

---

## ACTUACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL DELFÍN

### MULAR



GRUMM – GRUP D'ESTUDI I CONSERVACIO DE MAMÍFERS MARINS  
UNIVERSITAT DE BARCELONA – DEPARTAMENT DE BIOLOGIA ANIMAL  
FACULTAT DE BIOLOGIA - AVGDA. DIAGONAL 645  
08028 BARCELONA  
Tel: 93-4034556 Fax: 93-4034554  
grumm@pcb.ub.es

**MEMORIA FINAL DE RESULTADOS**

**Julio 2002**

**ACTUACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL DELFÍN MULAR  
MEMORIA FINAL DE RESULTADOS**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL CONVENIO</b>	<b>5</b>
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE CONFLICTOS CON LA PESCA Y SENSIBILIZACIÓN DEL ENTORNO PESQUERO</b>	<b>9</b>
3.1. Introducción	10
3.2. Objetivos específicos	11
3.2.1. Costa Cantábrica	11
3.2.2. Islas Baleares	12
3.2.3. Galicia: identificación de problemas de conservación	12
3.3. Costa Cantábrica	13
3.3.1. Introducción	13
3.3.2. Metodología	14
3.3.3. Resultados	21
3.3.4. Conclusiones y recomendaciones	46
3.4. Islas Baleares	49
3.4.1. Introducción	49
3.4.2. Metodología	51
3.4.3. Resultados	53
3.4.4. Conclusiones y recomendaciones	62
3.5. Campaña de identificación de problemas de conservación de delfines en puertos pesqueros de Galicia	64
3.5.1. Introducción	64
3.5.2. Metodología	64
3.5.3. Resultados	65
3.5.4. Conclusiones y recomendaciones	71
3.6. Referencias bibliográficas	72
<b>4. DESARROLLO DE SISTEMAS DE ATENUACIÓN DE CONFLICTOS CON LA PESCA</b>	<b>73</b>
4.1. Introducción	74
4.2. Objetivo específico	76
4.3. Categorización de la predación del delfín mular en los artes de pesca	77
4.4. Validación del uso de pingers y posibles dificultades en dicha validación	79
4.5. Los componentes acústicos	81
4.5.1. Pingers	81
4.5.2. PODs	84
4.5.3. Diseño y elección del sistema de fijación de los emisores sónicos a las redes	86
4.6. Campañas de muestreo	87
4.6.1. Metodología	89
4.6.2. Resultados	96
4.6.2.1. Pesquería de Salmonete	96
4.6.2.1.1. Campaña “Moll 00”	97
4.6.2.1.2. Campaña “Moll 01”	101
4.6.2.2. Pesquería de Sepia	110
4.6.2.2.1. Campaña “Sipia 01”	111
4.6.2.2.2. Campaña “Sipia 02”	115
4.7. Conclusiones y recomendaciones	119
4.8. Referencias bibliográficas	123

<b>5. ESTRUCTURA POBLACIONAL</b>	<b>126</b>
5.1. Recolección de muestras	127
5.2. Análisis del perfil de contaminantes organoclorados	134
5.2.1. Introducción	134
5.2.2. Material	134
5.2.3. Metodología analítica	136
5.2.4. Resultados	139
5.2.4.1. Comparación entre población atlántica y mediterránea	140
5.2.4.2. Comparación entre los diferentes núcleos de población del mediterráneo	144
5.3. Análisis de isótopos estables	148
5.3.1. Introducción	148
5.3.2. Método de análisis	151
5.3.3. Resultados	152
5.4. Perfil genético de los distintos núcleos poblacionales	155
5.4.1. Introducción	155
5.4.2. Métodos de análisis	157
5.4.2.1. Origen de las muestras	157
5.4.2.2. Extracción del ADN total	158
5.4.2.3. Análisis del microsátélites	158
5.4.2.4. Secuenciación del ADN	158
5.4.2.5. Análisis de los datos de microsátélites	159
5.4.3. Resultados	159
5.4.4. Discusión	163
5.5. Conclusiones y recomendaciones	165
5.6. Bibliografía	166
<b>6. PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE</b>	<b>169</b>
6.1. Antecedentes	170
6.1.1. Características del núcleo poblacional y naturaleza de las amenazas	170
6.1.2. Marco legal de protección	173
6.2. Actividades para asegurar la conservación del núcleo poblacional	173
6.3. Resultados esperados, y seguimiento y evaluación del éxito del Plan	177
Agradecimientos	178
Personal investigador	179

## ANEXOS

- A: Artículos en medios de comunicación impresos**
- B: Otros medios de comunicación**
- C: Material de sensibilización**
- D: Comunicaciones a talleres y congresos científicos**
- E: Publicaciones científicas**

# **1. INTRODUCCIÓN**

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente **Memoria** describe los objetivos, la metodología utilizada y los resultados obtenidos en la ejecución del proyecto titulado “**ACTUACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL DELFÍN MULAR**” durante el período julio 1999 – julio 2002. Este proyecto ha sido ejecutado por el Grupo de Mamíferos Marinos de la Universidad de Barcelona (GRUMM) y se desarrolla dentro del Convenio de Colaboración que, con esta finalidad, fue suscrito entre la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente y la Universitat de Barcelona en fecha 29 de julio de 1999.

Este convenio es la continuación natural de dos proyectos ejecutados con anterioridad por el GRUMM y que fueron también financiados por el Ministerio de Medio Ambiente (o el Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, anteriormente):

- 1992-1994: "Inventario de los cetáceos mediterráneos ibéricos: status y problemas de conservación”.
- 1995-1997: "Inventario de los Cetáceos de las aguas atlánticas peninsulares”.

Estos proyectos permitieron establecer el estado de las distintas especies de cetáceos ibéricos e identificar las principales amenazas para su conservación. Uno de sus resultados más relevantes fue la constatación de que el delfín mular o arroaz (*Tursiops truncatus*), uno de los cetáceos más emblemáticos de nuestra fauna, se hallaba en un proceso claro de declive y que sufría un amplio abanico de problemas de conservación que estaban conduciendo las poblaciones locales a una situación crítica. Por este motivo, se diseñó el presente proyecto, centrado en esta especie, cuyo objetivo global, como su nombre indica, es el de promover la mejora de su estado de conservación en nuestras aguas.

El delfín mular está considerado una especie amenazada o en situación crítica por la mayor parte de los catálogos de biodiversidad y por los acuerdos y reglamentos nacionales e internacionales de conservación. El Libro Rojo de los Vertebrados de España lo cataloga como especie “*Vulnerable*”, tanto en aguas de la Unión Europea como en las españolas del Mediterráneo. En el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas está considerado como “*Vulnerable*” tanto en aguas peninsulares (Orden del 10 de marzo de 2000) como en las de las Islas Canarias (Orden del 9 de junio de 1999). El Convenio de Berna lo incluye en el Anejo II, de fauna estrictamente protegida. La Directiva Habitats y su transposición en el R. D. 1997/1995 lo destacan, junto a la marsopa, en su anejo II, lo que lo convierte en una especie de interés especial cuya conservación requiere la designación de áreas especiales de conservación; además, está incluido también en el Anejo IV como especie de interés comunitario y que precisa una protección estricta.. El Acuerdo sobre la Conservación de los Cetáceos del Mar Negro, el Mar Mediterráneo y la Zona Atlántica Contigua (ACCOBAMS) lo incluye entre las especies sobre las que se aplica el acuerdo y lo identifica en informes recientes (2002) como uno de los cetáceos que sufre mayores impactos por las actividades humanas. Finalmente, el delfín mular está específicamente protegido por las legislaciones autonómicas de Andalucía y la Comunidad Valenciana.

A pesar de esta legislación, los resultados de los *Inventarios* demostraron que la especie ha proseguido en las últimas décadas su proceso de rarefacción, alcanzando en diversas zonas del Mediterráneo una situación comprometida. El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollar acciones conducentes a mejorar el estado de la especie, ya sea atenuando las amenazas previamente identificadas o bien produciendo los elementos básicos para diseñar planes de conservación y recuperación que reduzcan su vulnerabilidad. Las líneas de actuación que se han puesto en marcha se enmarcan dentro de las directrices establecidas por el Plan de Acción para la Conservación de los Cetáceos de la IUCN (adoptado en 1994), el acuerdo ACCOBAMS de la Convención de Bonn (adoptado en 1996) y el Plan de Acción para la Conservación de los Cetáceos en el Mar Mediterráneo del PNUMA (adoptado en 1991).

Si bien el presente proyecto se centra en el delfín mular, diversas actividades (sensibilización, evaluación de los niveles de contaminación) redundan igualmente en beneficio de otras especies de cetáceos que habitan las regiones de trabajo. Asimismo, las técnicas y materiales que se han desarrollado (emisores sónicos o *pingers*, materiales de sensibilización) podrán ser eventualmente aplicados a otras especies que sufren conflictos similares pero cuya rarefacción o comportamiento elusivo dificulta su puesta en práctica y comprobación de eficacia (por ejemplo, la marsopa).

Las actividades del proyecto se llevan a cabo en el interior de las aguas de la Zona Económica Exclusiva española (Ley 15/1978) en el Atlántico y en la Zona de Protección Pesquera española (R. D. 1315/1997) en el Mediterráneo. En muchos casos, dichas actividades han tenido lugar en espacios marinos protegidos (Cabrera, Cabo de Creus, Islas Medes). Se espera que los resultados del presente proyecto contribuyan a mejorar el estado de conservación de las poblaciones de delfín mular que habitan estas reservas y que la información y herramientas que se obtengan sean de utilidad para la gestión de éstas áreas.

## **2. OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL CONVENIO**



## **2.- OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL CONVENIO**

De acuerdo con los *Inventarios* antes citados, dos son las principales causas por las cuales la legislación de conservación no ha sido operativa en la recuperación de la especie: las amenazas para la conservación persisten y existe una notable falta de información acerca de los parámetros demográficos esenciales para la gestión de las poblaciones y la elaboración de planes de conservación.

Entre las amenazas para la conservación de la especie actualmente en vigor está la mortalidad asociada a la pesca. Los *Inventarios* permitieron identificar tres causas principales que llevaban a los pescadores a dar muerte de una manera intencionada a los delfines: su utilización para el consumo humano (los pescadores coinciden en señalar que las crías y juveniles de esta especie son las piezas más apreciadas para el consumo propio a bordo de los barcos), su utilización como carnada en palangre y nasas de camarón (principalmente en la cornisa cantábrica y en ciertos puertos de Andalucía), y el deseo de eliminar un competidor que consume especies de interés comercial y que produce destrozos en los artes de pesca (problema principalmente localizado en las Islas Baleares). En algunos casos estas interacciones han desembocado en situaciones altamente conflictivas, que han conducido a diversas organizaciones locales (cofradías de pescadores, administraciones autonómicas) a celebrar debates u organizar reuniones encaminadas a hallar una solución al problema. No obstante, estas iniciativas no han fructificado en acciones concretas. Por otra parte, los delfines mulares frecuentemente parasitan las redes agalleras, lo que entraña el riesgo de enmalle del delfín y su consiguiente muerte por asfixia en la red a la que se han dirigido en busca de alimento. También se producen frecuentes capturas no intencionadas en redes de cerco, si bien una parte de los ejemplares que son capturados en este tipo de arte son devueltos al mar todavía vivos.

Frecuentemente los distintos tipos de conflicto con las actividades pesqueras están interrelacionados, por lo que la mortalidad asociada a ellos es aditiva. Por ejemplo, en las Islas Baleares se produce una mortalidad incidental a la pesca con trasmallo y cerco, así como una intencionada producida por las agresiones con armas de fuego, arpones u otros

instrumentos por parte de los pescadores artesanales que desean mantener los delfines alejados de los trasmallos.

Por otra parte, el conocimiento científico disponible sobre la biología y parámetros demográficos de la especie en aguas ibéricas es extremadamente limitado. Los *Inventarios* demostraron que el delfín mular, particularmente en el Mediterráneo, se halla severamente fragmentado en pequeñas subpoblaciones. Ello impidió determinar el tamaño de la población global tal como pudo hacerse con el delfín listado o el rorcual común. Además, a pesar de que la fragmentación en poblaciones pequeñas y relativamente aisladas es considerada como una de las principales amenazas para la conservación de una especie (la IUCN la considera uno de los criterios más significativos para establecer las categorías de amenaza), no se dispone de información que permita establecer su extensión en las poblaciones de delfín mular ibérico. De la misma manera, tampoco se conoce ni la extensión de presencia en las distintas localidades donde todavía se encuentra hoy el delfín mular, ni la magnitud de los movimientos, estacionales o erráticos, que realizan los individuos. Ello impide, lógicamente, evaluar las consecuencias de la fragmentación en la viabilidad de la metapoblación así como elaborar planes de conservación o recuperación de la especie.

En un futuro próximo, esta situación puede devenir aún más problemática. Diversos núcleos de población pueden proseguir su reducción hasta alcanzar niveles no viables. Ciertas causas de amenaza pueden intensificarse o aparecer nuevas. Por ejemplo, el incipiente turismo ecológico centrado en cetáceos (popularmente conocido como "whalewatching") está en expansión en el Mediterráneo y está ya afectando ciertos núcleos de población del delfín mular. Por estos motivos se hace imprescindible la elaboración de Planes de Acción para la especie, tarea que no es posible en la actualidad debido a la carencia de la información y de los instrumentos de gestión necesarios.

El presente proyecto contempla el desarrollo de cuatro líneas de actividad específicas destinadas a atenuar los problemas de conservación del delfín mular descritos. Una de estas líneas de actividad tiene como objetivo el producir la información demográfica que se precisa para el manejo de las poblaciones, y el resto se dirige a atenuar las amenazas o a producir los instrumentos necesarios para atenuarlas.

Las líneas de actuación contempladas son:

- Programas de sensibilización en el entorno pesquero y los colectivos conflictivos en las regiones donde los conflictos con la especie son más acuciantes.
  
- Desarrollo de sistemas que atenúen la competencia entre pescadores y delfines y la mortalidad incidental de estos últimos en los artes de trasmallo.
  
- Determinación de la estructura poblacional y grado de intercambio entre subpoblaciones utilizando técnicas basadas en tres marcadores independientes:
  1. Contaminantes organoclorados.
  2. Isótopos estables.
  3. ADN.
  
- Elaboración de Planes de Conservación o de Recuperación de la especie.

Hay que señalar que, inicialmente, el proyecto contemplaba la aplicación de los niveles de retinol, pero no los isótopos estables. No obstante, dado que la obtención de muestras suficientemente frescas para permitir los análisis de retinol ha sido más difícil de lo inicialmente previsto, se decidió, con la aprobación del coordinador del proyecto por parte de la DGCONA, sustituir este indicador por los isótopos estables.

Esta **Memoria** detalla la metodología utilizada y los resultados obtenidos en la ejecución de cada una de las líneas de actuación descritas.

**3. IDENTIFICACIÓN DE CONFLICTOS CON LA**  
**PESCA Y SENSIBILIZACIÓN DEL ENTORNO**  
**PESQUERO**

### **3.1. Introducción**

Los Inventarios de los Cetáceos Ibéricos (UB, 1993 y 1997) demostraron que uno de los principales problemas para la conservación del delfín mular es la actitud negativa de los pescadores hacia estos animales. Evaluaciones más recientes (ACCOBAMS, 2002) confirman que esta tendencia se mantiene. Las actividades y fuente de subsistencia de este colectivo a menudo interaccionan de manera negativa con las poblaciones de delfines, y ello conduce a frecuentes interacciones que resultan en la muerte de los delfines. Por este motivo, en el presente proyecto se incorporó como uno de los objetivos principales el desarrollo de campañas de sensibilización de los colectivos potencialmente conflictivos en las áreas geográficas donde el problema parece ser más acuciante.

Según los estudios realizados previamente, tres son las principales problemáticas detectadas en el sector pesquero: el consumo de la carne de delfín, la utilización de su carne como cebo y las agresiones directas para evitar la competencia de estos animales por el recurso que los pescadores explotan (peces, cefalópodos) o los destrozos causados por los delfines a las redes. Estos problemas son especialmente importantes en algunas zonas geográficas, ya sea porque la presencia de delfines en la franja costera es mayor o porque existen hábitos arraigados en los pescadores que se transmiten de generación en generación. La información previamente recolectada indicaba que los conflictos son mayores en tres Comunidades Autónomas: País Vasco, Baleares y Galicia.

En el caso del País Vasco, se sabía por estudios previos que el problema fundamental era la caza de delfines para consumo humano (UB, 1997). Los pescadores realizan esta actividad con relativa frecuencia, sobre todo durante las mareas de bonito, cuando están varios días sin entrar a puerto, y es normal que, además de consumirlo en el barco, lleven algún trozo de carne a casa donde, según se nos contó, es un plato muy apreciado.

En las Islas Baleares la problemática es muy distinta (Silvani, 1991 y Soler, 1998). No se producen capturas para el consumo pero, en este caso, los pescadores pretenden eliminar a los delfines mulares de las zonas de pesca o, como mínimo, ahuyentarlos para evitar que preden presas enmalladas y produzcan destrozos en los artes de pesca. Para ello hacen uso de petardos, escopetas, dinamita, e incluso algún pescador ha llegado a colgar un delfín muerto en la proa para espantar a los demás. Según información aportada por el *Govern Balear* se trata de prácticas que se realizan de manera generalizada en todos los puertos de las islas.

La tercera Comunidad donde se ha trabajado ha sido Galicia, donde se tenía indicaciones de la existencia de interacciones de los delfines con ciertas actividades pesqueras que conducían a la muerte accidental de un número indeterminado de animales.

## **3.2. Objetivos específicos**

### **3.2.1. Costa Cantábrica**

Los objetivos específicos en la zona Cantábrica han sido:

- Identificar las zonas donde se producen agresiones a los delfines para el consumo humano.
- Determinar la magnitud y tipología de las capturas, y las especies afectadas.
- Determinar el grado de concienciación de la población joven respecto a la conservación de los delfines, especialmente en los colectivos que cuentan con pescadores en la familia.
- Obtener la información necesaria para el diseño, en fases posteriores del proyecto, de una campaña de sensibilización en la costa Cantábrica.
- Obtener los datos que permitan evaluar el impacto de dichas campañas de sensibilización en la actitud de la población humana respecto a los delfines.
- Producir material divulgativo dirigido al sector pesquero y su entorno directo (sus familias).

- Distribuir este material y acompañarlo de charlas informativas en Cofradías de Pescadores, Escuelas Náuticas, Institutos y, en general, el entorno de los pescadores y sus familias.
- Evaluar el impacto de la campaña de sensibilización sobre las actitudes de los pescadores y su entorno cercano: los alumnos del Instituto Politécnico Marítimo Pesquero y los de Enseñanza Secundaria.

### **3.2.2. Islas Baleares**

Estudios anteriores y la información suministrada por el Govern Balear permitieron, ya desde el principio, disfrutar en esta zona de un nivel de información relativamente bueno acerca de la extensión y magnitud del conflicto. Por este motivo, no se consideró necesario ejecutar las fases de identificación previas, como en el caso del País Vasco, y se elaboraron directamente los elementos de la campaña de sensibilización. Así, los objetivos específicos fueron:

- Producción de material divulgativo dirigido principalmente al sector pesquero y, dada la existencia de un amplio sector turístico con potencial incidencia en la especie, también al público en general.
- Distribución de este material por puertos pesqueros y deportivos, escuelas y parques acuáticos.
- Obtención de la información necesaria para evaluar la magnitud y tipología de las agresiones a los delfines.
- Cuantificación económica del daño que, según los pescadores, causa la interacción con los delfines.

### **3.2.3. Galicia: identificación de problemas de conservación**

La información disponible sobre interacciones en esta región era más fragmentaria que en las dos anteriores, si bien se sabía que se producían capturas incidentales de delfines en ciertas artes de pesca. Por este motivo, los trabajos realizados se han limitado a la identificación del problema y, una vez comprobado que las capturas

de delfines mulares eran marginales (la mayor parte eran de delfines comunes, *Delphinus delphis*, se decidió que no era prioritario desarrollar en esta zona una campaña de sensibilización. Así, los objetivos específicos han sido de menor alcance que en las otras dos Comunidades antes mencionadas y se han limitado a:

- Identificación de las zonas donde se producen las interacciones con los delfines.
- Determinación de la magnitud de dicha interacción y de la especie/especies afectadas.

### **3.3. Costa Cantábrica**

#### **3.3.1. Introducción**

Las interacciones entre la pesca y los mamíferos marinos se han dado desde siempre (Harwood, J., 1983) y no se deben solamente a que éstos se alimentan de peces con una gran importancia comercial sino que, además, a menudo lo hacen en las zonas donde los barcos de pesca faenan. Los mamíferos marinos interactúan con la pesca a varios niveles. Frecuentemente asustan o producen daños en la pesca que se acaba de capturar, mientras que otras veces son los propios delfines los que se enmallan en las redes, produciendo daños en el arte y a menudo pereciendo asfixiados en ellas. Este tipo de conflictos son usuales en todo el mundo (IWC, 1982b). No obstante, en el País Vasco tiene lugar otro tipo de interacción que es mucho menos usual: existe el hábito de cazar delfines para el consumo humano.

La legislación española protege a todos los cetáceos de aguas españolas y prohíbe las agresiones hacia estos animales. No obstante, en ciertas zonas de la costa Cantábrica existe aún hoy en día la costumbre de cazar delfines para el consumo a bordo de los barcos, una actividad especialmente frecuente en los cercos durante la temporada de pesca del bonito. Se trata de una tradición muy arraigada, transmitida de generación en generación y originada en la época en la que los barcos carecían de neveras en las que poder conservar alimentos. Cuando los marineros pasaban varios días en el mar, cazaban delfines para comer carne fresca y no era extraño que ésta se



comercializara en los mercados. Actualmente, dicha comercialización está prohibida, por lo que el consumo se reduce al propio barco y a las familias de los pescadores.

Como las agresiones se producen en alta mar y la carne de delfín no es comercializada, estos actos no pueden ser controlados fácilmente. Por ello, la única vía de intervención práctica posible para evitar que estas agresiones se repitan es la educación y sensibilización de los colectivos afectados, esto es, los pescadores y su entorno familiar directo. No obstante, dado que la información disponible acerca de este problema en la región cantábrica era escasa al comienzo del presente Proyecto, para alcanzar este objetivo se iniciaron las actividades de sensibilización realizando un diagnóstico previo del problema que permitiera determinar su alcance y extensión geográfica. Por otra parte, este diagnóstico, basado en encuestas realizadas al sector pesquero, sirvió también para establecer el grado de sensibilización previo a las campañas educativas, conocimiento que resultaba imprescindible para evaluar la eficacia de éstas. Una vez concluidas las campañas de sensibilización se repitieron las encuestas en la misma zona y siguiendo la misma metodología con la finalidad de determinar posibles cambios en el estado de opinión y hábitos de los pescadores y su entorno. Al tratarse de capturas ilegales y, por ello, no controladas, el único indicador fiable de potenciales cambios en la incidencia de estas agresiones es precisamente la respuesta a estas encuestas.

