieto L., Sarhan T., Plaza F., Jiménez-Gómez F., "Physical-biological coupling in the Strait of Gibraltar". *Deep-Sea Res Part II* 49: pp. 4115-4130. 2002.

- EVANS W.E. "Radio-telemetric studies of two species of small odontocete cetaceans". In: *Schevill WE (ed) The whale problem*. Harvard University Press, Cambridge, Mass, pp. 385-394. 1974.
- EVANS P.G.H. "Cetaceans in British waters". *Mammal Review* 10: pp. 1-52. 1980.
- FAO, (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de Peche 37. Révision 1. Vol. II: Vertébrés, FAO, Rome.
- GANNIER A. *Les cétacés de Méditerranée nord-occidentale: estimation de leur abondance et mise en relation de la variation saisonnière de leur distribution avec l'écologie du milieu*. Master thesis. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, France. 1995.
- GANNON D., Read A., Craddock J., Fristrup K., Nicoles J. "Feeding ecology of long-finned pilot whales *Globicephala melas* in the western North Atlantic". *Mar Ecol Prog Ser* 148: pp. 1-10. 1997.
- GARRETT C. "The role of the Strait of Gibraltar in the evolution of the Mediterranean water, properties and circulation". *Bull Inst Oceanogr de Monaco*, N° spécial 17: pp. 1-18. 1996.
- GIL de Sola L. *Las pesquerías demersales del mar de Alborán (sur-mediterráneo ibérico), evolución en los últimos decenios*. Inf Tec Inst Esp Oceanogr 142, pp. 179.
- GONZÁLEZ M., Fernández-Casado M., Rodríguez M.P., Segura A., Martín J.J. "First record of the giant squid *Architeuthis sp* (Architeuthidae) in the Mediterranean Sea". *J Mar Biol Ass U K* 80: pp. 745-746. 1993. 2000.
- GONZÁLEZ M., Sánchez P. "Cephalopods assemblages caught with the trawling along the Iberian Peninsula Mediterranean coast". In: Abelló P., Bertrand J.A., Gil de Sola L., Papaconstatinou C., Relini G., Sople A. (eds) *Mediterranean Marine Demersal Resources: The MEDITS International Trawl Survey (1994-1999) Sci Mar* 66 (suppl.2): pp. 199-208. 2002.
- GUERRA A. "Cefalópodos capturados en la campaña 'Golfo de Cádiz-81'". *Res Exp Cient* 10: pp. 17-49. Abril, 1982.
- GUERRA A. "Fauna Ibérica. Vol. 1. Mollusca. Cephalopoda". In: Ramos M.A. et al. (eds) *Fauna Ibérica*, Vol.1. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, pp. 327. 1992.
- GUNTER G. "Contributions to the natural history of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Montagu), on the Texas coast, with particular reference to food habits". *Journal of Mammology* 23: pp. 267-276. 1942.
- HANSEN E.S., Defran R.H. "A comparison of photo-identification studies of California coastal bottlenose dolphins". In: Hammond P., Mizroch S., Donovan G. (eds) *Individual recognition of cetaceans: Use of Photo-Identification and Other Techniques to Estimate Population Parameters*, Vol Special Issue 12. International Whaling Commission, Cambridge, pp. 101-104. 1990.
- HEIDE-JØRGENSEN M.P., Bloch D., Stefanson E., Mikkelsen B., Ofstad L.H., Dietz R. "Diving behaviour of long-finned pilot whales *Globicephala melas* around the Faroe Islands". *Wildlife Biology* 8: pp. 307-313. 2002.
- HOOGE P.N., Eichenlaub B. Animal movement extension to Arcview, ver 2.0. Alaska Science Center - Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, USA (http://www.absc.usgs.gov/glba/gistools/index.htm#ANIMAL_MOVEMENT). 2000.
- IHAKA R., Gentleman R. "R: a language for data analysis and graphics". *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5: 299-314 (www.cream.st-and.ac.uk). 1996.