### **3.3.2. Metodología**

#### Primera fase: localización y magnitud de la interacción

En primer lugar se identificaron, a partir de los resultados obtenidos en los Inventarios (UB, 1993 y 1997), las zonas de la costa cantábrica en las que se daban situaciones problemáticas, así como el tipo y características del conflicto. Viendo que el litoral vasco presentaba un mayor nivel de conflictividad, se decidió concentrar las campañas de sensibilización en esta zona.

De acuerdo con las características de la investigación, se trataba de averiguar la extensión de prácticas ocultas e ilegales sobre la caza o captura directa de delfines. Se

determinaron las causas que originaban estas prácticas, así como factores relacionados, con el fin de diseñar posteriormente una campaña de sensibilización para actuar sobre los colectivos más problemáticos.

La metodología seguida se ha basado en:

- Encuestas y embarques en los principales puertos pesqueros del País Vasco. El objetivo de las primeras era recopilar información acerca de las operaciones pesqueras, así como de las posibles capturas de cetáceos asociadas a ellas, y verificar y ampliar dicha información mediante embarques en los barcos implicados. Los contactos se establecieron telefónicamente a través de las Cofradías de Pescadores. Se escogieron los puertos en función del número de barcos y disponibilidad de embarcaciones.
- Encuestas para evaluar el estado de opinión de los alumnos del Instituto Politécnico Marítimo-Pesquero de Pasaia, futuros pescadores.
- Encuestas para evaluar el estado de opinión de los alumnos de 1º de ESO del Instituto Ignacio Arozena de Bermeo (Vizcaya) y del Instituto Talaia de Hondarribia (Guipúzcoa), que pertenecen al entorno pesquero.

#### *Encuestas a pescadores y embarques*

Debido a la naturaleza conflictiva del tema y el carácter receloso de los pescadores frente a preguntas sobre posibles capturas de cetáceos, los datos se recabaron de forma directa a través de entrevistas en los mismos puertos o a bordo de las embarcaciones durante los embarques. Estas encuestas se efectuaron bajo la supervisión de la Fundación Centro de Iniciativas e Investigaciones Europeas en el Mediterráneo (CIREM). La cumplimentación del formulario se efectuó por el entrevistador inmediatamente después de la entrevista. Para facilitar y asegurar la correcta identificación de especies por parte de los pescadores se dispuso de una colección de fotografías representativas de los cetáceos más habituales en cada zona. Puesto que la captura de estos animales constituye una infracción de la ley, que protege estas especies, preguntar directamente podía inducir a falsear las respuestas. Por eso, la entrevista siguió 3 pautas claras:

- Identificarse totalmente con el entrevistado, en el sentido de empatizar con sus actitudes y escalas de valores, sin manifestar opiniones personales ni juicios de valor. El encuestador intentó en todo momento ponerse de lado del entrevistado. Por ejemplo, para averiguar por qué motivos capturaban o mataban delfines, el entrevistador inició una serie de preguntas que presuponían que realmente estos animales podían potencialmente originar molestias a los pescadores y su actividad productiva o económica, de modo que el entrevistado, *a priori*, se sintiese comprendido por el encuestador y respondiese así de una manera sincera.
- Se utilizó un lenguaje que conectase con el discurso del encuestado para favorecer un clima de confianza que permitiese al entrevistado “bajar la guardia” y responder con sinceridad. No se hizo uso de tecnicismos.
- Formular preguntas indirectas. El entrevistado forma parte de un grupo o colectivo social de referencia con el cual se identifica. Si preguntábamos sobre el comportamiento de ese grupo, el entrevistado contestaría desde su experiencia personal, efectuando una extrapolación involuntaria hacia el grupo de referencia. Por ejemplo, si hubiésemos preguntado: ¿caza Vd. delfines para comérselos?, probablemente la respuesta hubiese sido “no”. Sin embargo si preguntábamos “¿crees que aún se come carne de delfín?” o “¿sabes de alguien que cace delfines para comérselos o venderlos?” o “¿los pescadores suelen consumir carne de delfín?”, las respuestas serían afirmativas, y lo excluirían como culpable directo de estas prácticas. Si el entrevistado pesca y consume delfín diría que sí partiendo de su propia realidad, aunque el sujeto de la respuesta hiciese referencia al colectivo de pescadores en abstracto.

Las preguntas objeto central de la investigación, es decir aquellas relativas a la captura de delfines, se formularon indirectamente y dando los rodeos necesarios para que el encuestado no vislumbrase la finalidad última de la pregunta.

La unidad de población fue la embarcación. Una misma persona que hubiese estado en dos embarcaciones y tuviese dos experiencias sobre delfines representó la cumplimentación de 2 cuestionarios. Esta primera fase en la realización de las

encuestas tuvo lugar en el mes de Marzo de 2000. Las preguntas fueron referidas al intervalo temporal del último año, o sea 1999, más el primer trimestre del 2000. Siempre se acotaron a esta dimensión temporal excepto aquellas preguntas que especificaban otras dimensiones o aquéllas que querían incidir más en alguna época o temporada del año determinada.

Fundamentalmente se preguntaba por los siguientes aspectos:

- Apreciación de los pescadores acerca de la evolución en las poblaciones de cetáceos de las especies objeto de estudio (además de preguntar sobre la especie que nos interesaba en este estudio, el delfín mular, se hacían también preguntas acerca del delfín común, listado y marsopa).
- Capturas accidentales debidas a la maniobra propia del arte
- Capturas intencionadas para consumo propio u otros fines a bordo del barco

#### *Encuestas a escuelas*

Como ya se ha dicho anteriormente, es frecuente que el pescador lleve restos de delfines a su hogar, puesto que su carne es muy apreciada. Por eso, las acciones dirigidas al sector más joven tienen una gran importancia, ya que todavía están en época de formación y en muchos casos no ha adquirido todavía los hábitos que se heredan a lo largo de generaciones de pescadores. Para ello será importante también actuar sobre el entorno familiar del pescador.

#### Segunda fase: campaña de sensibilización

Durante el segundo y parte del tercer año de proyecto se realizó una campaña de sensibilización dirigida a los colectivos potencialmente conflictivos, es decir, los pescadores, así como a su entorno, fundamentalmente los hijos de dichos pescadores. La campaña se realizó durante los meses de junio de 2001 y febrero de 2002.

Para concretar los lugares donde se realizarían las charlas y se repartiría el material divulgativo, establecimos los contactos mediante tres vías fundamentales:

- Por una parte, en lo que concierne a los pescadores, se habló directamente con las Cofradías, que en los casos necesarios remitieron a los investigadores a las Asociaciones de Armadores pertinentes.
- En los puertos donde existían, se habló también con las escuelas náuticas, así como con el Instituto Politécnico Marítimo Pesquero, en el caso de Pasajes.
- Por otra parte, en el caso de los institutos de enseñanza secundaria, se contactó, bien con el director del centro o bien con el profesor de ciencias naturales.

A continuación se presenta una explicación acerca del material de sensibilización empleado y el contenido de la charla.

#### *1.- Material divulgativo*

Durante el segundo año se procedió a la elaboración del material de divulgación que sería utilizado posteriormente en la campaña de sensibilización. Este material fue el siguiente:

- Un tríptico, en el que se muestran las características principales del tursiops en cuanto a biología, comportamiento, alimentación, reproducción, etc., así como las amenazas a las que está sometido, fundamentalmente las debidas a interacción con los artes de pesca y contaminación.
- Un póster con un resumen de la información que aparece en el tríptico.

En total se editaron 1.000 pósters y 3.500 trípticos para ser repartidos entre el colectivo objetivo de la presente campaña. Ambos elementos divulgativos pueden consultarse en el anexo C de la presente memoria.

## 2.- Charla divulgativa

Para la realización de las charlas en los distintos centros, se preparó un guión que iba acompañado de una serie de diapositivas que lo ilustraban. Ni los alumnos de Enseñanza Secundaria ni los pescadores son personas especialistas en la materia, por lo que el contenido de la charla se redactó en un lenguaje coloquial, para su fácil asimilación y haciendo hincapié en los principales problemas detectados en la zona del País Vasco en relación con los cetáceos, especialmente los que afectan al delfín mular, especie objeto de este estudio.

La charla constó de los siguientes apartados:

- Primero, se realizaba una pequeña introducción sobre los cetáceos en general. Después, se pasaba a clasificarlos en misticetos y odontocetos y a comentar someramente las características de cada grupo (algo de biología, ecología, comportamiento...). Acto seguido, se comentaban las distintas especies de ambos grupos que se podían encontrar en aguas vascas y se describían de forma sencilla. A partir de este punto, la charla se centraba en el delfín mular y se explicaba:
  - Las adaptaciones anatómicas, morfológicas y fisiológicas sufridas para poder vivir y desarrollar la totalidad de su ciclo vital en el medio acuático.
  - Periodo de gestación y cuidados de la madre hacia la cría.
  - Alimentación
- Una vez explicada esta parte, que pretendía dar a conocer a los alumnos de forma más extensa las características de este animal, tan familiar por su presencia en zoológicos pero a la vez tan desconocido, se pasaba a comentar los problemas con los que se enfrenta la especie. Se describían los problemas derivados de la interacción con los artes de pesca, especialmente los arrastres (tanto pelágicos como de fondo), las redes de deriva y los cercos. En los Institutos se explicaba brevemente en qué consistía cada una de estas artes, mientras que en las Cofradías, obviamente, esta explicación era

innecesaria. Se hacía alusión al daño que redes como las de deriva causan en toda la fauna marina en general y en los delfines en particular. Se señalaba el hecho de que, al ser redes poco selectivas y no cumplir frecuentemente las medidas establecidas como legales, el problema se agudizaba. Además, una vez explicadas estas interacciones, se pasaba a comentar la costumbre existente en esta zona de cazar delfines para consumo humano. Al llegar a este punto, se hacía hincapié en la condición de especies protegidas de que gozan estos mamíferos marinos y del carácter ilegal de las capturas directas realizadas por los pescadores vascos.

- Finalmente, como otro de los problemas de conservación del delfín mular es la contaminación, se explicó que el creciente asentamiento humano cerca de las costas y el aumento de la industria que éste llevaba emparejado llevaban asociados un aumento de los vertidos al mar, sobre todo de algunos compuestos químicos perniciosos, como los organoclorados y los metales pesados. El hecho de que el delfín mular se encuentre en la cúspide de la cadena trófica favorece la acumulación de una mayor concentración de dichos contaminantes, lo que se acaba traduciendo en deficiencias en el funcionamiento del sistema inmune, malformaciones en los fetos y abortos, así como problemas de crecimiento y reproductivos.

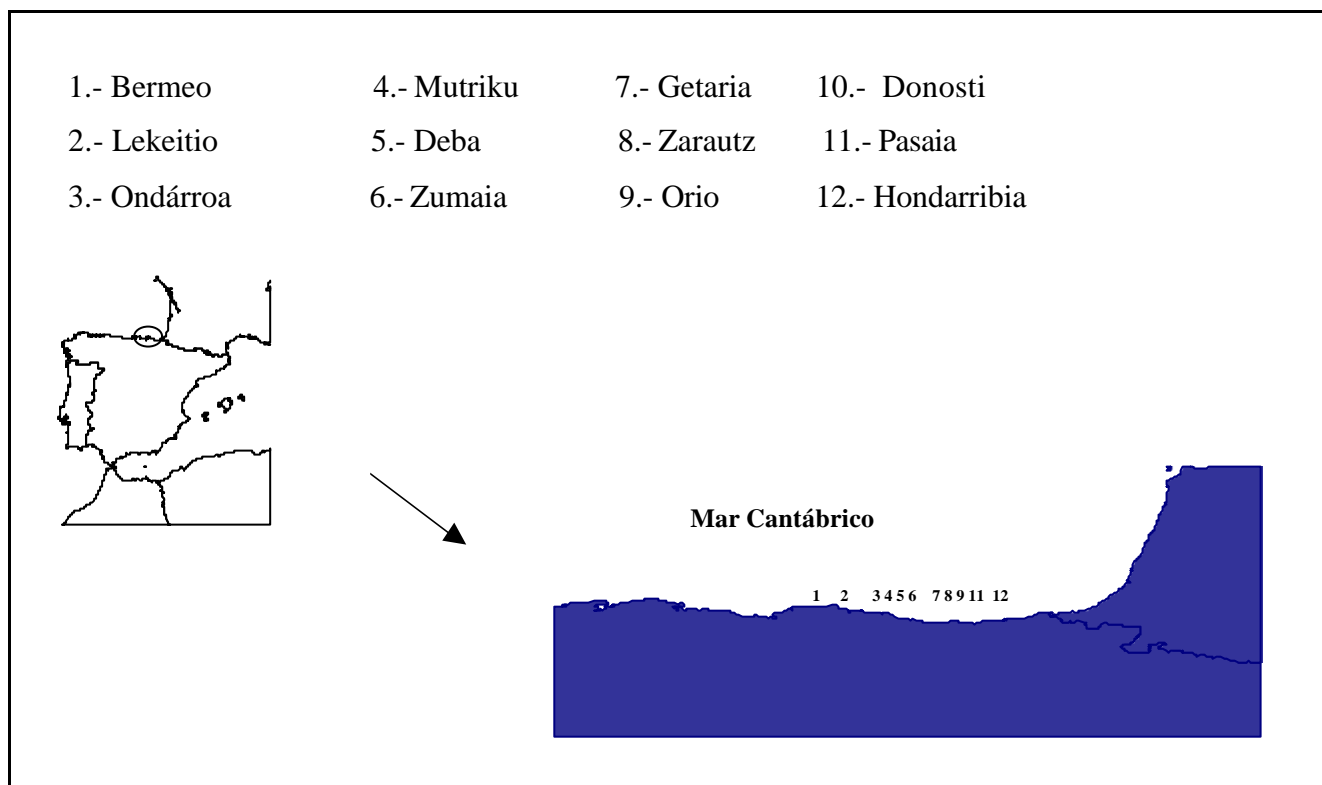
### Tercera fase: 2º pase de encuestas para comprobar los efectos de la campaña de sensibilización

La metodología seguida para esta tercera fase del Proyecto es la misma que la descrita en la primera fase. Se volvieron a visitar los principales puertos de la costa vasca y los pescadores fueron de nuevo entrevistados. Así mismo, se repitieron las encuestas a los alumnos de los dos colegios de muestra de la primera fase.

La campaña de sensibilización se desarrolló sobre este colectivo, y estas segundas encuestas tenían como objetivo evaluar el impacto de la campaña de sensibilización en la percepción acerca de los problemas de conservación del delfín mular.

### 3.3.3. Resultados

En la Figura 3.1. se detallan las localidades que se visitaron en las campañas de encuestas y de sensibilización.



**Figura 3.1.** Localidades visitadas en la campaña de encuestas y en la de sensibilización

Se entrevistaron a los pescadores de los 8 puertos con mayor número de barcos (Bermeo, Lekeitio, Ondárroa, Getaria, Donosti, Zarautz, Orío, Pasajes y Hondarribia) y se realizaron charlas en las siguientes localidades y centros:

- Bermeo: Charla en la Escuela Náutica a unos 30 alumnos.  
Instituto Arocena - Benito Barrueta: distintas charlas con alumnos de 2º y 4º de E.S.O.  
Cofradía de pescadores
- Lekeitio: visita a la cofradía de pescadores.



- Ondárroa: Charla en la Escuela Náutica a unos 40 alumnos.  
Cofradía de pescadores  
Asociación de Armadores de Altura.  
Instituto de Ondárroa: charlas a los alumnos de 2º de E.S.O.
  
- Mutriku: Charla a unos 60 alumnos de 3º y 4º de E.S.O.
  
- Deba: Charlas a alumnos de 1º, 2º, 3º y 4º de E.S.O. del Instituto . Unos 150 en total.
  
- Zumaia: Charla a unos 60 alumnos de 3º de E.S.O.
  
- Getaria: visita y charla en la cofradía de pescadores.
  
- Zarautz: Charlas a unos 30 alumnos de 4º y a 60 de 1º de E.S.O. del colegio Antoniano.  
Colegio Salvatore: charlas a alumnos de 2º y 3º de E.S.O.
  
- Orio: visita a la cofradía y charla con los pescadores. Charla en la casa de cultura a dos grupos (1º y 4º de E.S.O.) de una Ikastola y a un grupo de 15 alumnos de primaria.
  
- Donosti: visita a la Cofradía de pescadores  
Charlas a 7 grupos de 2º y 3º de E.S.O. (unos 200 alumnos en total) en el Instituto Usanguizábal.  
Colegio Compañía de María: charlas a alumnos de 2º y 3º de E.S.O.  
Instituto Altza: Charlas a alumnos de 2º de E.S.O.  
Instituto Antigua: Charla a alumnos de 2º y 3º de E.S.O.
  
- Pasajes: Charla en el Instituto Politécnico Marítimo Pesquero a unos 30 alumnos que están estudiando para capitán. Asisten también dos profesores, uno de la asignatura redes y otro de técnicas  
Visita a la Cofradía de pescadores  
Visita a la Asociación de Armadores de Altura

- Hondarribia: visita a la cofradía de pescadores.

Instituto Talaia: charlas a los alumnos de 2º de E.S.O.

A continuación se presentan los resultados de la campaña de sensibilización y los de las campañas de encuestas.

### I Campaña de sensibilización

A pesar de que los contactos se establecieron inicialmente con el Presidente, Vicepresidente o Secretario de las Cofradías de pescadores y se había concertado una fecha para la realización de las charlas y entrevistas, en algunas Cofradías la asistencia fue escasa. Los responsables nos informaron de que esta precaria asistencia era usual y de que resultaba difícil reunir a los pescadores, aún para tratar temas de su interés más directo y estando ellos en tierra. Por este motivo, una parte sustancial de la campaña de sensibilización se realizó hablando y distribuyendo trípticos a grupos de pescadores en los muelles y lonjas.

Son destacables los siguientes aspectos de las charlas:

- Dado que el problema fundamental detectado en las costas del País Vasco es la caza de delfines con arpón para consumo humano en las embarcaciones, y que este problema depende de la voluntad del pescador (a diferencia de lo que sucede con las capturas incidentales) se puso un énfasis particular en la sensibilización en torno a esta actividad. Parece que esta práctica está bastante extendida durante las mareas de bonito, en la que los barcos pueden permanecer varios días sin entrar en puerto. No obstante, las capturas también tienen lugar durante la pesca de otras especies (verdel, anchoa, etc) en la que los barcos sí duermen cada día en puerto. Incluso entre los barcos de arte menor esta práctica se da con relativa frecuencia (ver 3.3.3). Al comentar este tema en las escuelas, no era nada raro oír comentarios del tipo “este animal está muy bueno” o “me entra hambre sólo de verlo”. Muchas veces los alumnos exageraban el tono de sus observaciones para hacerse notar, pero lo cierto es que el comentario estuvo realmente extendido en todas las escuelas en las que se desarrolló la campaña de sensibilización. Resultó notorio observar que los alumnos no tenían ningún reparo en hacer estos comentarios, lo que indica sin duda que

desconocen que se trata de una especie protegida y, por tanto, que la actividad que realizan sus padres o parientes al matar un delfín y llevar su carne a casa es ilegal. En este sentido, se les explicó que estas prácticas, al estar bastante extendidas, tenían un impacto negativo sobre la población de delfines mulares de la zona y que, además, al estar éstos protegidos por ley, la actividad, si era descubierta, podía conducir a sanciones económicas o de otro tipo.

- En las costas del País Vasco no se emplean las redes de deriva pero los pescadores franceses vecinos sí lo hacen. Los pescadores vascos están informados de que Francia tiene la intención de solicitar una moratoria para poder proseguir utilizando estas redes. La intención generalizada, sobre todo en ciertos puertos, como Getaria, es de retomar el uso de las derivas, aún de manera ilegal, ya que piensan que éste es el único modo posible de combatir el abuso al que se ven sometidos por la flota francesa. Los pescadores entrevistados afirmaron haber observado en ocasiones redes de deriva francesas con cetáceos enmallados en ellas.
- En cuanto a los arrastreros, en puertos como el de Ondárroa, donde hay un gran número de barcos de pesca de altura, los pescadores aseguraban que no tenían ningún problema con los delfines, ya que muy raramente quedaban atrapados en las redes. Sin embargo, pescadores de cualquier otro tipo de arte siempre comentaban el daño que causan los arrastreros al fondo marino y a las poblaciones de delfines, y era habitual escuchar que habían aparecido delfines enmallados.
- El estudio mostró que las capturas incidentales eran significativas en cercos. Así, el 71% de las capturas incidentales totales detectadas en el País Vasco aparentemente se produjeron en este arte. Se explicó a los pescadores que, al no ser estos animales capaces de advertir que la red sólo está en el agua, no toman casi nunca la iniciativa de saltar y escapar, muriendo a menudo asfixiados. Muchos pescadores son conscientes de este problema y hunden parcialmente una porción del cerco en el agua para que los delfines puedan escapar. Esta técnica fue explicada en detalle con la intención de que se generalizase en la pesquería. En algunos puertos, como en Getaria, se han comenzado a instalar sistemas de succión del pescado que permite coleccionar el pescado directamente desde el agua sin tener que subir la red llena a

bordo. La red se sube posteriormente, una vez vacía. Esta medida, cuya finalidad es evitar que se produzcan daños al pescado, sólo se ha observado hasta el momento en un par de barcos de cerco. Si se acabase instalando en el resto de la flota, es probable que redujeran de manera significativa las capturas por enmalle de delfines en este tipo de pesca, y así se les hizo saber a los pescadores.

### Actitud de los colectivos

#### *Alumnos de las escuelas*

De una manera generalizada se observó que, después de la charla, la mayoría de los alumnos se interesaba en conocer más sobre el delfín mular y sobre cómo podían contribuir para que la especie dejase de estar amenazada. Al finalizar la charla, se le repartió a cada alumno un tríptico con más información sobre el delfín mular y se les entregó a los profesores unos pósters divulgativos que se colocaban en lugares oportunos para que fueran leídos por el mayor número posible de alumnos.

#### *Pescadores*

En cuanto a la caza de delfines para consumo propio en las embarcaciones, los pescadores también reconocieron abiertamente que era una práctica habitual, arraigada y transmitida de generación en generación, de ahí la dificultad añadida para erradicarla. Además, los pescadores no creen que cazar “unos cuantos delfines al año” haya de tener consecuencias significativas en las poblaciones. Los pescadores que asistieron a las charlas reconocieron que cazan unos 3 ó 4 delfines por barco, si no más, y que llevan parte de la caza a casa, donde la carne es muy apreciada. En la última fase del Proyecto, donde de nuevo se realizaron las encuestas, se les preguntó expresamente cuántos delfines cazaban al año. Los resultados pueden verse en la tabla 3.5. Cuando se les comentó que era una especie protegida y que su caza era ilegal, todos asentían, pero alegaban que se trataba de una actividad heredada de sus familiares y, como tal, una tradición que no deseaban romper. Entre los pescadores más jóvenes se detectó un mayor grado de concienciación; en general éstos ya no quieren cazar delfines, y consideran negativamente a quienes practican esta actividad.

Globalmente, el colectivo estuvo mucho más concienciado respecto al daño que causan las redes de deriva y, de hecho, la mayoría consideró que éste es el mayor problema (también porque afecta a su pesca) y que el hecho de “cazar algún delfín de vez en cuando”, no es el problema principal sobre el que se habría que actuar.

*Material distribuido:*

- Alrededor de 400 pósters colocados en las Cofradías, Institutos de Enseñanza Secundaria y Escuelas Náuticas visitados.
- Unos 2.500 trípticos divulgativos repartidos a los alumnos de Secundaria y a los pescadores.

II. Campaña de encuestas y embarques (2ª fase)

*(1) Encuestas a pescadores*

A continuación se detalla la composición de la flota por artes de pesca más representativas en los principales puertos del País Vasco.

Tipo Arte	Bermeo	Getauria	Hondarribia	Donosti	Lekeitio	Mutriku	Mundaca	Orio	Ondarroa
Cerco	32	21	31	5	10			9	4
Enmalle	34	12	2		12	4	7	2	2
Curricán	4		5			1	1		
Artesanal polivalente	4	2	1		1				
Cañas y líneas	7	1	10			1	1	4	3
Palangre	5	1	0		1				1

**Tabla 3.1.** Flota pesquera del País Vasco

Como resultado de las dos campañas de encuestas (marzo de 2000 y mayo de 2002), se visitaron los siguientes puertos:

<b>Puerto</b>	<b>Artes Menores</b>	<b>Cerco</b>	<b>Total</b>
Bermeo	8	15	23
Donostia	3	5	8
Guetaria	0	19	19
Hondarribia	8	21	29
Lekeitio	0	6	6
Ondarroa	2	3	5
Orio	0	9	9
Pasaia	8	0	8
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>78</b>	<b>107</b>

**Tabla 3.2.** Encuestas realizadas en el 2000

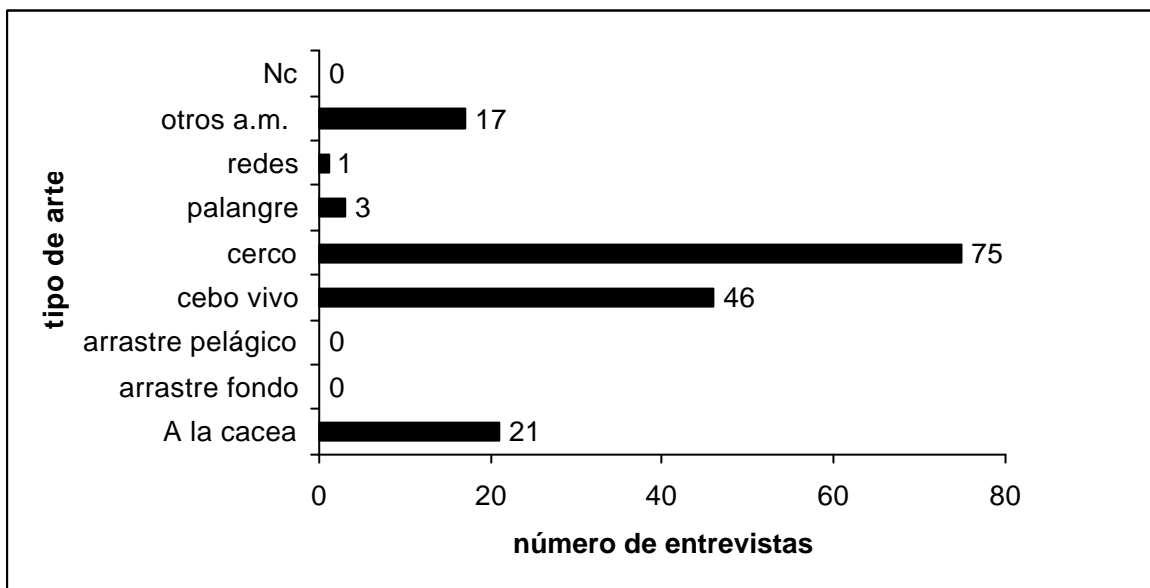
<b>Puertos</b>	<b>Nº encuestas realizadas</b>	<b>Nº embarques</b>
Bermeo	23	0
Lekeitio	6	0
Ondárroa	2	0
Getaria	19	4
Orio	8	0
Donosti	2	0
Pasaia	1	0
Hondarribia	18	0
Galicia	6	0
Cantabria	8	0
<b>Total</b>	<b>93</b>	<b>4</b>

**Tabla 3.3.** Encuestas realizadas en el 2002

A continuación se detallan las artes entrevistadas en este último año de Proyecto. Hay que tener en cuenta que hay barcos que cambian el tipo de arte según la época del año. Por ese motivo, el total de respuestas es mayor que el número real de entrevistas

realizadas, ya que un mismo pescador puede dedicarse a más de un arte según la época del año y contestar de forma múltiple a esta pregunta (Figura 3.2).

En las encuestas de la segunda fase se incluyeron también barcos provenientes de Cantabria y Galicia para intentar determinar si existían estas prácticas en estas zonas y, de ser así, cuál era la magnitud de las capturas.



**Figura 3.2.** Artes entrevistadas en el año 2002

En la siguiente gráfica (Figura 3.3.) puede observarse el porcentaje de las respuestas de los pescadores acerca de si consumen o no carne de delfín. El porcentaje de respuestas afirmativas en el año 2002 es algo más bajo que en el 2000, primer año de Proyecto. Aún así, no existen diferencias significativas y comprobamos que la caza de delfines para consumo humano sigue siendo una práctica habitual y extendida en el litoral vasco.

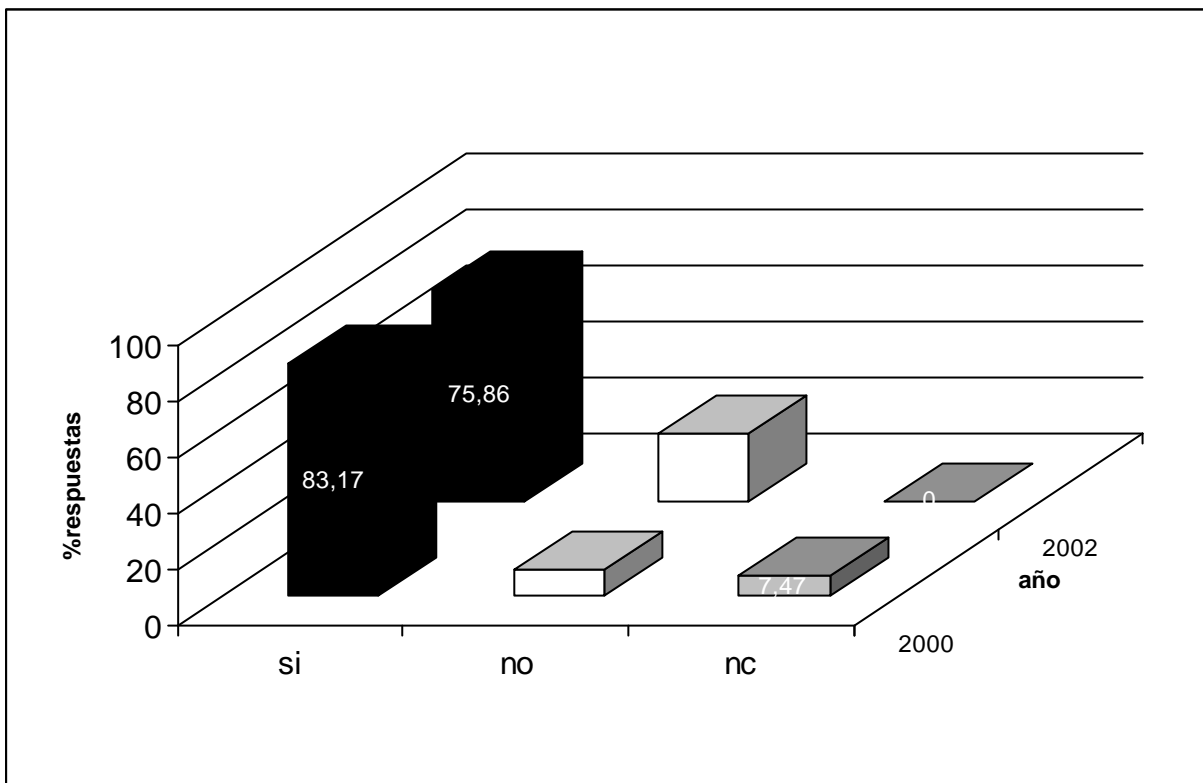


Figura 3.3. Porcentaje de pescadores que reconocen cazar delfín para consumo humano en el año 2000 y en el 2002

Por puertos, observamos lo siguiente: (Figura 3.4 y 3.5 )

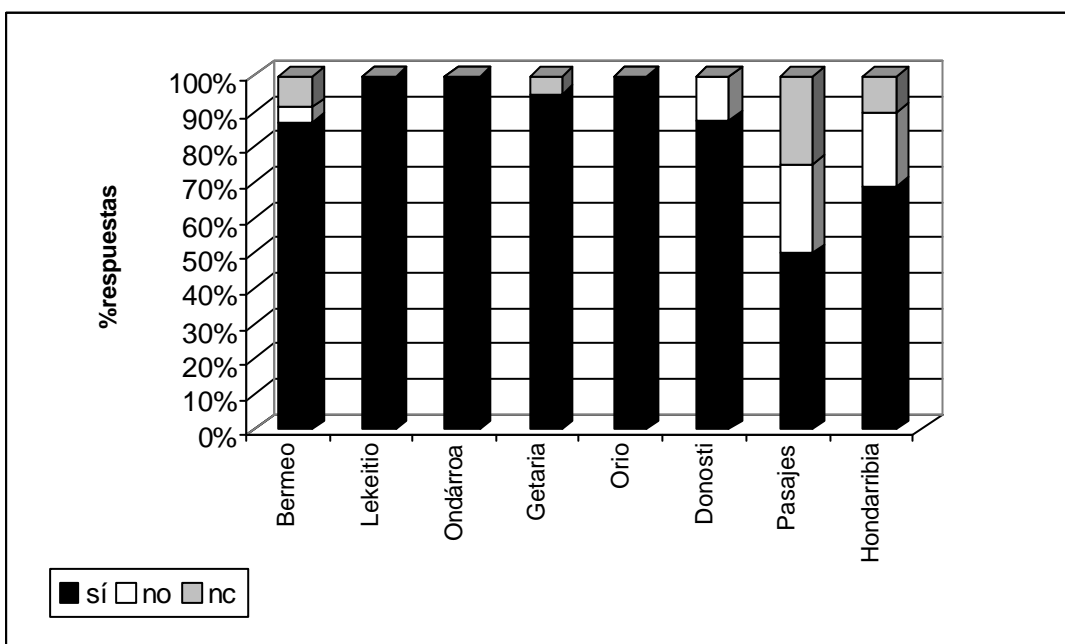


Figura 3.4. Consumo por puerto año 2000



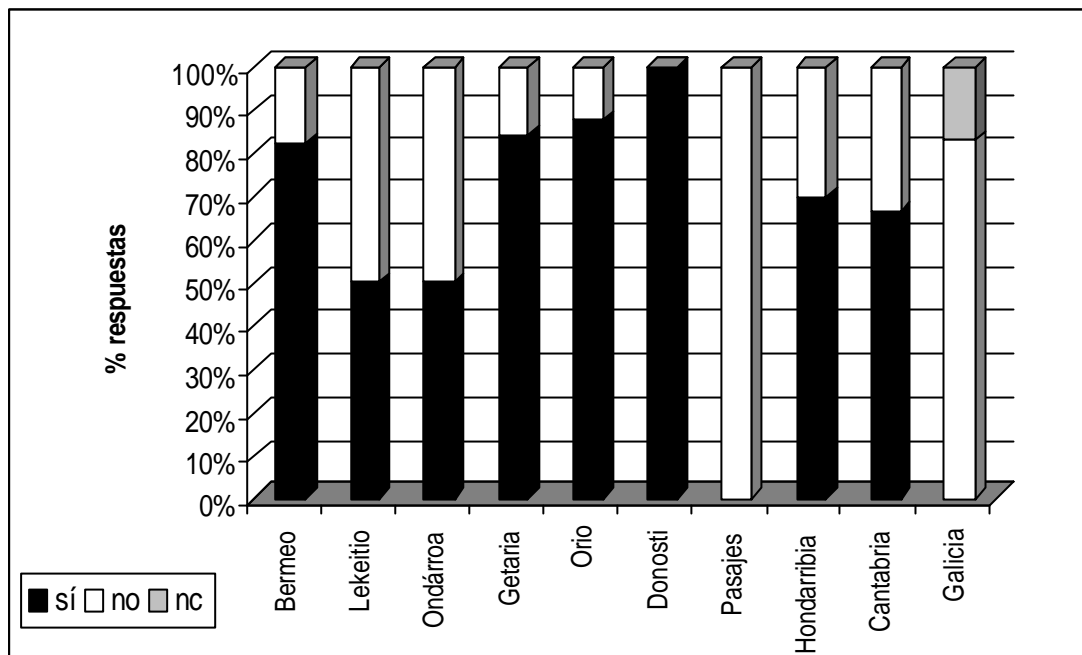
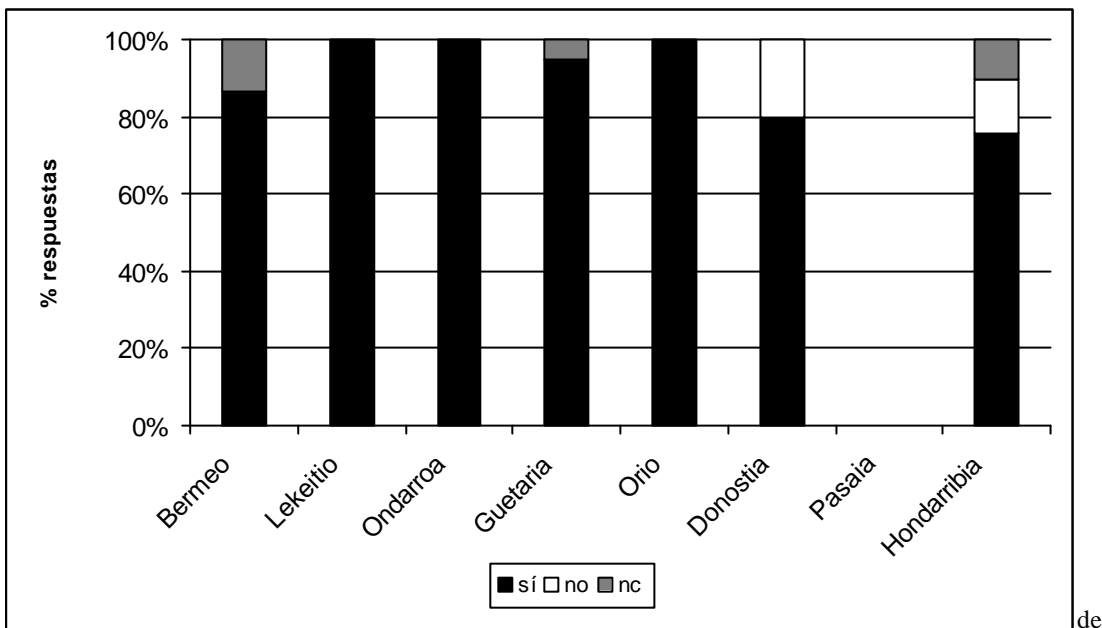


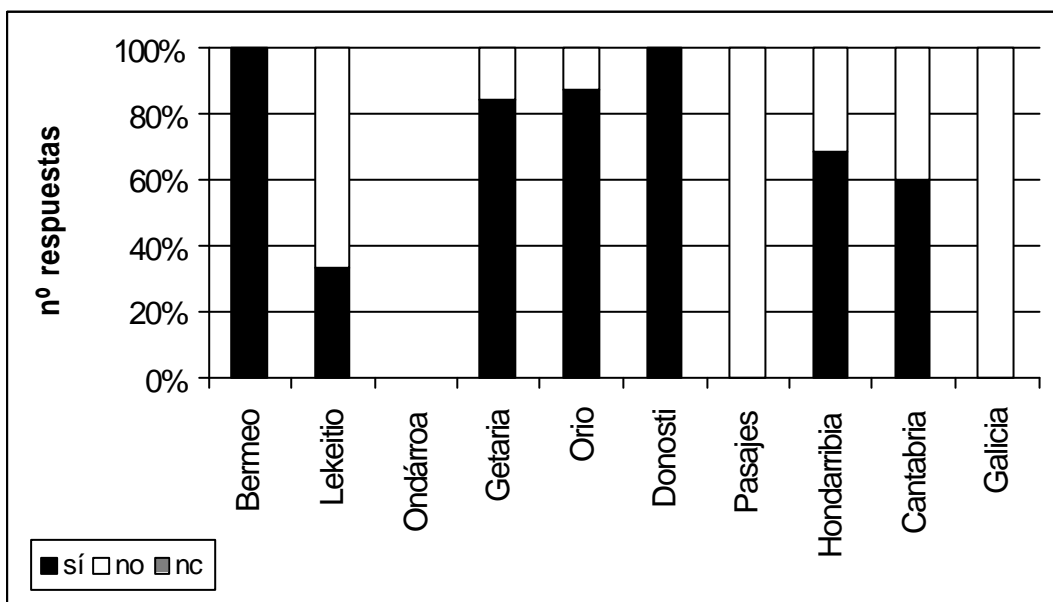
Figura 3.5. Consumo por puerto año 2002

En general, las respuestas no variaron mucho en las encuestas realizadas antes y después de la campaña de sensibilización. Hay puertos, como el de Bermeo o el de Hondarribia, en que las respuestas son prácticamente idénticas. Donosti es la única localidad donde las respuestas apuntan a una disminución de la práctica, pero también hay que tener en cuenta que este último año sólo fue posible hablar con pescadores de dos barcos, mientras que en el 2000 se entrevistó a la tripulación de cinco de ellos. En los demás puertos, el porcentaje de pescadores que reconocen cazar delfín para consumo es menor en el año 2002. En algunos como Orio y Getaria, este descenso es muy ligero. En cambio, en Lekeitio y Ondarroa el descenso parece más acusado, aunque se sigue manteniendo en torno al 50%. Pasajes es el único puerto que varía asombrosamente, pero esto es debido a que allí sólo se pudo entrevistar a un barco de cerco, que respondió negativamente a la pregunta, por lo que la muestra, tomada en solitario, no es significativa.

Atendiendo únicamente a las respuestas obtenidas de los barcos de cerco, observamos que, en general, las respuestas afirmativas han disminuido (Figuras 3.6. y 3.7). Aún así, excepto en el caso de Lekeitio, donde rondan el 40%, en todos los puertos reconoce cazar delfín para consumo más del 55% de los entrevistados y, en puertos como Getaria y Orio, este porcentaje asciende casi al 100%. En Bermeo y Donosti es del 100%.

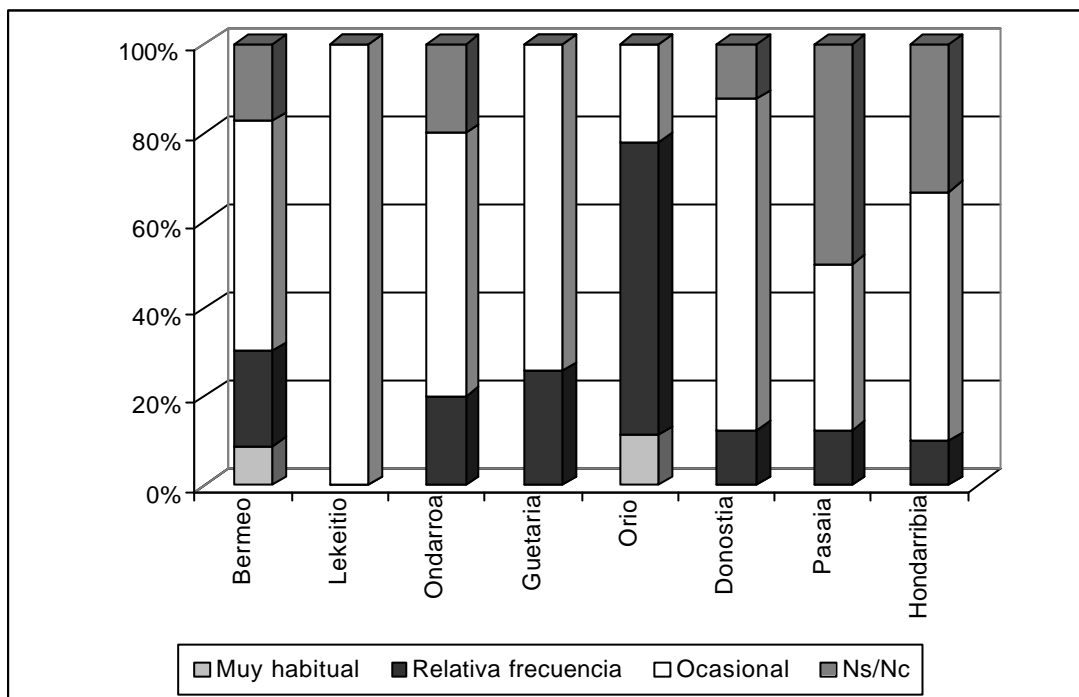


los barcos de cerco en el año 2000.

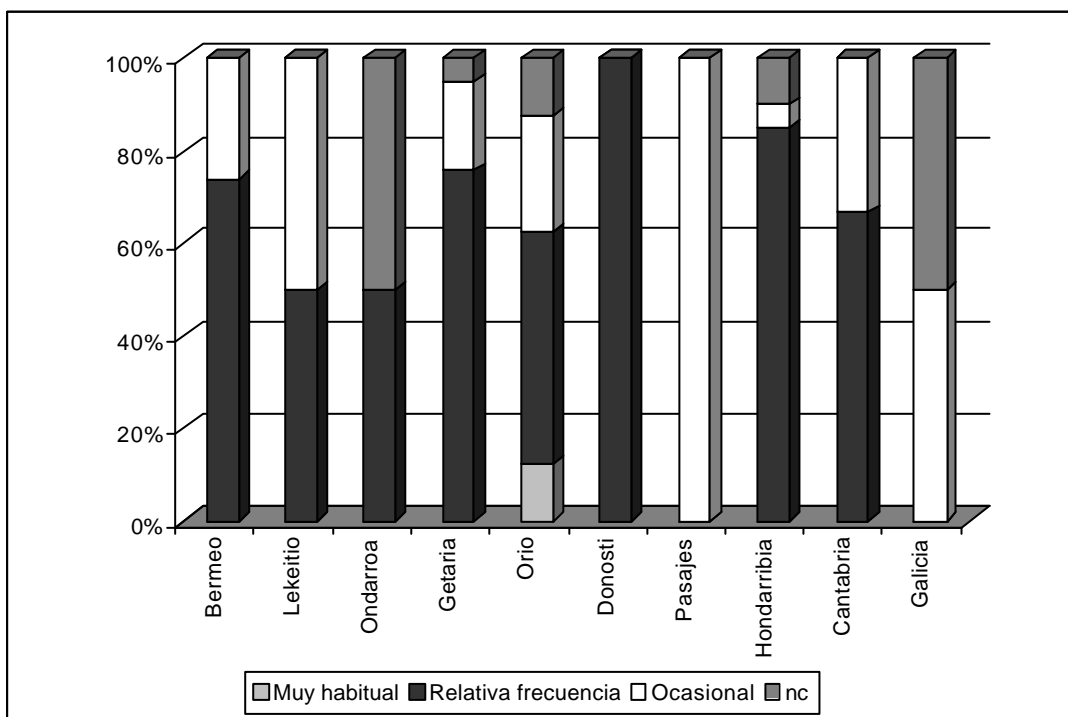


**Figura 3.7.** Respuesta de los pescadores acerca de si se consume o no carne de delfín a bordo de los barcos de cerco en el año 2002

En cuanto a la frecuencia con la que se producen estas capturas directas para consumo humano, los resultados se reflejan en las siguientes gráficas (Figuras 3.8 y 3.9).