- KENNEY R.D., Scott G.P., Thompson T.J., Winn H.E. "Estimates of prey consumption and trophic impacts of cetaceans in the USA northeast continental shelf ecosystem". *J Northwest Atl Fish Soc* 22: pp. 155-171. 1995.
- KINDER T.H., Parrilla G., Bray N.A., Burns D.A. "The hydrographic structure of the strait of Gibraltar". In: Almazan J.L., Bryden H., Kinder T., Parrilla G. (eds) *Seminario sobre la oceanografía física del Estrecho de Gibraltar*, Madrid, 24-28 October 1988, pp. 55-67. 1988.
- KLINOWSKA M.M. *Dolphins, porpoises and whales of the world. The IUCN Red Data Book*. Cambridge, United Kingdom & Gland: IUCN, Switzerland and Cambridge, UK, pp. 429. 1991.
- LACOMBE H., Richez C. "The regime of the Strait of Gibraltar". In: Nihoul JCJ (ed) *Hydrodynamics of semi-enclosed seas*. Elsevier, Amsterdam, p 13-73. 1982.
- OKUTANI T. *Cuttlefish and squids of the world in color*. Publication for the 30th anniversary of the foundation of the National Cooperative Association of Squid Processors: pp. 185. 1995.
- PATTERSON I.A.P., Reid R.J., Wilson B., Grellier K., Ross H.M., Thompson P.M. "Evidence for infanticide in bottlenose dolphins: An explanation for violent interactions with harbour porpoises?" *Proc R Soc Lond*, B 265(1402): pp. 1167-1170. 1998.
- PARRILLA G., Kinder T.H., Bray N.A. "Hidrología del agua mediterránea en el Estrecho de Gibraltar durante el Experimento Gibraltar (octubre 1985-octubre 1986)". *Seminario sobre la oceanografía física del Estrecho de Gibraltar* (Madrid, 24-28 de octubre 1988), pp. 95-121. 1988.
- PAULY D., Trites A.W., Capuli E., Christensen V. "Diet composition and trophic levels of marine mammals". *ICES J Mar Sci* 55: pp. 467-481. 1998.
- REUL A., Vargas J.M., Jiménez-Gómez F., Echevarría F., Garcia-lafuente J., Rodriguez J. "Exchange of planktonic biomass through the strait of Gibraltar in late summer conditions". *Deep-Sea Res Part II* 49: 4131-4144. 2002.
- ROPER C.F.E., Sweeney M.J., Nauen C.E. *Cephalopods of the world*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Vol. 3: pp 277. 1984.
- ROSS H.M., Wilson B. "Violent interactions between bottlenose dolphins and harbour porpoises". *Proc R Soc London*, B 263 (1368): 283-286. 1996.
- ROUSSEL E. *Les cétacés dans la partie orientale du Déroit de Gibraltar au printemps: indications d'écologie*. Master thesis. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, France. 1999.
- RUBÍN J.P. *El ictioplacton y el medio marino en los sectores norte y sur del mar de Alborán, en junio de 1992*. Inf Tec Inst Esp Oceanogr 146, pp. 92. 1994.
- SANPERA C., Aguilar A. "Modern Whaling off the Iberian Peninsula during the 20th Century". *Rep Int Whal Comm* 42: pp. 723-730. 1992.
- SANTOS M.B., Pierce G.J., López A., Barreiro A., Guerra A. Diets of small cetaceans stranded NW Spain. *International Council for the Exploration of the Sea*, C.M. 1994/N: 11. 1996.
- SANTOS M.B., Pierce G.J., Boyle P.R., Reid R.J., Ross H.M., Patterson I.A.P., Kinze C.C., Tougaard S., Lick R., Piatkowski U., Hernández-García V. "Stomach contents of sperm whales *Physeter macrocephalus* stranded in the North Sea 1990-1996". *Mar Ecol Prog Ser* 183: pp. 281-294. 1999.