**Figura 3.8.** Frecuencia de la práctica de capturas directas de delfín para consumo humano. Año 2000

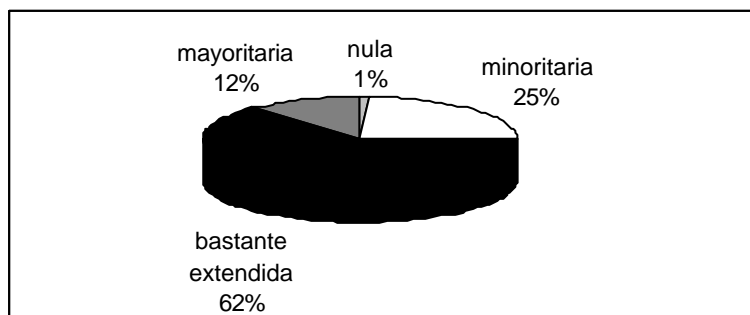


**Figura 3.9.** Frecuencia de la práctica de capturas directas de delfín para consumo humano. Año 2002

En líneas generales, se observa un aumento en las respuestas de los pescadores que confirman que la práctica se realiza con relativa frecuencia. Sólo en Pasajes se afirma que la costumbre se realiza con una frecuencia ocasional, pero de nuevo se advierte que en este puerto únicamente se pudo entrevistar a un barco de cerco. En Orio, el porcentaje de respuestas que hacen mención a una relativa frecuencia en la caza de delfines para consumo en el año 2002, es algo más bajo que en el 2000, aún así, representa el 50% de las respuestas. En el resto de puertos, puede comprobarse que existe un aumento considerable en las respuestas que afirman que la caza de delfines se realiza con relativa frecuencia. En todos los puertos, excepto en Pasajes, “con relativa frecuencia” es la respuesta que representa, como mínimo, el 50% del total.

Atendiendo a la extensión que esta práctica tiene de manera global (figura 3.10), comprobamos que la mayoría de los pescadores entrevistados (62%) dicen que está bastante extendida. Analizando los datos para cada uno de los puertos (figuras 3.11 y 3.12), los pescadores la declaran bastante extendida en la mayoría de los casos. Aumenta el porcentaje de respuestas (año 2002) que la consideran bastante extendida, incluso mayoritaria, en todos los puertos excepto en Orio. En Getaria prácticamente se mantiene el nivel de respuestas del primer año.

En ninguno de los puertos donde se realizaron entrevistas (excepto los barcos de Galicia, donde en principio no existe esta interacción) los pescadores declararon nula la extensión de la práctica y en ninguno de los puertos es declarada como minoritaria, con valores superiores al 30%.



**Figura 3.10.** Respuesta de los pescadores acerca de la extensión de la caza de delfines. Año 2002

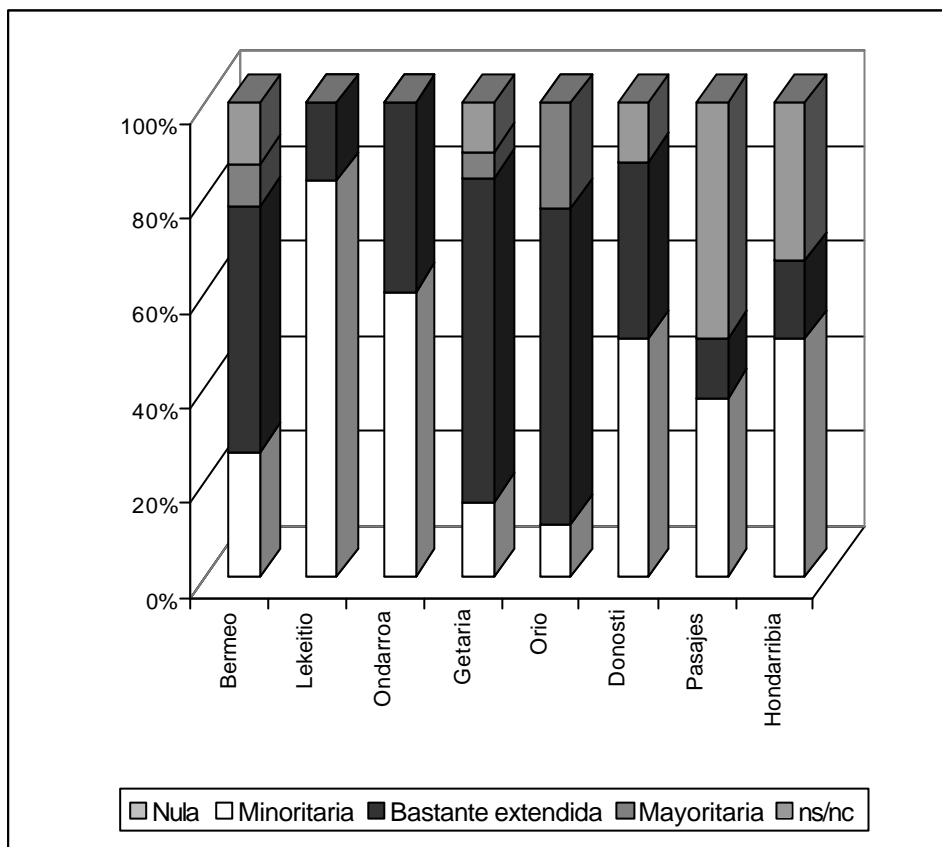


Figura 3.11. Extensión de la caza de delfines por puerto. Año 2000

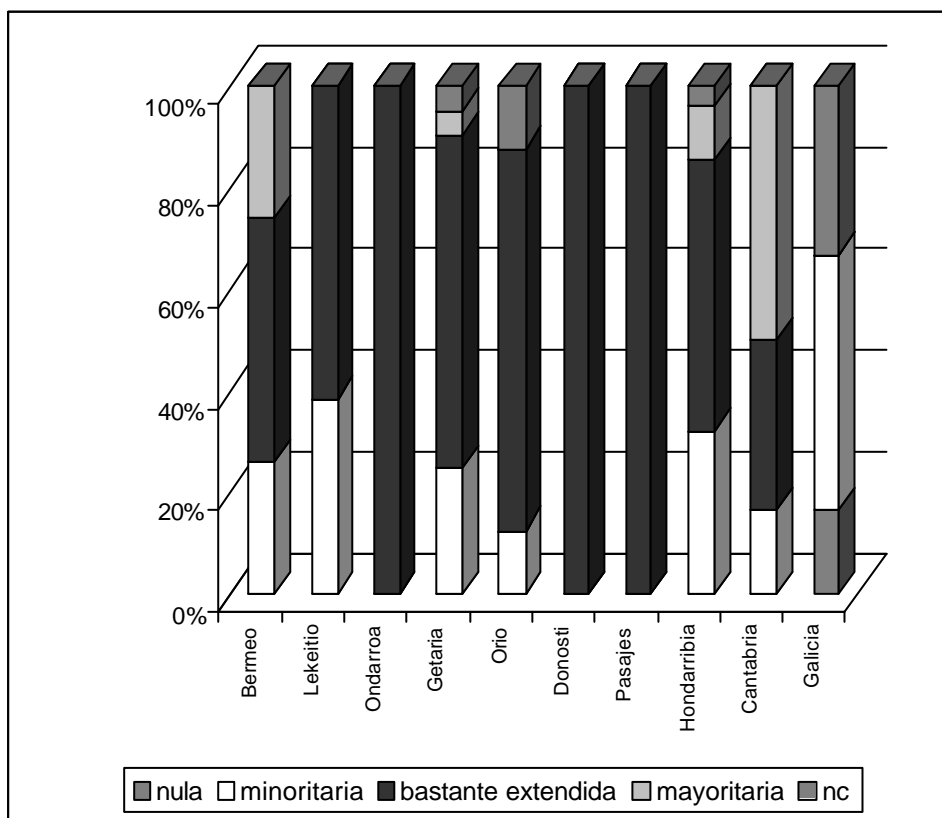
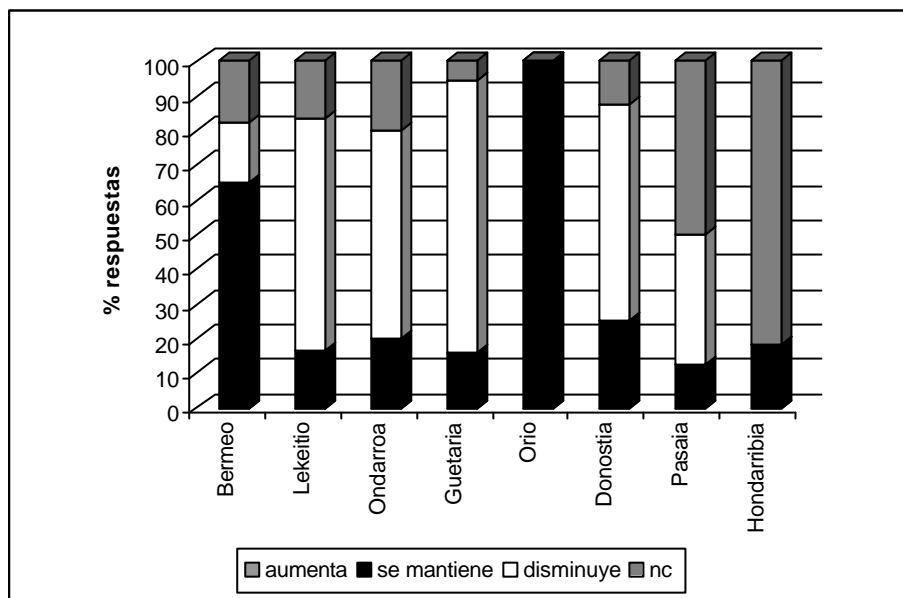
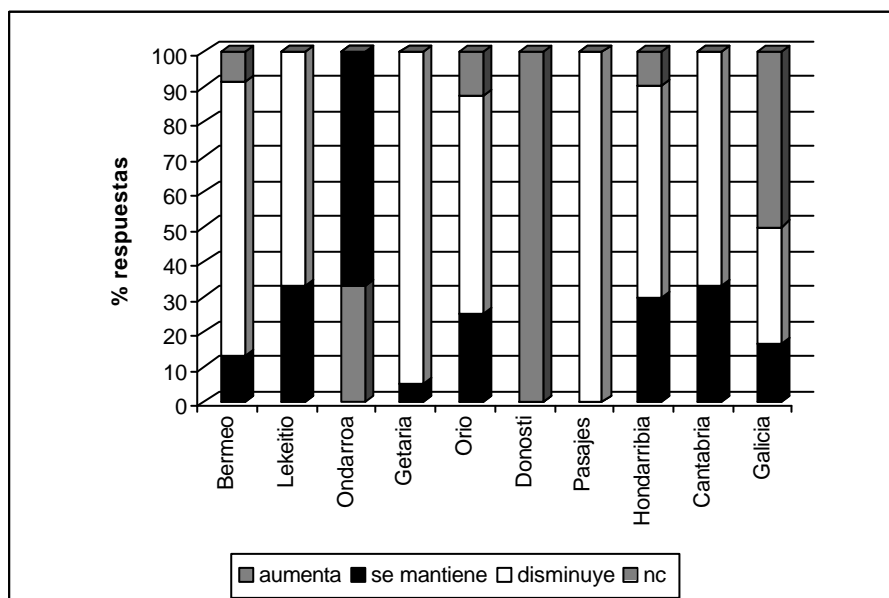


Figura 3.12. Extensión de la caza de delfines por puerto. Año 2002

Estos resultados son consistentes con los obtenidos al preguntar a los pescadores respecto a su percepción sobre la evolución de esta práctica con el tiempo. La mayoría de los encuestados llevaba muchos años pescando, por lo que hablaban con conocimiento de causa (figuras 3.13 y 3.14).



**Figura 3.13.** Evolución de la práctica. Año 2000



**Figura 3.14.** Evolución de la práctica. Año 2002

En líneas generales, la evolución de la práctica con respecto al año 2000 mantuvo valores muy parecidos o tendió a bajar algo. Sólo en el puerto de Ondarroa un 10% aproximadamente afirmó que esta costumbre aumentaba con el paso del tiempo. En los demás puertos, entre un 10 y un 20% de los entrevistados consideró que la caza de delfines se mantiene constante, y entre un 50-90% que disminuía.

Cuando se les preguntó a los pescadores si en el último año se habían encontrado con algún caso de muerte involuntaria relacionada con el arte, veinte de ellos respondieron que sí, lo que representa el 21.5% de los pescadores entrevistados. Quince de ellos faenaban en barcos de cerco (un 75% del total de capturas). De éstos, sólo seis pescadores cuantificaron las capturas (ver la tabla 3.4).

	1 captura	2 capturas	3 capturas	No contesta
Bermeo	2	0	1	6
Lekeitio	0	0	0	0
Ondarroa	0	0	0	0
Getaria	0	1	1	5
Orio	0	0	0	1
Donosti	0	0	0	0
Pasajes	0	0	0	0
Hondarribia	0	0	0	0
Cantabria	0	1	0	0
Galicia	0	0	0	1

**Tabla 3.4.** Número de delfines capturados en un año según las respuestas de los pescadores

Es de suponer, por tanto, que el número real de delfines muertos por captura incidental es mayor de 12, que son los que se reflejan en la tabla anterior.

El primer año se contabilizaron 32 capturas incidentales (29.9% del total de los pescadores entrevistados), 23 de ellas en cerco (un 71.8% del total de capturas).

En cuanto a la especie objeto de la captura directa para consumo, el 67% de los pescadores que reconocieron cazar delfines afirmó que se tratabe del delfín mular (*Tursiops truncatus*), y el 33% restante aseguró cazar delfines comunes (*Delphinus delphis*). Aunque en la encuesta se les preguntaba conjuntamente por el delfín común y el listado (*Stenella coeruleoalba*), al enseñarles las fotos todos identifican como especie cazada al delfín común. Sin embargo, en las encuestas realizadas en el año 2000, el 42% de los pescadores que reconocían cazar delfines afirmaba que la especie objeto era el delfín mular y el 58% restante identificaban al delfín común. No está claro el por qué de estas diferencias. Pueden deberse a que los pescadores no identifiquen en realidad a la especie que cazan, pero esto resultaría difícil de creer ya que, una vez arponeado, el delfín es subido a bordo y despedazado, por lo que tienen oportunidad de verlo de cerca. Otra explicación podría deberse a que, después de la campaña de sensibilización, en la que se hacía especial hincapié en el delfín mular, los pescadores se hallaran más familiarizados con esta especie y la reconociesen de manera más efectiva.

En la siguiente tabla se presenta el número de delfines cazados por año según los pescadores:

Nº delfines	Delfín mular ( <i>T. Truncatus</i> )	Delfín común ( <i>D. Delphis</i> )
1-2	25	12
3-4	18	10
4-5	1	1
6-8	2	0
9-11	0	0
>11	0	0

**Tabla 3.5.** Respuesta de los pescadores al número de delfines cazados para consumo por año

Así, según las respuestas de los pescadores, es posible hacer una estima del número máximo y mínimo de delfines cazados por año. Si se toman los números mínimos de capturas, puede calcularse que cada año se cazan 95 delfines mulares y 46 listados/comunes.



Si los cálculos se efectúan atendiendo a los valores máximos de los intervalos de respuesta, las cifras de delfines cazados obtenidas son de 143 para el mular y 69 para el listado/común.

Hay que comentar, a pesar de las respuestas obtenidas que, en muchas ocasiones, los investigadores tuvieron la sensación de que los pescadores mentían al admitir el número de delfines cazados e infravaloraban esta cifra. Así, frecuentemente se justificaban con argumentos del tipo: “no hacemos masacres, sólo es para comer”. Además, durante la campaña de sensibilización, en puertos como el de Getaria, los pescadores afirmaron cazar unos cuatro delfines por año como mínimo, por lo que el número total de delfines cazados por año, atendiendo a estos comentarios, sería sustancialmente mayor.

En la siguiente tabla (tabla 3.6) se muestra el resultado del cálculo del número de delfines mulares cazados por año a partir del número estimado facilitado por los pescadores durante las charlas de sensibilización. En cada puerto, se calculó el porcentaje de mortalidad de delfines a partir del porcentaje de barcos de cerco entrevistados que reconocen cazar delfines, y se multiplicó por cuatro para obtener la mortalidad total de delfines por año. De la cifra obtenida se derivó la referida al delfín mular atendiendo al porcentaje de respuestas por puerto que reconocían a esta especie como la que era objeto de caza.

De esta forma, el número de delfines mulares que se cazan para consumo humano cada año en el litoral vasco, asciende a 250 ejemplares, un número considerablemente más elevado que el cuantificado en las encuestas.

**Tabla 3.6.** Número total estimado de delfines cazados en barcos de cerco teniendo en cuenta que el nº medio de capturas, según la información obtenida de los pescadores, es de cuatro delfines por barco y año. Se calcula según los porcentajes de caza de cada puerto.  $N^{\circ}$  barcos \* % de caza en ese puerto \* % caza referida a delfín mular \* 4 delfines estimados cazados por barco.

<b>Puerto</b>	<b>Nº barcos de cerco</b>	<b>% de pescadores que cazan delfín</b>	<b>% de caza referida al delfín mular</b>	<b>Nº estimado de delfines cazados por año</b>
Bermeo	32	82.60	76.41	80.7
Lekeitio	10	50	66.67	13.32
Ondárroa	4	50	100	8
Getaria	21	84.21	75	53
Orio	9	87.5	62.5	19.68
Donostia	5	100	100	20
Pasajes	0	0	0	0
Hondarribia	31	70	64.28	55.7
<b>Total</b>	<b>112</b>			<b>250.37</b>

El arma más utilizada para dar caza a los delfines es el arpón de cabeza basculante, que en toda la costa se denomina “delfinera”. La mayoría de los barcos lleva alguno de estos arpones, y muy frecuentemente los pescadores disponen de uno de estos utensilios para uso propio. En otras ocasiones, aunque de una manera menos frecuente, se utilizan escopetas de caza; en este caso, el problema puede ser la pérdida del animal, pues no es raro que al morir se hunda. La mayoría de los pescadores entrevistados no pusieron ninguna dificultad en mostrar a los investigadores el arpón que empleaban para cazar los delfines. Normalmente el utensilio se lleva en la proa del barco, sin ningún tipo de protección que lo oculte. En las siguientes fotografías pueden observarse los arpones de varios barcos de cerco. (Figuras 3.15, 3.16 y 3.17)



**Figura 3.15.** Los arpones están situados en la proa de los barcos y completamente a la vista.



**Figura 3.16.** La cabeza del arpón es basculante y, después de penetrar en el cuerpo del animal, se abre impidiendo que se suelte. El arpón se recupera tirando del cabo, y el delfín se sube a bordo con los ganchos o bicheros empleados en la pesca del bonito.



**Figura 3.17.** Detalle de otro arpón.

En una de las entrevistas realizadas, un pescador mostró fotografías de la captura de un delfín y no tuvo ningún problema en facilitar la foto a los investigadores, lo que demuestra una vez más que este colectivo, o al menos parte de él, no tiene conciencia de que la captura deliberada de estos animales protegidos es una actividad ilegal.

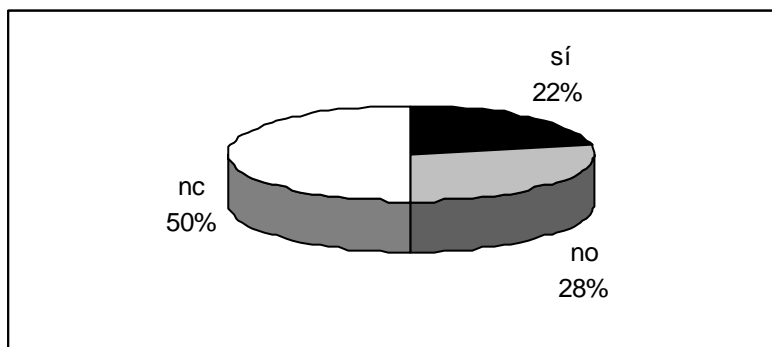


**Figura 3.18.** Delfín común siendo subido a bordo después de haber sido arponeado

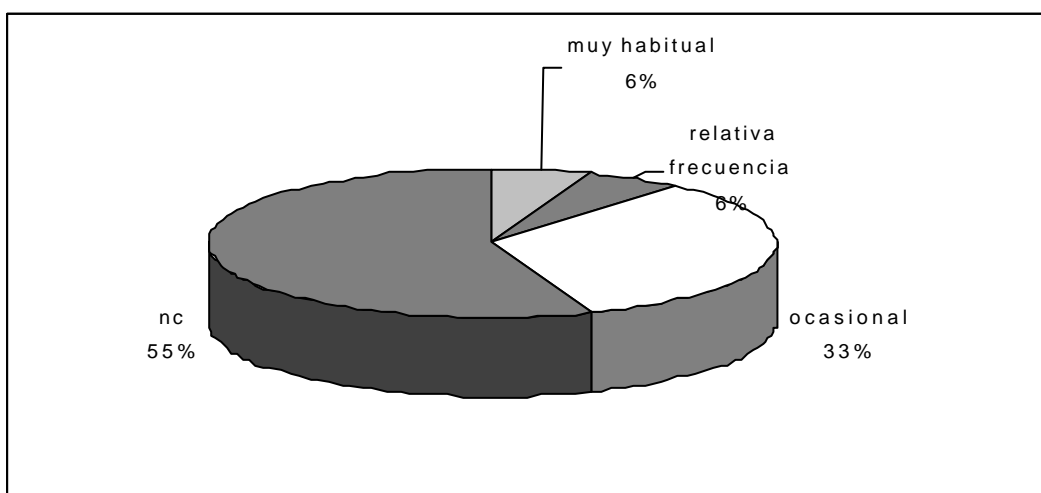
(2) Instituto Politécnico Marítimo-Pesquero de Pasaja

En total, 18 alumnos cumplimentaron voluntariamente el formulario. El 22% de los alumnos encuestados respondieron afirmativamente cuando se les preguntó si sabían si en el País Vasco se cazaban delfines para el consumo (Figura 3.19) aunque, en general, creían que se trataba de una práctica ocasional (Figura 3.20). No obstante, estos entrevistados tenían la percepción de que el nivel de capturas se mantiene constante o incluso disminuye a lo largo de los años. Sólo el 6% piensa que aumenta (Figura 3.21). No contestan a la pregunta de qué especie es la de objeto de capturas intencionadas.

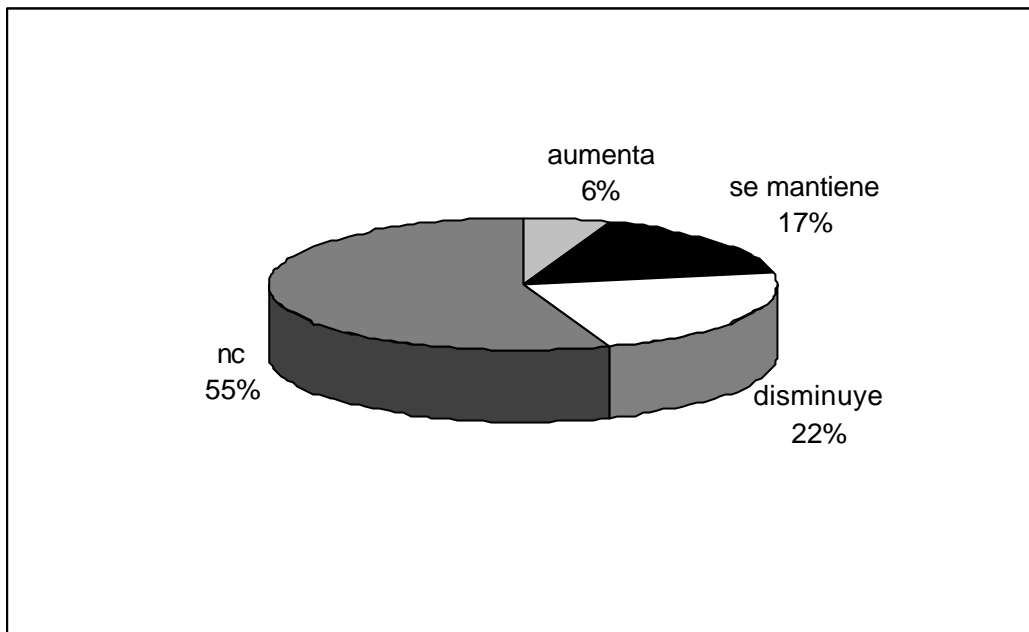
Es de destacar el alto índice de abstinencia en las encuestas, siendo éste siempre alrededor del 50%.



**Figura 3.19.** Opinión de los alumnos del Instituto Politécnico de Pasajes acerca de si existe o no capturas directas de delfines para consumo humano.



**Figura 3.20.** Opinión de los alumnos del Instituto Politécnico de Pasajes acerca la frecuencia con la que se realizan estas capturas directas.

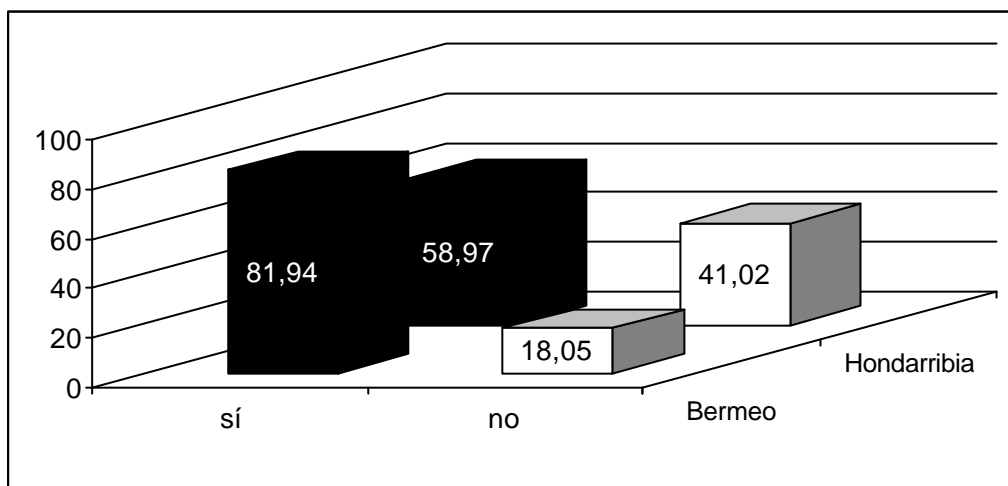


**Figura 3.21.** Opinión de los alumnos del Instituto Politécnico de Pasajes acerca la evolución que se observa en la realización de estas capturas directas.

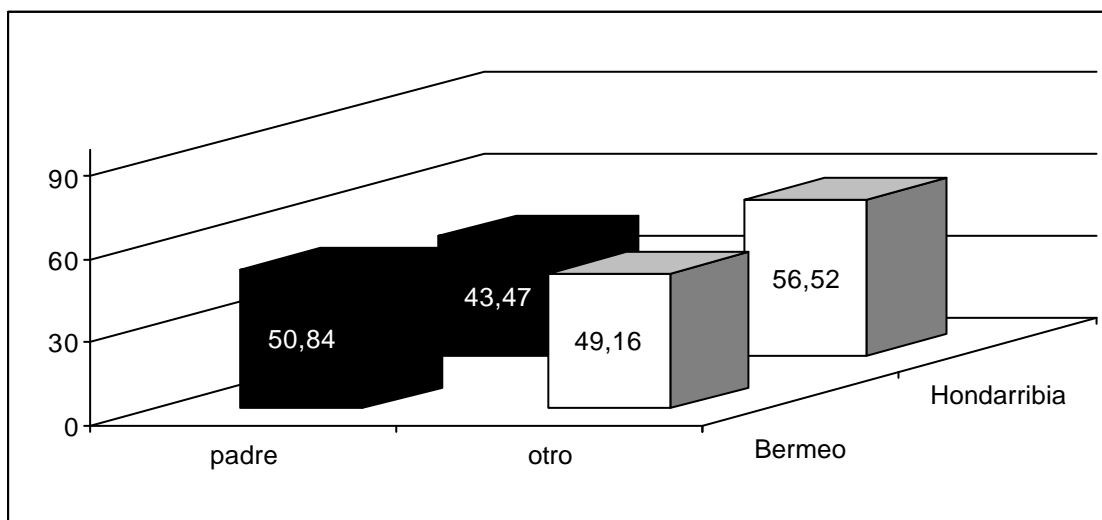
*(3) Institutos de Enseñanza Media*

En total, 111 alumnos de 3º de ESO cumplieron el formulario (anexo C): 72 del Instituto Ignacio Arozana (Bermeo) y 39 del Instituto Talaia (Hondarribia).

59 alumnos (81.94%) del instituto de Bermeo tenían algún pariente dedicado a la pesca (Figura 3.22) y, de éstos, en 30 casos (50.84%) el pariente era el padre (Fig. 3.23). En Hondarribia, 23 de los alumnos tenían algún pariente pescador (58.97%), y en 10 de los casos (43.47%) se trataba del padre.



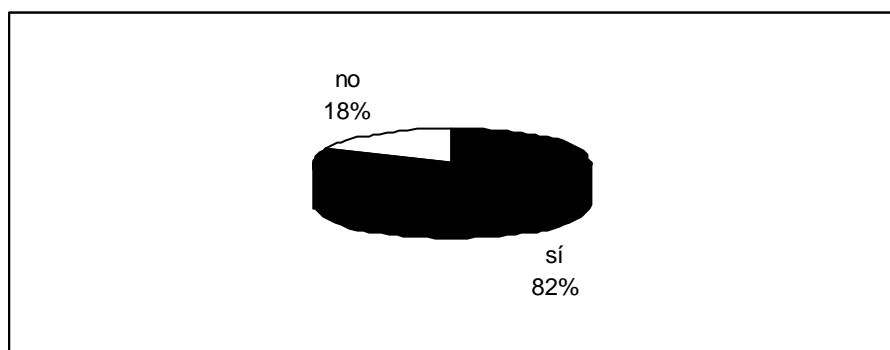
**Figura 3.22.** Respuestas de los alumnos de enseñanza media de Bermeo y Hondarribia acerca de si tienen algún pariente pescador (%)



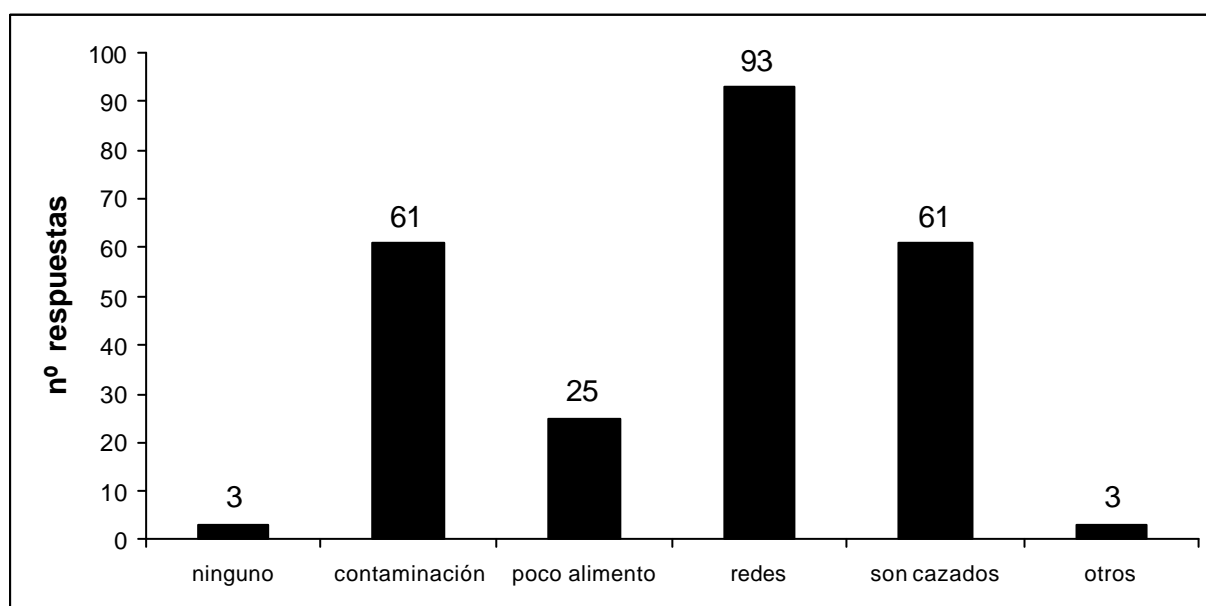
**Figura 3.23.** Respuestas de los alumnos de enseñanza media de Bermeo y Hondarribia acerca de si el pariente es el padre (%)

El 82% del total de alumnos opinaron que los cetáceos estaban en peligro de extinción (Figura 3.24), y el 100% opinaron que se deberían tomar medidas para proteger a estos animales, mostrando así una clara inclinación positiva hacia la conservación. 61 alumnos incluían la caza de cetáceos como uno de los principales problemas que sufre este grupo de animales (Figura 3.25) y, de éstos, el 75.4% tenían algún pariente pescador.

En general se detectó un alto grado de concienciación de los alumnos, al igual que en el primer año de Proyecto, para la conservación de los cetáceos.



**Figura 3.24.** Opinión de los alumnos acerca de si los cetáceos están o no en peligro de extinción.



**Figura 3.25.** Respuestas múltiples de los alumnos de enseñanza secundaria acerca de cuáles son los problemas de conservación que sufren los cetáceos.



### **3.3.4. Conclusiones y recomendaciones**

Los estudios y campañas de sensibilización realizados permiten concluir:

1. Existen diferencias significativas entre el grado de concienciación de los pescadores y el de su entorno. Desde el primer año de actuación, se detectó un alto grado de sensibilización entre los alumnos de enseñanza media entrevistados, a pesar de que la gran mayoría de ellos tienen familiares pescadores (81.94% en Bermeo y 58.97% en Hondarribia) y, en muchos casos, este familiar es el padre. Aunque algunos de los alumnos reconocen haber probado la carne de delfín y, en general, saben de la existencia de la práctica (61 de los 111 entrevistados reconocen que uno de los problemas de conservación que afecta a los delfines es que son cazados), en este último año queda patente que el 100% considera que se deben establecer medidas de protección para evitar que los delfines sigan muriendo. Entre estas medidas, mucho de ellos abogan por un endurecimiento de la legislación y de las sanciones a los pescadores que cazan delfines.
2. Entre los alumnos del Instituto Politécnico Marítimo Pesquero de Pasajes, lo más reseñable fue el alto grado de abstención a la hora de contestar a las preguntas formuladas. Estos alumnos asistieron a la charla de sensibilización y, a lo largo de ella, reconocieron cazar y consumir carne de delfín. Sin embargo, la mitad rehusó contestar a la encuesta al año siguiente. No obstante, de los que respondieron, prácticamente la mitad (22% del 50% que responde), reconoció la existencia de la práctica de capturas directas de delfines para consumo humano.
3. En cuanto a los pescadores, creemos que la campaña de sensibilización no ha sido efectiva en la medida en que podía ser esperable. Se trata de un colectivo que lleva muchos años en la mar, la mayoría de ellos más de 20 años pescando, y la costumbre de cazar delfines para comerlos a bordo está entre ellos muy arraigada. No existen diferencias significativas entre los resultados de antes y después de la campaña de sensibilización: el 83.17% de los 107 entrevistados al inicio reconocieron cazar delfines, y esta cifra descendió al 75.6% de los 93 entrevistados un año después de la campaña. Es más, los valores que se refieren

a la extensión y frecuencia de la práctica tienden a ser algo más elevados en la segunda fase de encuestas. No obstante, lo que sí parece ser una idea aceptada generalmente es que la costumbre de cazar delfines para consumo no aumenta con el paso del tiempo, sino que se mantiene constante o tiende a disminuir. Son en particular los pescadores más jóvenes los que están en contra de esta práctica y ellos ejercen una presión positiva en el resto de la tripulación. Aún así, muchos de los barcos entrevistados llevaban un arpón a bordo, tal y como se muestra en las fotografías, y los pescadores no mostraron reticencias a mostrarlos y ofrecer explicaciones acerca de su uso. Los pescadores son conscientes de que los delfines son especies protegidas, pero están convencidos de que la caza esporádica de unos pocos ejemplares sin finalidad comercial no tiene mayores consecuencias. No se ha presenciado venta de carne de delfín en tierra, pero en más de una ocasión se han recibido comentarios de que en algunos mercados se proseguía la práctica, si bien encubierta.

### **Recomendaciones:**

La campaña de sensibilización no parece haber tenido un efecto significativo entre el colectivo que realiza capturas deliberadas. Existe una tradición profundamente arraigada, que resulta muy difícil, por no decir imposible, de reconducir. La usual reticencia al cambio se agrava por la percepción de los pescadores de que sus capturas, al ser esporádicas, no tienen un impacto adverso en las poblaciones de delfines. No obstante, la captura global del total de pescadores implicados sí es elevada (entre uno y dos centenares de ejemplares de delfín mular al año como mínimo) y puede tener un impacto sustancial en la conservación de esta especie.

Por estos motivos, se recomienda la adopción de medidas más estrictas de vigilancia y un endurecimiento de las sanciones para los que cometan infracciones. En este sentido, es necesaria una mayor campaña de información entre los pescadores, no acerca de la situación de amenaza de la especie, sino de las sanciones que su caza puede conllevar. No obstante, esta información no tendría consecuencia alguna si no fuera acompañada de un esfuerzo efectivo de control. Dado que esta vigilancia durante la marea no es practicable (sería necesario colocar observadores a bordo, y su efecto se

limitaría al período en que éstos inspectores se hallaran presentes) creemos que resultaría más efectivo proceder a inspecciones de los barcos a la arribada en puerto con la finalidad de confiscar los arpones utilizados (no se utilizan más que para este tipo de pesca y, de hecho, en muchos lugares se los conoce con el nombre de “delfineras”). Existe también la posibilidad de inspeccionar en busca de carne u otros productos de delfín, pero ésta es sin duda una intervención más compleja y con menores posibilidades de éxito.

El resto del colectivo y, en particular, el entorno del pescador, consideramos que ya dispone de una concienciación adecuada respecto al problema. Esto es sin duda una ayuda inestimable en la eliminación de la práctica, y puede ser determinante en años venideros, cuando se incorporen a la pesca generaciones hoy más sensibilizadas..

### **3.4. Islas Baleares**

#### **3.4.1. Introducción**

Como se ha comentado en la introducción, el principal problema de conservación del delfín mular en las Islas Baleares son las agresiones deliberadas que sufren los delfines por parte de los pescadores (UB julio de 2000). Parece que, sobre todo, en determinados tipos de arte como el trasmallo, los delfines se dirigen con frecuencia a las redes para alimentarse. Los pescadores se quejan de que, como resultado de estas visitas no sólo pierden pesca, sino que sufren también destrozos considerables en las redes (Figura 3.26). Argumentan que los delfines muerden y tiran del pescado enmallado y, al arrancarlo de la red, producen en ella un agujero de dimensiones considerables.



**Figura 3.26.** Agujero en la red debido a predación de delfines, según los pescadores.

Los pescadores, ante lo que ellos consideran una falta de aportación de soluciones por parte de los organismos competentes, han adoptado medidas de “disuasión” propias. Éstas incluyen frecuentemente la utilización de petardos caseros (Figura 3.27), artefactos que explotan a dos o tres metros de profundidad bajo el agua y que, se según aseguran los pescadores no matan al delfín, sino que sólo lo asustan y lo obligan a alejarse de la red. No obstante, no existe constancia de si estos artefactos tienen capacidad de herir o no al animal. Por otra parte, además de los petardos, los pescadores se valen de una gran diversidad de armas o instrumentos “disuasorios” para alejar los delfines, como pueden ser escopetas de perdigones, piedras, etc.).



**Figura 3.27.** Petardos antidelfines fabricados por los pescadores.

Para intentar erradicar este problema buscando un equilibrio entre la actividad pesquera y la protección y conservación de los delfines mulares de las Baleares, se han desarrollado tres vías de actuación:

- La tipificación y valoración del problema. Para ello se ha efectuado una campaña de encuestas y embarques entre los pescadores con la intención de determinar el grado en que se realizan estas agresiones y para cuantificar económicamente los daños que supuestamente causan estos cetáceos.
- La realización de una campaña de sensibilización del entorno pesquero y, también del entorno escolar y turístico. Para ello se procedió a la impresión y distribución de material divulgativo consistente en un póster y un tríptico informativos.
- La evaluación de la efectividad de métodos de disuasión acústica (pingers). El funcionamiento y los resultados obtenidos de estas pruebas realizadas en las Islas Baleares se detallan en el apartado 4.

### **3.4.2. Metodología**

#### Primera fase: Ejecución de los elementos de la campaña de sensibilización

Dado que, gracias a estudios anteriores y a la información suministrada por el Govern Balear, se tiene un nivel de información relativamente bueno acerca de la extensión y magnitud del conflicto, en esta zona se ha podido, ya en esta primera fase del proyecto, pasar a la fase de ejecución de los elementos de la campaña de sensibilización sin requerir estudios previos como sucedía en la región cantábrica. Los elementos resultantes para ser utilizados en la campaña de sensibilización pueden verse en el anexo C.

#### Segunda fase: campaña de encuestas

Para entrevistar a los pescadores, se utilizaron las encuestas diseñadas para la costa Cantábrica, bajo la supervisión de la Fundación Centro de Iniciativas e Investigaciones Europeas en el Mediterráneo (CIREM). Se añadieron las correspondientes modificaciones para adaptarlas al estudio de los problemas detectados en las Baleares y se siguió la misma dinámica a la hora de hablar con los pescadores que el primer año del presente proyecto (memoria UB de julio de 2000). La encuesta definitiva se puede ver en el anexo C.

La encuesta constó de varios apartados: los apartados A y B dan información acerca del encuestado y de la actividad que realiza. El apartado C consta de una serie de preguntas acerca del delfín mular (especie con la que se produce las interacciones con la pesca en las Baleares) de carácter general. Los apartados que incluyen desde el D1 al D4 recaban información sobre las distintas interacciones que se han detectado entre la actividad pesquera y el delfín mular: el D1 pregunta sobre casos de muertes involuntarias de delfines en los distintos artes de pesca, el D2 trata el apartado de daños que se supone que causan los delfines a la pesca. Después de este apartado, se pasa a completar un anexo por cada uno de los tipos de artes de pesca que pone en práctica el pescador entrevistado a lo largo del año. Así, un pescador que en un año cambie tres veces de arte, responderá a tres anexos distintos dentro de la misma encuesta. El

apartado D3 pregunta sobre los casos de muerte voluntaria de delfines para consumo de carne por parte de los pescadores. En principio, parece que este problema no existe en Baleares, pero a través de las entrevistas se pretendía asegurar esta idea. El último apartado (D4) obtiene información sobre si se cazan o no delfines para otros fines que no sean los de consumo humano, tales como para hacer cebo o como método disuasorio ante la presencia de otros delfines.

Las agresiones directas hacia los delfines por parte de los pescadores constituyen una infracción de la ley, ya que están protegidos, y por este motivo el preguntar abiertamente podría inducir a respuestas falsas. Por ello, se procedió a realizar las entrevistas de la siguiente manera:

- El encuestador siempre se identificó con el entrevistado a fin de empatizar con sus actitudes, sin mostrar opciones personales ni juicios de valor.
- Se favoreció un clima de confianza para que el entrevistado se sintiese cómodo y respondiera con sinceridad. Siempre se empleó un lenguaje coloquial.
- Las preguntas se formularon de forma indirecta. El pescador se identifica con su colectivo social y si se le pregunta sobre el comportamiento de ese grupo, tiende a responder desde su experiencia personal, aunque extrapolándolo al grupo de referencia.

La unidad de población en el estudio fue la embarcación. Las encuestas comenzaron a realizarse en octubre de 2000 y se finalizaron en junio de 2001.

### **3.4.3. Resultados**

#### Resultados 1ª fase:

Durante la primera fase del proyecto se produjeron los siguientes elementos de sensibilización:

- Una postal del delfín mular, con una leyenda en el dorso en la que se informa que se trata de una especie amenazada de la Península Ibérica.
- Un póster que informa y alerta gráficamente acerca de las amenazas que sufre el delfín mular en las aguas peninsulares españolas. Este póster se produjo en colaboración con Marineland de Palma de Mallorca y la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear.
- Un tríptico que informa acerca de las características y biología del delfín mular y las amenazas que esta especie sufre. Al igual que el póster antes descrito, el tríptico se produce en colaboración con Marineland de Palma de Mallorca y la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear.
- Un tríptico, realizado en anteriores proyectos para el Minsiterio de Medio Ambiente) en el que se informa acerca de los problemas de conservación de los delfines en general, haciendo especial hincapié en el delfín mular y las interacciones con la pesca.