- SANTOS M.B., Clarke M.R., Pierce G.J. "Assessing the importance of cephalopods in the diets of marine mammals and other top predators: problems and solutions". *Fish Res* 52: pp. 121-139. 2001.

- SANTOS M.B., Pierce G.J., Hartmann M.G., Smeenk C., Addink M.J., Kuiken T., Reid R.J., Patterson I.A.P., Lordan C., Rogan E., Mente E. "Additional notes in stomach contents of sperm whales *Physeter macrocephalus* stranded in the north-east Atlantic". *J Mar Biol Ass U K* 82: pp. 501-507. 2002.
- SANZ J.L., Acosta J., Herranz P., Palomo C., San Gil C. Mapa Batimétrico del Estrecho de Gibraltar. Proyecto Hércules 1980-1983, Instituto Español de Oceanografía. 1988.
- SCOTT M.D., Chivers S.J., Olson R.J., Lindsay R. "Radiotracking of spotted dolphins associated with tuna in the eastern tropical Pacific". Abstracts of the 10 th Biennial Conference on the biology of Marine Mammals, Galveston , Texas, p. 97. Society for Marine Mammalogy, Lawrence, Kansas. 1993.
- SCOTT M.D., Olson R.J., Chivers S.J., Holland K. "Tracking of spotted dolphins and yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific". Abstracts of the 11 th Biennial Conference on the biology of Marine Mammals, Orlando, Florida, p. 102. Society for Marine Mammalogy, Lawrence, Kansas. 1995.
- SEC. Sociedad Española de cetáceos. *Recopilación, análisis, valoración y elaboración de protocolos sobre las labores de observación, asistencia a varamientos y recuperación de mamíferos y tortugas marinas de las aguas españolas*. Ministerio de Medio Ambiente Español. Secretaria General de Medio Ambiente, Technical Report Sociedad Española de Cetáceos Available from SEC, Nalón 16, E-28240 Hoyo de Manzanares, Madrid, Spain. 1999.
- SILVANI, L., M. Gazo and A Aguilar. "Spanish driftnet fishing and incidental catches in the western Mediterranean". *Biological Conservation* 90: pp. 79-85. 1999.
- SMITHS., Whitehead H.Y. "The Diet of Galapagos Sperm whales *Physeter macrocephalus* as indicated by fecal sample analysis". *Mar Mamm Sci* 16(2): pp. 315-325. 2000.
- TOMLIN A.G. "Mammals of the U.S.S.R. and Adjacent Countries". Vol.IX: Heptner VG Ed, Cetacea, Nauk USSR, Moscow. English translation, 1967, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, pp. 523-549. 1957.
- VAN GEEN A., Boyle E. "Atlantic water masses in the Strait of Gibraltar : inversión of trace metal data". In: Almazan J.L., Bryden H., Kinder T., Parrilla G. (eds.) *Seminario sobre la oceanografía física del estrecho de Gibraltar*. Madrid, 24-28 October 1988, pp. 68-80. 1988.
- VILLANUEVA R., Collins M.A., Sánchez P., Voss N.A. "Systematics, distribution and biology of the cirrate octopods of the genus *Opisthotethis* (Mollusca, Cephalopoda), in the Atlantic Ocean with description of two new species". *Bull Mar Sci* 71(2): pp. 933-985. 2002.
- WATKINS W.A., Daher M.A., Frstrup K.M., Howald T.J., Nortobartolo di Sciara G. "Sperm whales tagged with transponders and tracked underwater by sonar". *Mar Mamm Sci* 9: pp. 55-67. 1993.
- YOUNG D.D., Cockcroft V.G. "Diet of common dolphins (*Delphinus delphis*) off the south-east coast of southern Africa: opportunism or specialization?". *J Zool Lond* 234: pp. 41-53. 1994.