En el anexo C puede verse copia de este material de divulgación.



Resultados segunda fase: campaña de encuestas

Para determinar el grado de la interacción se realizaron un total de 289 encuestas entre los pescadores de las tres islas, de los cuales el 80% se dedica a pesca artesanal, el 7% a arrastre de fondo, el 12% al palangre y el 1% faenan con arte de cerco. En la siguiente tabla (tabla 3.7) se muestra la distribución de artes de pesca en cada isla.

<b>Tipo de arte</b>	<b>Mallorca %</b>	<b>Menorca %</b>	<b>Ibiza %</b>
<b>Arrastre fondo</b>	10.51	1.22	2.88
<b>Cebo vivo</b>	0	0	0
<b>Cerco</b>	2.8	0	0
<b>Palangre fondo</b>	8.86	15.85	17.31
<b>Nasas</b>	1.69	1.22	0
<b>Trasmallo 2/3</b>	13.82	28.05	18.27
<b>Trasmallo 4/6</b>	24.56	26.83	32.70
<b>Trasmallo 7/8</b>	19.05	23.17	11.54
<b>Llampuguera</b>	6.93	0.61	0
<b>Jonquillero</b>	4.17	0	0
<b>Moruna</b>	1.93	0	0.96
<b>Solta</b>	0.82	0	6.63
<b>Almadrabilla</b>	0	0	0
<b>Almadraba</b>	0	0	0
<b>Otros</b>	4.81	3.05	9.61
<b>No contesta</b>	0	0	0

**Tabla 3.7.** Porcentaje de los distintos artes de pesca existentes en cada una de las islas

*Frecuencia de avistamientos de delfines mulares a lo largo del año*

Para intentar determinar si los delfines están presentes a lo largo de todo el año o son más abundantes en determinadas épocas se les preguntó a los pescadores en qué meses era más habitual encontrarse con delfines mulares.

En el caso de Mallorca e Ibiza, no se observaron diferencias entre los distintos meses. Tampoco en Menorca las diferencias fueron muy marcadas, si bien en esta isla se aprecia un ligero aumento de las observaciones en verano.

#### *Evolución de las poblaciones de delfines mulares*

Se les preguntó a los pescadores cómo pensaban que evolucionaban las poblaciones de estos animales. Los pescadores de Mallorca e Ibiza afirmaron que aumentaban (71%) y los de Menorca que se mantenían constantes (52%).

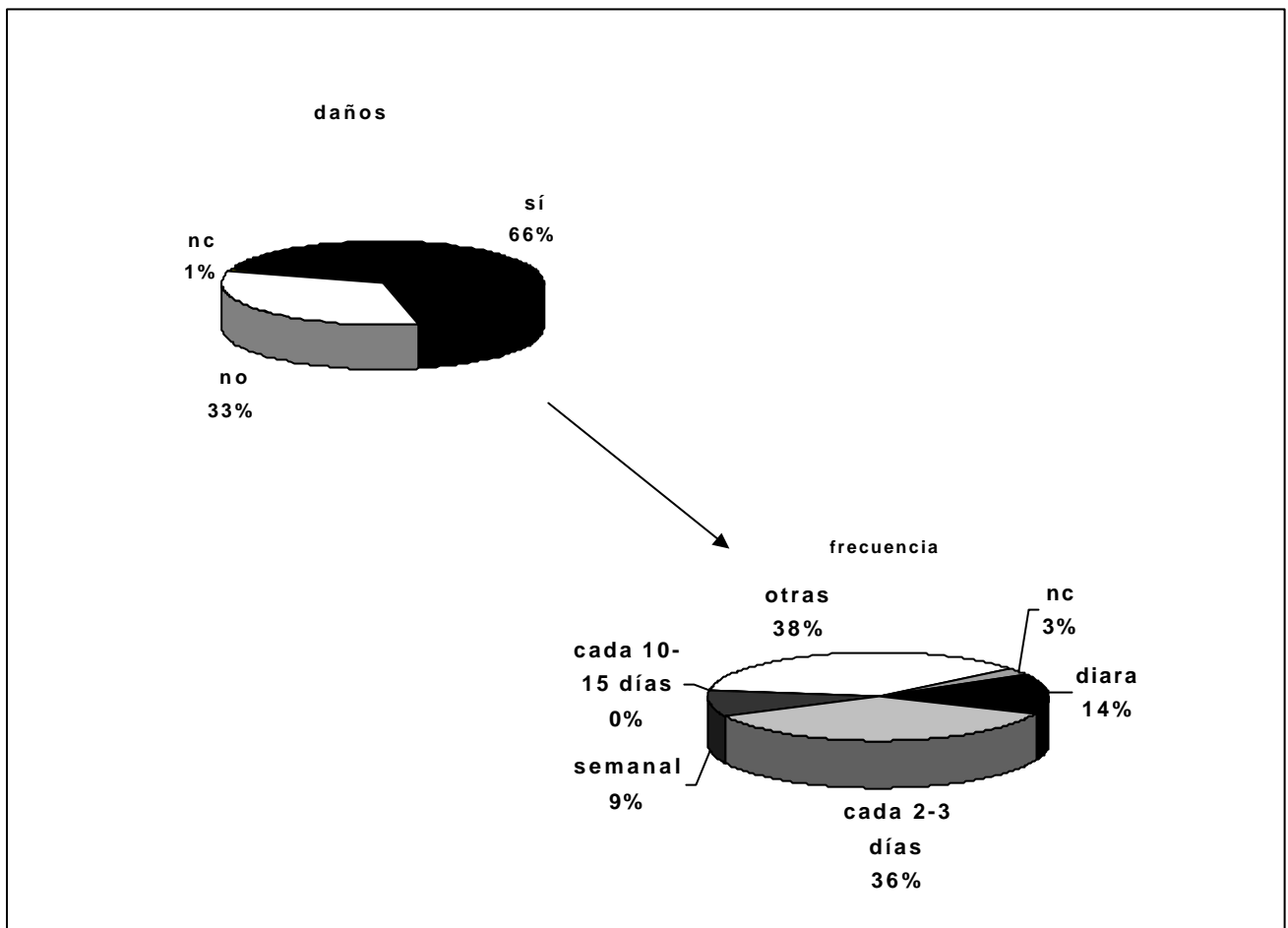
#### *Capturas incidentales*

De las 289 encuestas realizadas se puede calcular que en el último año se produjeron un total de 13 capturas incidentales de delfines (11 en redes de trasmallo y 2 en arrastre). No sabemos qué porcentaje de la población total representan estas capturas.

En cuanto a la evolución de estas muertes involuntarias, la respuesta generalizada es que se mantiene constante (Ibiza y Menorca) o que disminuye (Mallorca). En ningún caso se tuvo indicios de que la mortalidad aumentase. No obstante, hay que señalar que en Menorca el 65% de los encuestados no respondió esta pregunta.

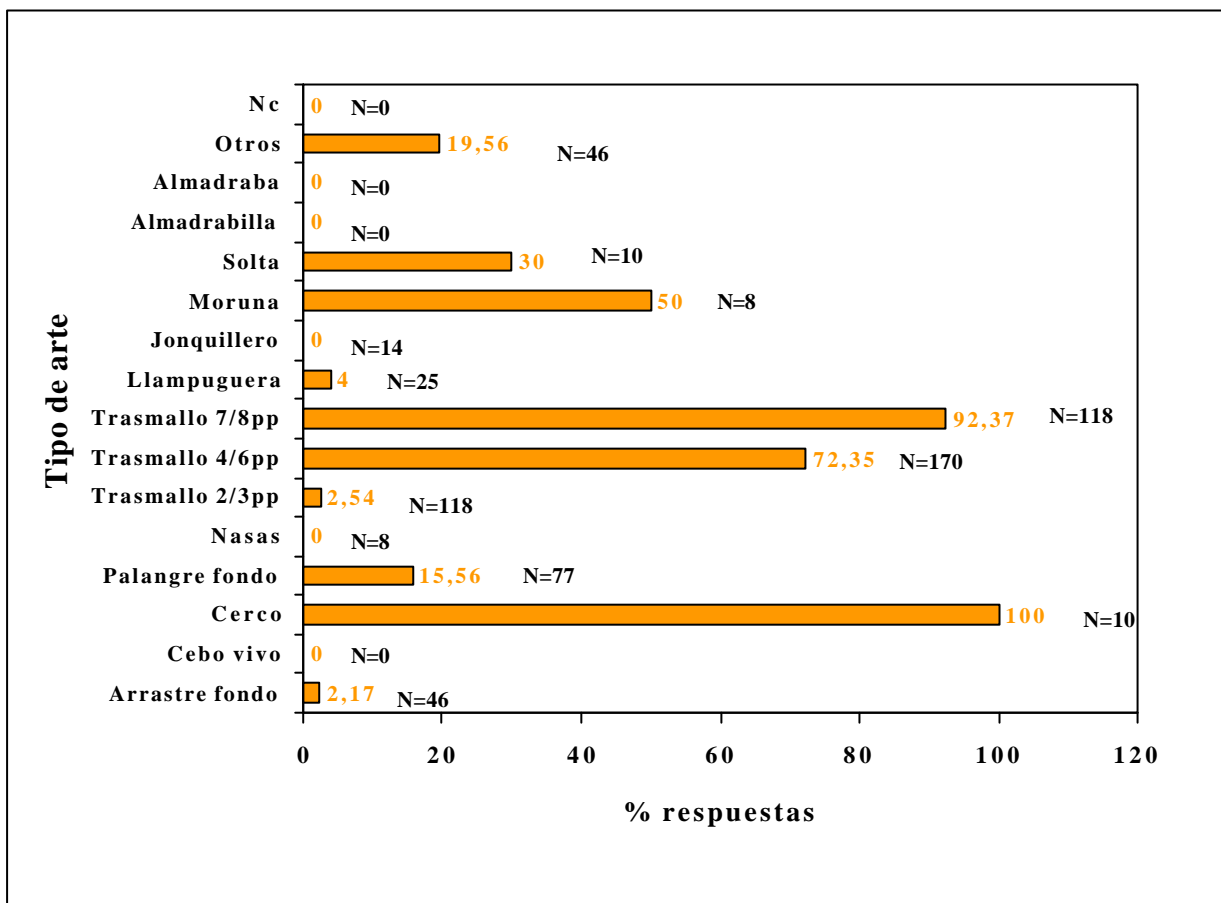
#### *Daños causados por los delfines*

El 66% de los pescadores entrevistados afirmó sufrir daños en las redes causados por las interacciones de delfines (figura 3.28). De éstos, el 59% aseguró que los “ataques” se producían con una frecuencia entre diaria y semanal.



**Figura 3.28.** Respuesta de los pescadores acerca de si los delfines les producen o no daño y con qué frecuencia.

Los artes de pesca donde los pescadores afirmaron sufrir el mayor número de interacciones con los delfines fueron precisamente los más abundantes en las islas: un 92.37% (del total de las interacciones) en trasmallo para salmonete y un 72.35% en trasmallo para sepia (figura 3.29). Las interacciones observadas en cerco (100%) están basadas en tan sólo 10 entrevistas.



**Figura 3.29.** Grado de interacción en las distintas artes expresado como porcentaje de respuestas afirmativas.

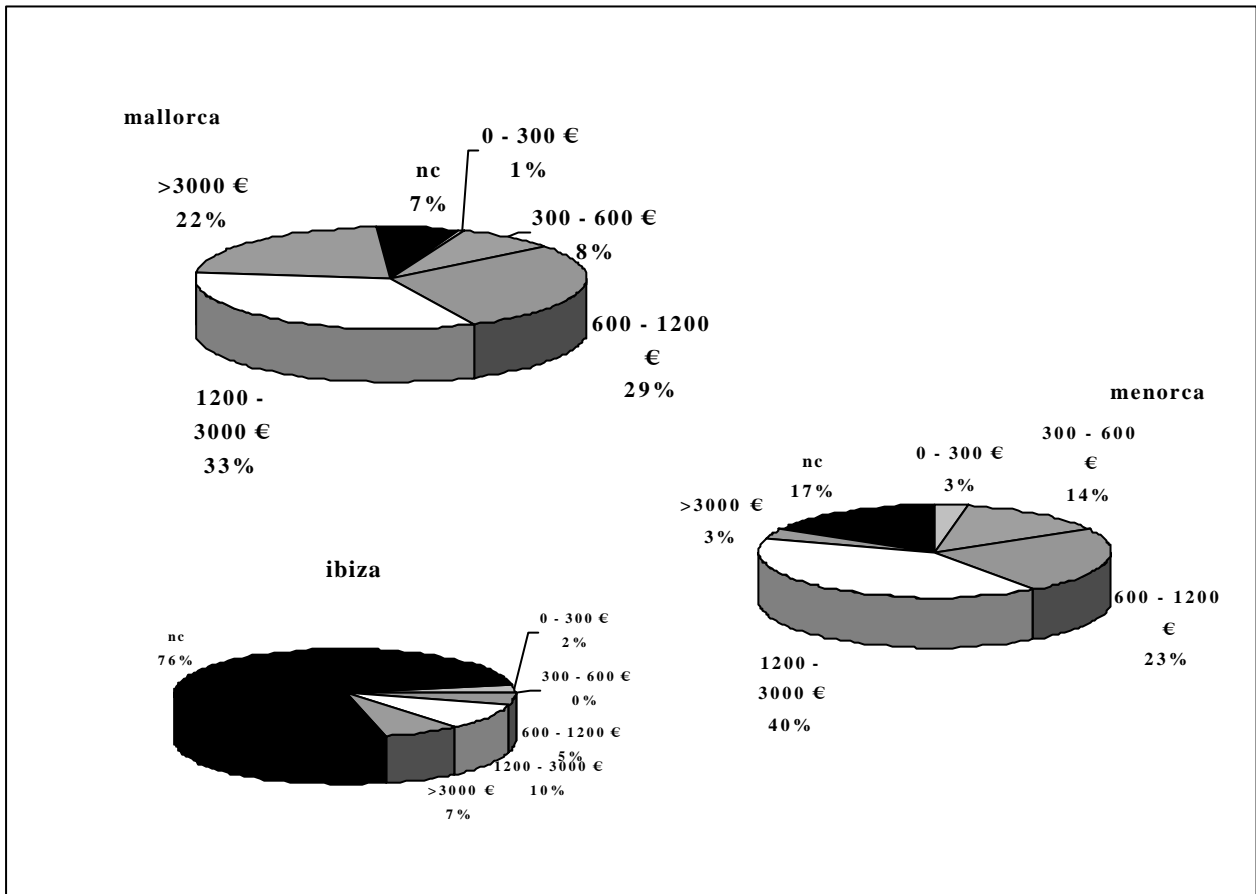
Los daños más frecuentes derivados de los encuentros con delfines fueron

- Los causados a las redes (28%)
- Los causados a la pesca (51%): se la comen (27%) o la estropean (24%).

Cuando se pidió a los pescadores que intentasen cuantificar económicamente las pérdidas ocasionadas por los delfines, las respuestas variaron según la isla (Figura 3.30):

- En Mallorca, el 55% de los entrevistados estimaron las pérdidas en al menos 1200 €por año, y un 22% por encima de 3000 €por año.
- En Menorca, la mayoría de los pescadores (44%) considera que pierde entre 1200 y 3000 €por año.
- En Ibiza, el 73% de los pescadores entrevistados no contestaron la pregunta y, por lo tanto, no ha sido posible realizar una estima de las pérdidas.

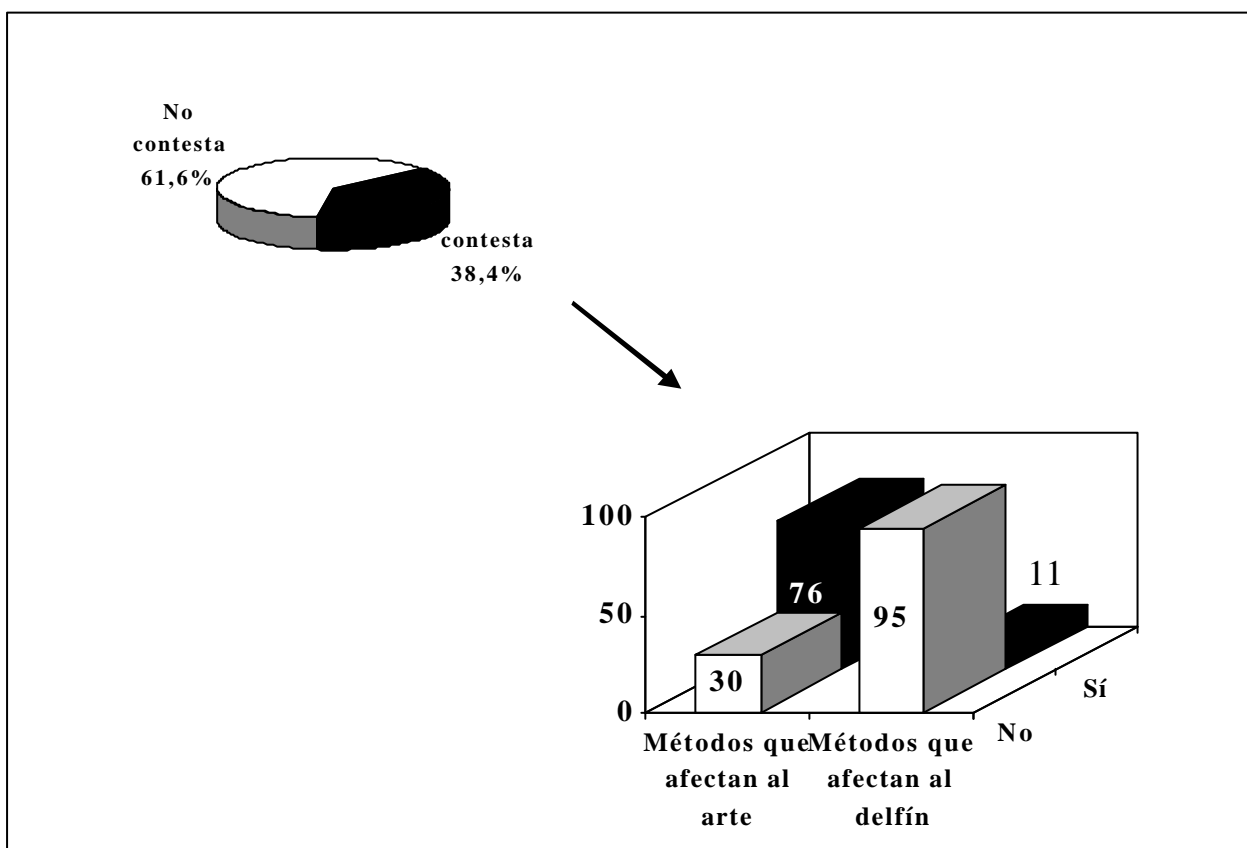
Los cálculos de los daños económicos realizados por los investigadores en la pesca de salmonete y sepia, las dos aparentemente más conflictivas (ver sección 4.6.2.1.2) indican que estas valoraciones son muy superiores a la realidad y que el perjuicio económico sufrido es sustancialmente inferior.



**Figura 3.30.** Pérdidas económicas causadas por los delfines según los pescadores

Las pérdidas que sufren los pescadores debidas a los delfines han desembocado en la adopción de dos tipos de medidas disuasivas: i) métodos que afectan al arte, tales como variar el tiempo, la zona o la forma del calado, o ii) métodos que afectan a los delfines, como la puesta en práctica de medidas que los intenten alejar, esto es, petardos caseros, esparcir gasolina u otras sustancias inflamables en el mar, emplear cebos con veneno, así como otras agresiones directas hacia los delfines, como disparos con escopeta de perdigones.

Sólo 106 pescadores (el 38.4% del total) respondieron cuando se les preguntó qué método empleaba para apartar los delfines. De estos, el 10.4% afirmó utilizar métodos disuasivos que afectaban a los delfines, es decir, agresiones directas hacia ellos. (Figura 3.31).



**Figura 3.31.** Métodos disuasivos empleados por los pescadores para evitar las interacciones con delfines.

Esta actitud parece estar especialmente desarrollada en Mallorca, donde el 25% de pescadores que respondió a las encuestas admitió emplear métodos contra los delfines. En Menorca, el 81.25% de los que contestaron admitieron emplear métodos disuasivos que afectan al arte de pesca. En Ibiza, algo más de la mitad de los entrevistados (57.4%) respondió a la pregunta, y ninguno de ellos admitió emplear métodos que afectasen al delfín. Sólo cuatro admitieron la práctica de medidas que afectaban al arte; el resto aparentemente no tomaba medida alguna, a pesar del alto porcentaje de quejas existente.



### **3.4.4. Conclusiones y recomendaciones**

De las 289 encuestas realizadas en Baleares, el 80% pertenecen a pesca artesanal, fundamentalmente trasmallo para salmonete (7/8 pasadas de red) y para sepia (4/6 pasadas de red); es precisamente en este tipo de arte donde los pescadores dicen sufrir con mayor frecuencia las interacciones con los delfines (el 92.37% de los de salmonete y el 72.35% de los de sepia). El 66% del total de los pescadores entrevistados afirma que sufre daños causados por los delfines, el 59% de ellos asegurando que con una frecuencia entre diaria y semanal. Los daños más frecuentes son los causados a las redes (28%) y a la pesca (51%), ya que los delfines se la comen (27%) o la estropean (24%).

La cuantificación económica de estos daños varía entre islas: en Mallorca, el 55% dice perder menos de 1200€ por año y un 22% más de 3000€. En Menorca, el 44% afirma perder entre 1200 y 3000€ por año. En Ibiza, el 73% de los encuestados no contesta a esta pregunta. Los cálculos de los daños económicos realizados por los investigadores (ver sección 4.6.2.1.2) indican que estas valoraciones son muy superiores a la realidad.

Sólo el 38% reconoce utilizar algún método para evitar la “predación” por parte de los delfines y, de éstos, un 10.4% actúa contra los delfines, normalmente usando petardos de fabricación casera.

En las 289 entrevistas realizadas se cuantificaron un total de 13 capturas incidentales, 11 de ellas en trasmallos y 2 en arrastre.

Aunque el nivel de queja por parte de los pescadores es bastante alto (66%), es curioso que solo el 38% de ellos reconozca hacer algo para evitarlo y que tampoco se pongan de acuerdo a la hora de cuantificar económicamente los daños atribuidos a los delfines. En el caso de Ibiza, el 73% ni siquiera responde la pregunta específica sobre este tema.

## **Recomendaciones:**

A pesar de que no es posible estimar el número de delfines muertos cada año a causa de las interacciones con la pesca ni su impacto sobre la población, dada la comprometida situación del delfín mular en aguas de esta parte del Mediterráneo occidental y el hecho de que la población balear parece ser la que mejor se conserva del Mediterráneo español, estas interacciones se consideran negativas para la conservación de la especie.

Se recomienda:

- Determinar el número de delfines que mueren cada año, tanto por capturas incidentales como por agresiones directas, y mantener una evaluación constante sobre la evolución del conflicto a fin de detectar la desaparición o atenuación de los problemas existentes o la aparición de nuevos.
- Intensificar las campañas de sensibilización entre los colectivos conflictivos, especialmente en Mallorca, donde parece que el nivel de agresiones directas es mayor.
- Profundizar en los estudios de métodos disuasorios, en las líneas descritas en la sección 4.

### **3.5. Campaña de identificación de problemas de conservación de delfines en puertos pesqueros de Galicia**

#### **3.5.1 Introducción**

Estudios anteriores (UB, 1997) habían indicado que ciertos artes de pesca, y concretamente el arrastre por parejas, un arte practicado desde algunos puertos de Galicia, producía sustanciales capturas incidentales de pequeños cetáceos. Por este motivo, en el marco del presente proyecto se consideró apropiado realizar una evaluación del conflicto a fin de determinar su magnitud, tipificarlo, e identificar las especies afectadas. Este estudio se llevó a cabo mediante una campaña de encuestas y embarques en los principales puertos involucrados. Dado que los resultados de estas campañas, si bien confirmaron la existencia del conflicto, demostraron que éste afectaba al delfín común y sólo de un modo muy marginal al delfín mular, no se consideró apropiado llevar a cabo una campaña de sensibilización o tomar medidas de otro tipo dentro del marco del presente proyecto, ya que éste se halla circunscrito a la última especie. No obstante, dada la existencia de abundantes capturas incidentales de delfines de otras especies, también protegidos, se recomienda profundizar en la evaluación del conflicto y tomar medidas conducentes a su atenuación o eventual eliminación.

Este estudio se realizó en colaboración con la Conselleria de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia, a la que se le remitieron informes de los embarques realizados y sus resultados.

#### **3.5.2. Metodología**

Las encuestas, similares a las empleadas en el País Vasco y Baleares, pero adaptadas a la operación pesquera que era objeto de estudio, incluyeron preguntas dirigidas a conocer la opinión de los pescadores acerca del estado y evolución de los grupos de delfines y sobre la manera en que éstos interaccionan con su actividad, ya sea compitiendo por el pescado, produciendo daños en los aparejos o enmallándose en las redes. La encuesta completa puede verse en el anexo C.

### 3.5.3. Resultados

El estudio contó con la participación de la tripulación de 22 barcos de diferentes puertos. Si bien en un principio se pensaba realizar una cobertura homogénea de las actividades pesqueras potencialmente más conflictivas, los resultados de los primeros embarques aconsejaron centrar el esfuerzo en la pesca de arrastre por parejas con base en el puerto de Riveira (ver más adelante). A continuación se presentan el número total de barcos que colaboraron en el estudio, así como el número de encuestas y embarques totales realizados en los distintos puertos (Tabla 3.8).

<b>Puerto</b>	<b>Nº barcos totales</b>	<b>Nº encuestas totales</b>	<b>Nº embarques totales</b>
Riveira	18	36	34
Aguiño	2	2	0
La Coruña	1	0	1
Camariñas	1	1	2

**Tabla 3.8.** Número total de barcos, encuestas y embarques realizados por puerto.

La siguiente tabla muestra el número de barcos utilizados, divididos por puertos y tipo de arte de pesca:

<b>Puerto</b>	<b>Arrastre por parejas</b>	<b>cercos</b>	<b>Arrastre de fondo</b>
Riveira	12	1	5
Aguiño		2	
La Coruña			1
Camariñas	1		

**Tabla 3.9.** Número de barcos empleados en el estudio.

En total, se efectuaron 37 embarques y se entrevistó a 39 pescadores, entre marineros y patronos. La tabla 3.10 muestra la relación de encuestas realizadas por puerto y tipo de arte de pesca.

<b>Puerto</b>	<b>Arrastre por parejas</b>	<b>cercos</b>	<b>Arrastre de fondo</b>
Riveira	32	1	3
Aguiño		2	
La Coruña			
Camariñas	1		

**Tabla 3.10.** Entrevistas realizadas por puerto y tipo de embarcación.

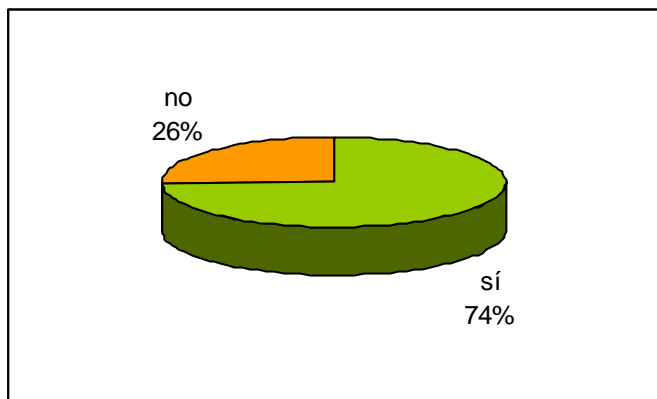
Durante los embarques, se realizaron los siguientes avistamientos de cetáceos:

Fecha	Especie	Número
28-3-01	Delfín mular ( <i>Tursiops truncatus</i> )	7
30-3-01	Calderón común ( <i>Globicephala melas</i> )	3
2-4-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	10
5-4-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	3
5-4-01	Delfín mular ( <i>Tursiops truncatus</i> )	7
5-4-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	5
11-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	5
11-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	25
11-7-01	No identificada	7
13-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	10
13-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	4
13-7-01	Calderón ( <i>Globicephala melas</i> )	5
13-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	7
13-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	15
13-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	2
16-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	35
16-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	40
17-7-01	Delfín mular ( <i>Tursiops truncatus</i> )	5
17-7-01	Delfín mular ( <i>Tursiops truncatus</i> )	4
17-7-01	Delfín mular ( <i>Tursiops truncatus</i> )	15
17-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	30
17-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	35
17-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	9
17-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	3
17-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	12
17-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	1
20-7-01	Calderón ( <i>Globicephala melas</i> )	14
20-7-01	No identificada	7
20-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	3
23-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	20
23-7-01	Delfín común ( <i>Delphinus delphis</i> )	4
23-7-01	Delfín mular ( <i>Tursiops truncatus</i> )	3

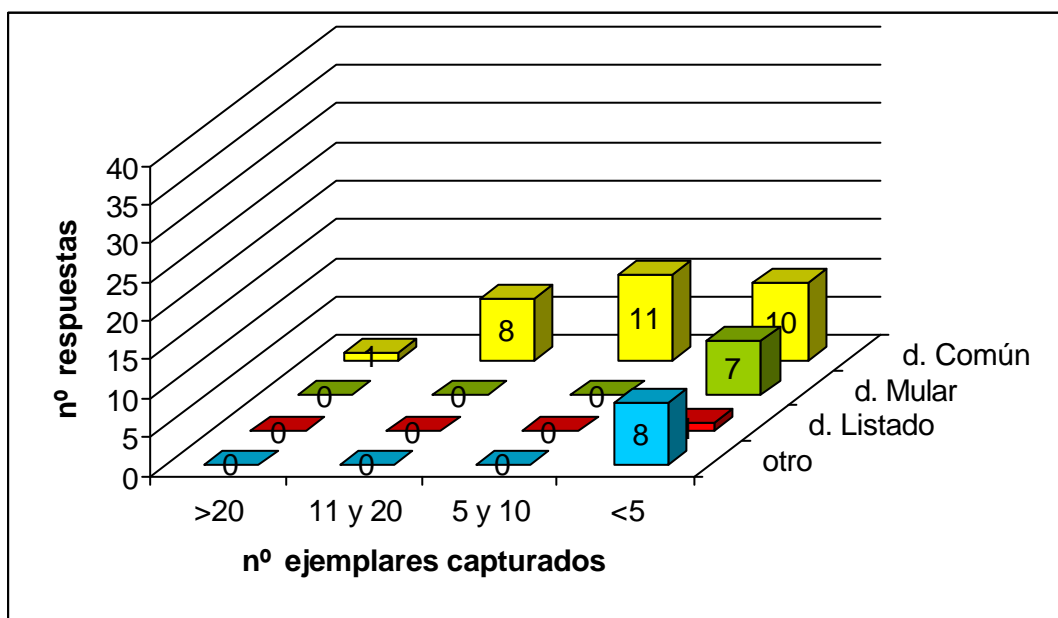
**Tabla 3.11.** . Avistamientos de distintas especies de cetáceos.

Como puede verse, el delfín común es la especie más abundante en las zonas utilizadas por los barcos investigados.

El 74% de los pescadores entrevistados afirmaron haber tenido algún caso de captura incidental de delfines el último año (Figura 3.32). La especie más afectada por estas capturas fue el delfín común (Figura 3.33) aunque también se producen capturas de delfín mular, listado y otros.



**Figura 3.32.** Respuesta de los pescadores acerca de si se han encontrado con algún caso de captura incidental de delfines en el último año.



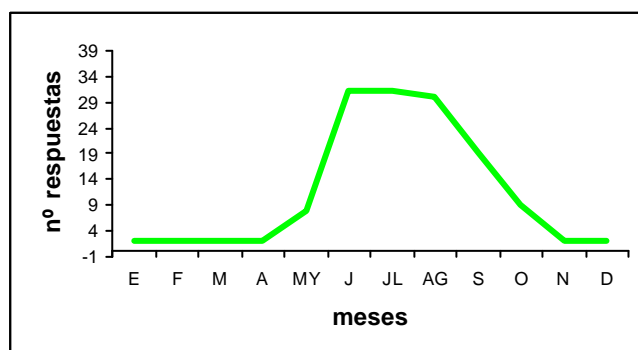
**Figura 3.33.** Respuesta de los pescadores acerca del número de ejemplares capturados en el último año y a qué especie pertenecen.

A lo largo de los embarques se produjeron 13 capturas incidentales. En principio se pensaba que en el caso de producirse capturas, estas afectarían indistintamente al delfín mular o al común y listado, pero no fue así: las 13 capturas producidas fueron todas ellas de delfín común. En todos los casos, los animales subieron al barco muertos, así que se procedió al muestreo estándar, es decir, piel, grasa, dientes y órganos internos.

### Evaluación preliminar de la interacción

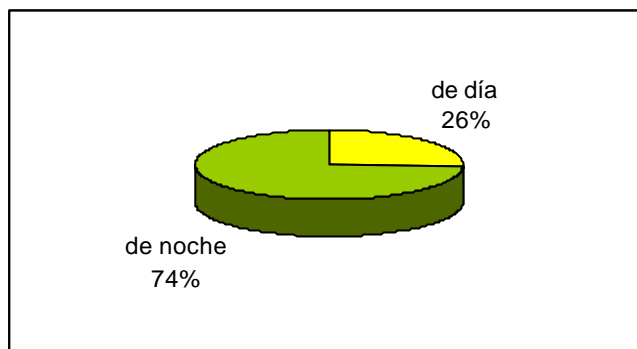
Como se desprende de los resultados antes descritos, en los 37 embarques efectuados en la pesca de arrastre de pareja se produjo la captura incidental de 13 delfines. En todos los casos esta captura significó la muerte del ejemplar implicado. La única especie afectada fue el delfín común, el cetáceo notoriamente más abundante en la zona de pesca (ver tabla 3.10). Aún así, las encuestas realizadas a los pescadores demuestran que también el delfín mular, aunque de un modo marginal, puede sufrir este tipo de capturas.

Resulta muy difícil evaluar la magnitud total de las capturas que esta pesquería representa, ya que la información disponible es limitada y, además, parece darse una cierta estacionalidad en las capturas. Así, la información preliminar obtenida en las encuestas sugiere que las capturas son mayores en verano que en invierno (figura 3.34) y de noche que de día (figura 3.35).



**Figura 3.34.** Meses en los que las capturas incidentales son más abundantes según los pescadores





**Figura 3.35.** Opinión de los pescadores acerca de en qué momento del día se producen las capturas

De hecho, la comparación entre las tasas de mortalidad observadas en los embarques de abril (1 delfín por 9 embarques, es decir, 0,11 capturas/embarque), y las de julio (12 delfines en 28 embarques, es decir 0,43 capturas/embarque), así parece confirmarlo.

No obstante estas limitaciones, y teniendo en cuenta que existen actualmente 14 parejas de arrastre (28 barcos en total) trabajando en aguas gallegas, todas ellas con base en Riveira, y que faenan unos 260 días al año, es posible establecer unos rangos de estimación de las capturas del siguiente modo:

Valores mínimos (se considera que la incidencia de capturas observada en abril es la que predomina a lo largo del año):

$$0,11 \text{ capturas/embarque} \times 14 \text{ parejas} \times 260 \text{ días} = 400 \text{ capturas/año}$$

Valores máximos (se considera que la incidencia de capturas observada en julio es la que predomina a lo largo del año):

$$0,43 \text{ capturas/embarque} \times 14 \text{ parejas} \times 260 \text{ días} = 1.565 \text{ capturas/año}$$

Valores medios (Se considera que la incidencia de capturas a lo largo del año es el promedio de las observadas en abril y julio):

$$0,27 \text{ capturas/embarque} \times 14 \text{ parejas} \times 260 \text{ días} = 983 \text{ capturas/año}$$

Es razonable suponer que las capturas reales se acercan más al valor promedio (es decir, aproximadamente un millar de delfines capturados por año), que a los máximos y mínimos estimados. De ser así, esta captura podría potencialmente tener un impacto negativo en la población local de delfín común. Hay que señalar, sin embargo, que se trata de una población abundante, no sólo en aguas gallegas sino también en toda la región templada del Atlántico nororiental, y que el delfín común del Atlántico no parece ser una especie sometida a amenazas particulares, aparte de la aquí descrita, ni se halla en riesgo de extinción.

#### **3.5.4. Conclusiones y recomendaciones**

Dado que los cetáceos, y el delfín común en particular, se hallan todos ellos catalogados como especies protegidas en el Catálogo Nacional y la directiva europea Habitats, y que están también protegidos por las convenciones de Berna, Bonn y CITES, se recomienda que se pongan en marcha las siguientes medidas conducentes a reducir el potencial impacto de la actividad pesquera:

- Realización de un estudio para evaluar la magnitud real de las capturas, así como su variación estacional y regional.
- Identificación de estrategias conducentes a reducir las capturas, tales como modificaciones en los artes de pesca, regulación de las operaciones y potencial establecimiento de vedas o cotos de pesca.
- Desarrollo de un plan de gestión de la pesca de arrastre por pareja que permita conciliar la actividad con un bajo o moderado impacto en las poblaciones de cetáceos.

### **3.6 Referencias bibliográficas.**

- ACCOBAMS, 2002. Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas. State of knowledge and conservation strategies. ACCOBAMS MOP1, Inf. 6, 219 pp.
- Harwood, J., 1983 Interactions between marine mammals and fisheries. ADV. Applied Biology- Vol 8. Pp 189
- IWC,1982b. Report of the small cetacean sub-committee of the International Whaling Commission.
- Silvani, L. 1991. Memoria proyecto Delfín Mular. Greenpeace.
- Soler, M. 1998. Estudi de la incidència dels dofins sobre les arts dels pescadors d'arts menors a les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Cultius Marins. *Documents Tècnics de Pesca i Cultius Marins*. Nº 1.
- UB. 1993. Universitat de Barcelona. Inventario de los cetáceos mediterráneos. Status y problemas de conservación. Memoria anual de resultados.
- UB. 1997. Universitat de Barcelona. Inventario de los cetáceos de las aguas atlánticas peninsulares: aplicación de la directiva 92/43/CEE. Memoria Final.
- UB. 2000. Universitat de Barcelona. Actuaciones para la Conservación del delfín mular. Memoria anual de resultados.
- UB. 2001. Universitat de Barcelona. Actuaciones para la Conservación del delfín mular. Memoria anual de resultados.

**4. DESARROLLO DE SISTEMAS DE**  
**ATENUACIÓN DE CONFLICTOS CON LA**  
**PESCA**

#### **4.1. Introducción**

Como se ha comentado en el apartado anterior (sección 3), la interacción adversa con las actividades pesqueras constituye uno de los principales problemas de conservación del delfín mular. Esta interacción puede revestir distintas modalidades. En las Islas Baleares existe un conflicto entre este cetáceo y los pescadores que conlleva una mortalidad significativa de ejemplares y que ha conducido a una percepción profundamente negativa de la especie por parte del colectivo de pescadores afectado. Muchos pescadores no tienen ningún reparo en afirmar que desearían poder eliminar a esta especie de delfín ya que, para ellos, se trata exclusivamente de un competidor directo de las especies de interés comercial que, además, produce destrozos en sus artes de pesca (problema también localizado en otras regiones como Andalucía y Murcia). En ocasiones, estas interacciones han provocado situaciones altamente conflictivas, que han conducido a que diversas organizaciones locales (cofradías de pescadores, administraciones autonómicas) organicen debates y reuniones encaminados a hallar una solución al problema (Soler 1998).

La clave de este conflicto radica en el hecho de que los delfines mulares frecuentemente parasitan las redes agalleras o de enmalle en busca de alimento fácil. Normalmente, los distintos tipos de interacción con las actividades pesqueras están interrelacionados, por lo que la mortalidad de delfines asociada a ellos es aditiva. Por ejemplo, en el caso de las Islas Baleares, aparte de una mortalidad incidental causada por la pesca con trasmallo y cerco, también se produce una mortalidad causada por agresiones deliberadas por parte de los pescadores artesanales- ya sea con armas de fuego, arpones o con otros instrumentos- que desean mantener los delfines alejados de los trasmallos.

Las capturas incidentales no son un problema que tenga lugar únicamente en esta región, sino que en España se dieron de una manera abundante en las redes de deriva, hoy en día en desuso, (UB 1995, Silvani et al 1999), y tienen lugar en la actualidad en diversas artes de enmalle de la pesquería artesanal (ver apartado 3). Las especies de cetáceos que más sufren estas capturas incidentales son la marsopa (*Phocoena phocoena*) y los delfines común (*Delphinus delphis*), listado (*Stenella*

*coeruleoalba*) y mular. Esta mortalidad se produce aparentemente por el hecho de que estas especies tienen dificultades para detectar las redes de calibre más fino.

En el caso particular del delfín mular, se ha comprobado que esta especie es capaz de detectar redes de enmalle construidas con monofilamento de 0.49mm de diámetro, a una distancia suficiente como para evitar quedar enmallado (Au, 1994) y la posibilidad de detección aumenta cuando se incrementa el número de nudos entre los pases de malla (Pence, 1986). Además, los flotadores dispuestos en la relinga de corchos (parte superior de una red de enmalle) deberían ser fácilmente detectados, incluso por un sistema de sonar no tan eficiente o desarrollado como el suyo. No obstante, se tiene conocimiento de que esta especie se enmalla con frecuencia en redes de fibras de hasta 3mm utilizadas para la pesca de tiburones y peces espada (Peddemors et al. 1991), las cuales, *a priori*, tendrían que ser detectadas con mayor facilidad. De modo que, si los cetáceos en general, y el delfín mular en particular, pueden detectar las redes en las que quedan enmallados, el hecho de que se produzcan capturas incidentales debe ser consecuencia de factores tales como:

- a) El animal no emite pulsos de biosonar en el momento de quedar enmallado y por ello no advierte la presencia de la red.
- b) El animal detecta la red pero falla en la percepción de que es algo que tiene que evitar.
- c) El animal detecta la red y el peligro que ésta conlleva, pero simplemente comete un error.
- d) El animal detecta la red y, a pesar de ello, voluntariamente se acerca a ella, arriesgándose con el fin de conseguir los peces enmallados.

El acercamiento voluntario a las redes para comer el pescado enmallado ha sido descrito como comportamiento rutinario en la alimentación de los delfines mulares en aguas de las Islas Baleares (Silvani et al., 1992; UB 1997; Soler 1998). Es importante señalar que el grueso de la mortalidad o los daños que sufren los delfines mulares no se deben a enmalles y muertes accidentales producidas cuando estos animales intentan alimentarse (aunque también se han dado casos) sino, más bien, es fruto de la animadversión y de las agresiones deliberadas que sufren los delfines a manos de los pescadores por los motivos antes explicados.

En los últimos años se han desarrollado distintos sistemas para mitigar la interacción de los cetáceos con las actividades pesqueras (ver IWC 1994). La mayoría de soluciones apuntan hacia dos líneas de actuación claramente diferenciadas:

- Modificación del diseño y estructura de la red.
- Uso de sistemas acústicos que permitan a los cetáceos detectar la red y/o ahuyentarlos de ésta.

El desarrollo de sistemas acústicos parece ser el más prometedor y en el que se invierten más esfuerzos, tanto económicos como tecnológicos (Dawson 1994, Dawson et al 1997, Kraus et al. 1997). No obstante, los estudios de diagnóstico que miden su efectividad discuten aún hoy día la validez del sistema (Goodson & Mayo 1995, Kraus et al 1997; Dawson et al 1998). Aunque se ha comprobado que en algunos casos reducen las capturas incidentales de pequeños cetáceos y reducen las interacciones (Goodson 1997, Peddemors et al 1991), los resultados globales no son concluyentes acerca de si constituyen una solución efectiva al problema.

#### **4.2. Objetivo específico**

El objetivo de esta parte del proyecto es evaluar la eficacia de la utilización de un tipo de componentes acústicos, conocidos comúnmente como emisores sónicos o *pingers*, para evitar la predación de los delfines mulares en las redes de enmalle.

Se ha intentado valorar también su aplicación a los conflictos concretos que tienen lugar en las Islas Baleares y, en este contexto, disminuir la mortalidad de esta especie causada por la interacción.

Dentro de los estudios realizados también se ha incluido como un objetivo secundario el comprobar la efectividad un registrador (POD) de los *clicks* de

ecolocalización producidos por los delfines y su aplicación a la detección de la presencia de delfines en las cercanías de las redes.

En la primera fase de este proyecto se planteó también la utilización de cebos disuasorios como alternativa o como complemento al uso de aparatos acústicos. Para ello debían de enmallarse en las redes parasitadas por los delfines peces tratados con una sustancia repelente (altamente desagradables al gusto, pero no tóxica) a la espera de que el aprendizaje condujera a los delfines a abandonar la depredación de las redes. En mamíferos terrestres este sistema había sido probado utilizando cloruro de litio (LiCl) como sustancia repelente para evitar la predación de ovejas por parte de los coyotes (*Canis latrans*). Mientras que en un principio los test iniciales condujeron a resultados satisfactorios (Gustavson et al. 1974), estudios posteriores y a mayor escala indicaron lo contrario (Burns 1983). En nuestro caso, y a parte de los resultados poco esperanzadores que se encontraban en depredadores terrestres, se desconocía la practicidad del uso del cloruro de litio en el entorno marino, y algunos autores (Anónimo 2001) advirtieron que se ignoraban los posibles efectos que podía tener sobre los delfines. Por estos motivos, se desestimó su uso y, en consecuencia, el proyecto se ha centrado en la utilización de los sistemas acústicos, sobre los que se disponía de una mayor información y potenciales efectos.

### **4.3 Categorización de la predación del delfín mular en los artes de pesca**

El delfín mular es un cetáceo costero, que frecuentemente interacciona con las pesquerías que desarrollan cerca del litoral. Este cetáceo ha adaptado su estrategia de alimentación para sacar provecho de las actividades humanas y, según los estudios efectuados en los distintos lugares donde se producen interacciones, su comportamiento predador varía dependiendo del tipo de actividad con la que interactúa:

- Comportamiento de tipo comensal cuando aprovecha los descartes de los barcos de pesca (Corkeron et al 1990).
- Comportamiento de competencia directa con los pescadores cuando se alimenta de los peces enmallados en los artes de pesca, actividad que frecuentemente provoca daños en las redes (Gunter 1942, Silvani 1991, Soler 1998).



- Comportamiento de beneficio mutuo con actividades pesqueras artesanales, del tipo de las de los aborígenes australianos (Fairholme 1856), los pescadores artesanales del Sur de Brasil (Simões-Lopes 1991) y con los pescadores Imraguen de las costas de Mauritania (Busnel 1973, Campredon 2000).

En el litoral español han sido descritos los dos primeros comportamientos, tal como revelan los resultados de los Inventarios (UB 1995, 1997) y la información suministrada por el Govern Balear. Además, lejos de ser una actividad poco frecuente u ocasional, las interacciones de delfines mulares con pesquerías artesanales presentan un severo problema para los profesionales del sector, que se salda muchas veces con la agresión hacia los cetáceos (ver apartado 3.4).

Para minimizar la interacción de los delfines con los artes de pesca y encontrar una solución técnica al problema, antes debe de entenderse cómo y en qué circunstancias aparece el problema. La mayoría de problemas tienen lugar con las redes de enmalle del tipo trasmallo, que resultan mucho más parasitadas por los delfines que las de monofilamento. Este hecho se debe a la manera cómo el pez queda enmallado, ya que en la red de monofilamento el pescado parece ahogado al poco tiempo y resulta menos atractivo para el cetáceo, que no está acostumbrado a comer presas muertas. En cambio, las redes de trasmallo permiten que el pescado se mantenga vivo más tiempo, ya que el sistema de tres paños característico de estas redes mantiene viva a la presa que ha quedado atrapada entre los dos paños de mayor luz de malla.

Hay distintas hipótesis que intentan explicar por qué los delfines mulares se acercan a las redes a capturar los peces enmallados. Por un lado, se ha sugerido que la excesiva presión pesquera en las zonas costeras ha dejado pocas posibilidades a las poblaciones de delfines para que continúen alimentándose de las especies que capturaban antaño, y por ello estos animales se ven abocados a parasitar las redes de pesca y a alimentarse de los peces enmallados para mantener una ingesta diaria aceptable. Por otro, se ha propuesto que esta parasitación no tendría que ver con la escasez de presas, sino que respondería a un comportamiento de pesca propio y natural de los delfines, que asustarían y conducirían los peces hacia las redes, utilizándolas como pantalla contra la que concentrar las presas y evitar así su fuga. Por otra parte, es probable que el tamaño medio de las especies objetivo de los delfines mulares haya

descendido en las últimas décadas debido a la presión pesquera; de ser este hecho cierto, los delfines se verían ahora obligados a centrar su predación en ejemplares más pequeños, cuya captura sería más fácil si éstos han sido previamente conducidos contra las redes de enmalle.

En las Islas Baleares, la mayoría de los ataques de delfines a redes de pesca tiene lugar durante la noche y, como hemos dicho antes, afecta de manera principal a las redes de enmalle de tipo trasmallo caladas en el fondo. No obstante, también han sido descritos daños en redes de cerco de pequeños pelágicos, en cuyo caso las redes más dañadas son las de 24 mm de luz de malla que los cetáceos rompen con suma facilidad con intención de capturar bogas, sardinas o pequeños jureles capturados en su interior.

En las Baleares, al igual que en otros lugares del Mediterráneo donde se producen interacciones similares, los cetáceos que llegan muertos a las costas presentan con frecuencia pequeñas heridas en la comisura de la boca y en la zona interdental; estas heridas son fruto de la interacción con un arte de pesca ya que, al no poder cortar las redes, los delfines tiran de éstas y arrancan la presa del paño de red. Los daños ocasionados en las redes son de dos tipos principales:

- Agujeros circulares de pequeño tamaño, debidos a mordiscos y posteriores tirones, que a veces pueden suponer la pérdida de un trozo de red.
- Cortes y *roturas* claras y longitudinales, producidos cuando el animal acomete contra la red y consigue atravesarla, perforándola.

#### **4.4 Validación del uso de *pingers* y posibles dificultades en dicha validación**

Teniendo en cuenta que los estudios que se han llevado a cabo con emisores sónicos todavía no han dado con una solución definitiva al problema de depredación de los cetáceos en las redes de pesca (Goodson & Mayo 1995, Kraus et al 1997; Dawson et al 1998), el colectivo de pescadores encaja con ciertas dificultades la instalación y uso de los sistemas acústicos de prevención. Los pescadores esperan soluciones rápidas y

definitivas a sus problemas, y se desalientan rápidamente si durante los experimentos encuentran agujeros en las zonas de la red donde se hallaba el emisor acústico.

Por otra parte, puede ser que el resultado del uso del *pinger* sea contrario al esperado y que, de hecho, al ahuyentar a los delfines se reduzca la cantidad de peces pescados. Existen como mínimo dos mecanismos que podrían producir este efecto indeseado: i) De los datos suministrados por los pescadores se infiere que existe una relación, de la que ellos mismos no parecen ser conscientes, entre la observación de delfines en las cercanías de las redes y la captura de un cierto tipo de presa, generalmente de alto valor comercial (familia de los Espáridos). Esta coincidencia probablemente no es más que el resultado de la técnica de captura utilizada por los delfines, los cuales asustan a sus presas y las llevan hacia las redes. Si se utilizan pingers para ahuyentar a los delfines y evitar que se acerquen a las redes, es esperable que disminuya la captura de espáridos en los trasmallos. Los pescadores pueden relacionar el uso de los pingers a la carencia de capturas, sin entender que son precisamente los delfines quienes contribuyen a aumentar tales capturas. ii) Algunas especies objetivo de la pesca de trasmallo podrían ser sensibles a los ultrasonidos y, por ello, resultar ahuyentadas de las redes, disminuyendo también de este modo la pesca.

Finalmente, se contemplaba también la posibilidad de que los pingers actuaran como reclamo de los delfines, avisándoles de la existencia de la red calada, en vez de ahuyentarlos, propiciando de este modo un incremento de la predación y sus consiguientes destrozos.

Por estos motivos, en este estudio se acordó previamente con las cofradías y patronos participantes que se respetara de manera fiel el diseño experimental y no se interrumpiera el uso de los pingers aún cuando éste representara una posible disminución de las capturas o aumento de las pérdidas de redes.

## **4.5 Los componentes acústicos**

### **4.5.1 Pingers**

Al inicio del presente proyecto se tuvo noticia de la existencia de una experiencia iniciada recientemente en el sur de Italia y que presentaba numerosas coincidencias con el caso que nos ocupa: conflicto con trasmallos de la pesca artesanal, el delfín mular como especie implicada, daños importantes en las redes, agresiones intencionadas a los delfines por parte de los pescadores, etc. A fin de aprovechar las posibles lecciones aprendidas en el desarrollo de este proyecto, durante la primera quincena de Abril del 2000 se visitó La Reserva Marina de las Islas Egadi en Sicilia, lugar donde en aquellos momentos se estaba realizando el trabajo de campo.

El proyecto, denominado ADEPT (*Acoustic Deterrents to Eliminate Predation in Trammel Nets*) y financiado por la Unión Europea –DG XIV, llevaba a cabo un estudio sobre la interacción de los delfines mulares con las artes de enmalle, a la vez que investigaba la validez de distintos sistemas acústicos para mantener a los delfines alejados de las redes. La estancia en las Islas Egadi permitió experimentar con distintos tipos de *pingers*, entre ellos los dos modelos que más frecuentemente están siendo probados en distintas localidades para mitigar la interacción de los cetáceos con los artes de pesca (Goodson & Mayo 1995, Goodson 1997, Kastelein et al 2000) y que, por este motivo, fueron inicialmente contemplados como de mejor aplicación en las Islas Baleares. La experiencia permitió valorar con mayor conocimiento de causa las virtudes y defectos de cada uno de estos equipos y avanzar en el diseño del proyecto.

El primero de estos modelos es el AQUAmark 100 (Figura 4.1), desarrollado por el Grupo de Investigación de Acústica Submarina de la Universidad de Loughborough en Inglaterra y comercializado por Aquatec Subsea Limited (Inglaterra). El segundo es el NETMARK 1000 fabricado por Dukane Corporation (USA) (Figura 4.2). La tabla 4.1 muestra las características técnicas de ambos tipos de *pingers*.



**Figura 4.1** Pinger AQUAMARK 100



**Figura 4.2.** Pinger NETMARK 1000

Especificaciones técnicas	AQUAmark 100	NETMARK 1000
Dimensiones	14 cm largo x 4.5 cm diámetro	16.5 cm largo x 5.5 cm diámetro
Peso en el aire	400 g	450 g
Profundidad máxima de trabajo	200 m	1000m
Banda de emisión	20kHz – 160kHz	37.5kHz
Frecuencia de emisión	Al azar	Constante
Radio de proyección de la señal acústica	100 m	100 m
Duración de la batería	1 año en operación continuada	35 días (baterías reemplazables)

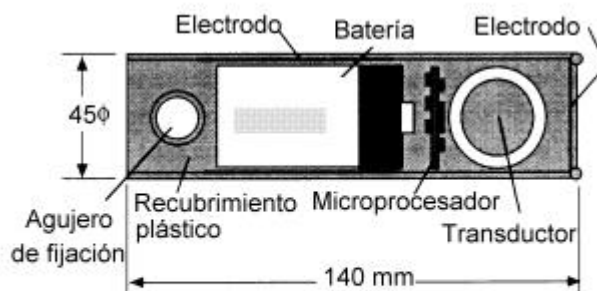
**Tabla 4.1** Especificaciones técnicas y comparativa entre los *pingers* AQUAmark 100 (Aquatec Ltd) y el NETMARK 1000 (Dukane Corp.)

Como puede verse, ambos son de tamaño similar, si bien cabe destacar que el NETMARK 1000 presenta una mejora sustancial en la comodidad de reemplazar las baterías, ya que éstas pueden ser cambiadas por los mismos pescadores. No obstante, la aplicación de este *pinger* a la situación específica de las Islas Baleares es poco esperanzadora, pues el equipo emite permanentemente en la misma frecuencia, lo que facilita la habituación de los cetáceos a la emisión. El NETMARK 1000 ha dado buenos resultados en la pesquería de pequeños pelágicos (sardinas, alachas, bogas, etc) con redes de cerco pero hay que tener presente que, al tratarse de una operación de pesca rápida y en la que la red permanece poco tiempo en el agua, el tiempo de permanencia del *pinger* también es corto y no es previsible que el delfín tenga tiempo de habituarse a la frecuencia de emisión.

Por todo ello, y después de discutir los pros y contras de los dos equipos con los fabricantes, con el grupo anglo-italiano que trabaja en las Egadi, y con colegas que cuentan con experiencia previa en ambos tipos de equipos, se decidió escoger la unidad AQUAmark 100 de Aquatec Subsea Ltd. como *pinger* tipo para la ejecución del presente proyecto.

El AQUAmark 100 ha sido perfeccionado a partir de los primeros prototipos PICE<sup>TM</sup> diseñados para evitar la captura incidental de marsopas (*Phocoena phocoena*) en operaciones pesqueras con redes de enmalle. Una prueba a gran escala en 1997 en la pesquería comercial desarrollada en aguas de Dinamarca mostró una reducción significativa de capturas incidentales de estos cetáceos en las redes equipadas con este modelo de pingers (Goodson 1997).

Esta unidad acústica se compone de una batería, un microprocesador, transductores acústicos y un interruptor de inmersión activado por dos electrodos. Cuando la unidad esta inmersa en el agua empieza a transmitir hasta un total de ocho frecuencias distintas. Las frecuencias



Sección y detalle de una unidad AQUAmark 100

emitidas son moduladas en ondas armónicas en la banda de los 20kHz a los 160kHz. Para minimizar la habituación de los cetáceos a las emisiones del *pinger*, las distintas frecuencias así como la periodicidad con la que éstas se repiten vienen reguladas por un dispositivo que establece una frecuencia de emisión al azar. Los delfines mulares se comunican utilizando una frecuencia cercana a los 165 dB, llegando hasta los 220dB cuando producen los “clicks” de ecolocalización (Au, 1994). El AQUAmark 100 tiene frecuencias máximas de 145dB, es decir, es audible por los cetáceos pero previsiblemente no interfiere en su sistema de comunicación.

La batería tiene una vida media de un año en régimen de uso continuado. Cuando empieza a agotarse, el *pinger* emite dobles pulsos muy distintivos que avisan de la necesidad de su reemplazo.

#### **4.5.2 PODs**

Los PODs (*POrpoise Detectors*) son ordenadores sumergibles conectados a hidrófonos que reconocen y registran los “click” de ecolocalización de los cetáceos. En el transcurso de este proyecto se ha puesto de manifiesto el problema de la detección objetiva de los cetáceos cuando predan sobre las redes, sobretodo porque las pesquerías en las que el grado de interacción es más elevado se llevan a cabo durante la noche. Por esta razón, se ha contemplado la utilización del POD como dispositivo que permita tener evidencias más tangibles de la presencia de delfines alrededor de las redes de pesca.

Las unidades POD tienen un transductor formado por una cerámica piezo-electrica con resonancia a 130Khz. Disponen de unos filtros que seleccionan la energía de diferentes bandas de frecuencias del espectro del sonido y que pueden ser programados con distintos protocolos de muestreo para optimizar la detección de los clicks.

Estos aparatos comenzaron a utilizarse a finales de los años 90 y en la actualidad se usan en distintos programas, tanto para evaluar la acción de los *pingers* (Tregenza 2001) como para ser utilizados en proyectos de conservación de marsopas (*Phocoena phocoena*) (Culik et al 2001) y delfín mular (Tregenza et al 2001).

Los PODs permiten además, discernir los clicks de los cetáceos de otras fuentes de ruido ambiental como el provocado por la miríada biológica (crustaceos, moluscos....), el propio de las zonas de fuerte oleaje y el producido por las sondas de los barcos.

Estos aparatos son utilizados en estudios de comportamiento de cetáceos, ecología y conservación, aunque con mucha frecuencia se aplican a la investigación de capturas incidentales y la detección de cetáceos odontocetos en las proximidades de los artes de pesca.

El POD que ha sido empleado en este estudio fue el T-POD distribuido por *Chelonia –Marine Conservation Research*, Reino Unido (Figura 4.3). Este equipo mide 64 cm de largo por 9 cm de diámetro y el peso incluyendo las baterías es de 4.5 Kg. Los componentes electrónicos del POD van revestidos de resinas plásticas lo suficientemente robustas para poder ser usados desde barcos de pesca y no molestar en el trabajo rutinario de los pescadores. El sistema de fijación permite mantenerlo anclado en el fondo junto a las redes hasta los 100 metros de profundidad



**Figura 4.3-** T-POD - Chelonia-Marine Conservation Research

El grado de detectibilidad de clicks de media frecuencia es cercano a los 500 metros de radio. Esta característica lo hace idóneo para trabajar con redes artesanales de trasmallo ya que se detectan únicamente a los delfines que se encuentran cerca de las redes.

El POD ha sido utilizado en las campañas “Moll-01” y “Sipia-02”, aunque ha sido sólo en la primera campaña en la que el volumen de datos recogidos ha permitido elaborar resultados. (ver apartado 4.6.2).

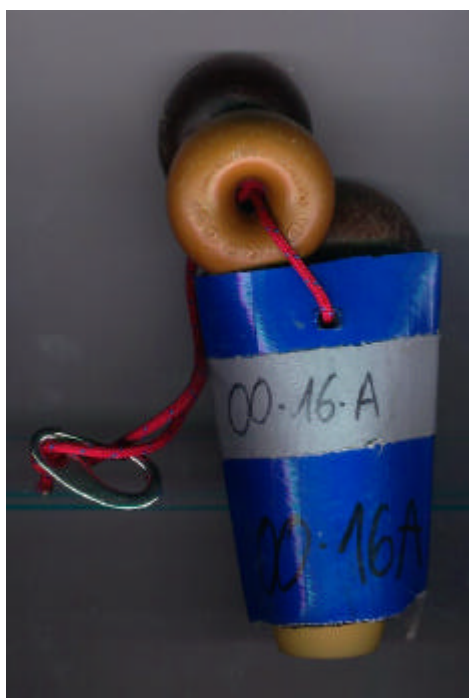


### 4.5.3 Diseño y elección del sistema de fijación de los emisores sónicos a las redes

El sistema de fijación de los *pingers* a las redes de enmalle era de vital importancia para el buen desarrollo del proyecto y tenía que cumplir al menos las siguientes tres premisas:

- Permitir que los pescadores pudieran colocar los *pingers* en las redes durante la maniobra de calado sin que ello entorpeciera su labor, y recogerlos de manera rápida cuando se izara la red.
- Una vez montados en la red, los *pingers* habían de tener flotabilidad neutra para que no se modificase el peralto de la red ni se cerrara la luz de malla.
- Para que el estudio fuese representativo, se habían de equipar las redes con los *pingers* manteniendo siempre la equidistancia entre ellos. Por este motivo, la zona de sujeción del *pinger* a la red debía ser marcada de manera distintiva.

Basándose en estas consideraciones, se diseñó un sistema que sujeta el *pinger* a la red mediante un mosquetón náutico de fácil zafado que permite colocar o retirar el *pinger* de la relinga de corchos con gran rapidez. El *pinger* se protege con un recubrimiento plástico para amortiguar golpes y evitar posibles enganches. Al conjunto se le añade una pieza de corcho que confiere al *pinger* una flotabilidad neutra (Figura 4.4).



**Figura 4.4.** Pinger preparado para ser colocado a la red

Es de suma importancia conseguir la flotabilidad neutra del conjunto formado por el *pinge*r más los accesorios de anclaje. Si esto no se consiguiera, el *pinge*r estaría afectando al calado original de la red y, potencialmente, a la eficacia de pesca o su fragilidad frente a la visita de los delfines, por lo que la eficacia del experimento no podría evaluarse como si se estuviera faenando en condiciones normales. Así, si el *pinge*r tuviera flotabilidad positiva podría tirar de la red hacia arriba y reducir la luz de malla, mientras que si tuviera flotabilidad negativa el peso del *pinge*r en la relinga superior provocaría el cierre de la red, que podría, incluso, llegar a doblarse sobre sí misma.

Finalmente, para poder comparar los resultados de la actividad pesquera con *pinge*rs o sin ellos y validar así el experimento, se consideró necesario que los *pinge*rs se anclasen en la misma posición de la red cada vez que se controlase una operación de pesca. Con este propósito, las redes se señalaron con marcas visibles en la relinga superior de las redes de enmalle que permitieran a los pescadores identificar los lugares precisos donde debían colocar los *pinge*rs durante el calado de la red. Estas modificaciones en las redes se han llevado a cabo con la supervisión y acuerdo de los pescadores que han participado en el proyecto.

#### **4.6 Campañas de muestreo**

Al inicio del proyecto se mantuvieron una serie de reuniones en la isla de Mallorca que permitieron discutir los objetivos y la articulación del proyecto con la Direcció General de Pesca de la Conselleria d'Agricultura, Comerç i Indústria del Govern Balear. El Govern Balear, como parte interesada en la ejecución del proyecto, puso en contacto a los investigadores de este proyecto con patrones del puerto de Alcudia y Ciutadella y se vinculó de manera muy directa en el estudio proporcionando personal para participar como observadores en los barcos de pesca. Además, la Conselleria ofreció también su ayuda para involucrar a todos los pescadores de un

mismo puerto en el estudio, tanto los seleccionados para trabajar directamente en la prueba de validación de los *pingers* como los que continúan faenando sin su uso.

El trabajo se planteó con dos enfoques distintos; el primero para conocer y categorizar la operación pesquera, hora de calado y recogida, longitud de red calada, posición y pesca obtenida, especies y cantidad. El segundo para evaluar la propia interacción con los delfines, los daños causados en las redes, la cuantificación e incidencia de los ataques, la supuesta pérdida de pesca debida a la predación de los cetáceos y la evaluación del uso de los emisores acústicos.

El desarrollo de este proyecto se ha llevado a cabo entre las aguas de la bahía de Alcudia y las circundantes a Ciutadella. Los barcos pesqueros que colaboraron con este proyecto tenían su puerto base en Pto. Alcudia, en la isla de Mallorca (39°50'39''N – 003°08'25''E) y en Ciutadella, en la isla de Menorca (40°02'00 N – 003°49'00E). La toma de datos se ha realizado haciendo el seguimiento de las dos actividades que, a juicio de los pescadores, presentaban más problemas de interacción con los delfines mulares. La primera campaña se realizó en Octubre y Noviembre de 2000, temporada de pesca del salmonete (*Mullus surmuletus*). Este pescado es considerado una de las principales presas de los delfines mulares en la zona. La segunda campaña se llevó a cabo en los meses de febrero y marzo de 2001, durante la temporada de pesca de la sepia (*Sepia officinalis*). Aunque la sepia no está considerada como una presa principal del delfín mular, con relativa frecuencia éste se dirige hacia las redes en busca de otras especies, objetivos secundarios de esta pesquería (ver apartado 4.6.2.2). Una tercera campaña se realizó en septiembre y octubre del 2001 en la pesquería del salmonete, y una cuarta en febrero y marzo del 2002 con los pescadores de sepia del puerto de Ciutadella. La tabla 4.2 nos resume las características de las campañas, las pesquerías y las redes controladas.

Fecha de la campaña	Especie objetivo de la pesquería	Puerto Base	Número de operaciones pesqueras controladas	Longitud de red controlada (km)
Oct-Nov 2000	Salmonete	Port d'Alcudia	28	54.15
Feb-Mar 2001	Sepia	Port d'Alcudia	45	69.30
Set-Oct 2001	Salmonete	Port d'Alcudia	56	63.25
Feb-Mar 2002	Sepia	Ciudadella	57	51.65

**Tabla 4.2** – Características de las campañas realizadas

#### **4.6.1 Metodología**

El diseño de este estudio contó con tres embarcaciones en cada una de las campañas. Cada una de estas barcas había de utilizar el mismo juego de redes durante el periodo de muestreo.

Los trasmallos para salmonete y para sepia en Baleares están formados por un conjunto de piezas de red de 50 metros de longitud. Cada una de las embarcaciones puede llevar hasta unas 30 piezas, lo que supone calados de hasta 1500 metros por embarcación. Dependiendo del patrón, las redes pueden ser caladas de forma continuada teniendo un solo grupo de redes o bien separarlas en dos grupos y calar de esta manera en lugares distintos.

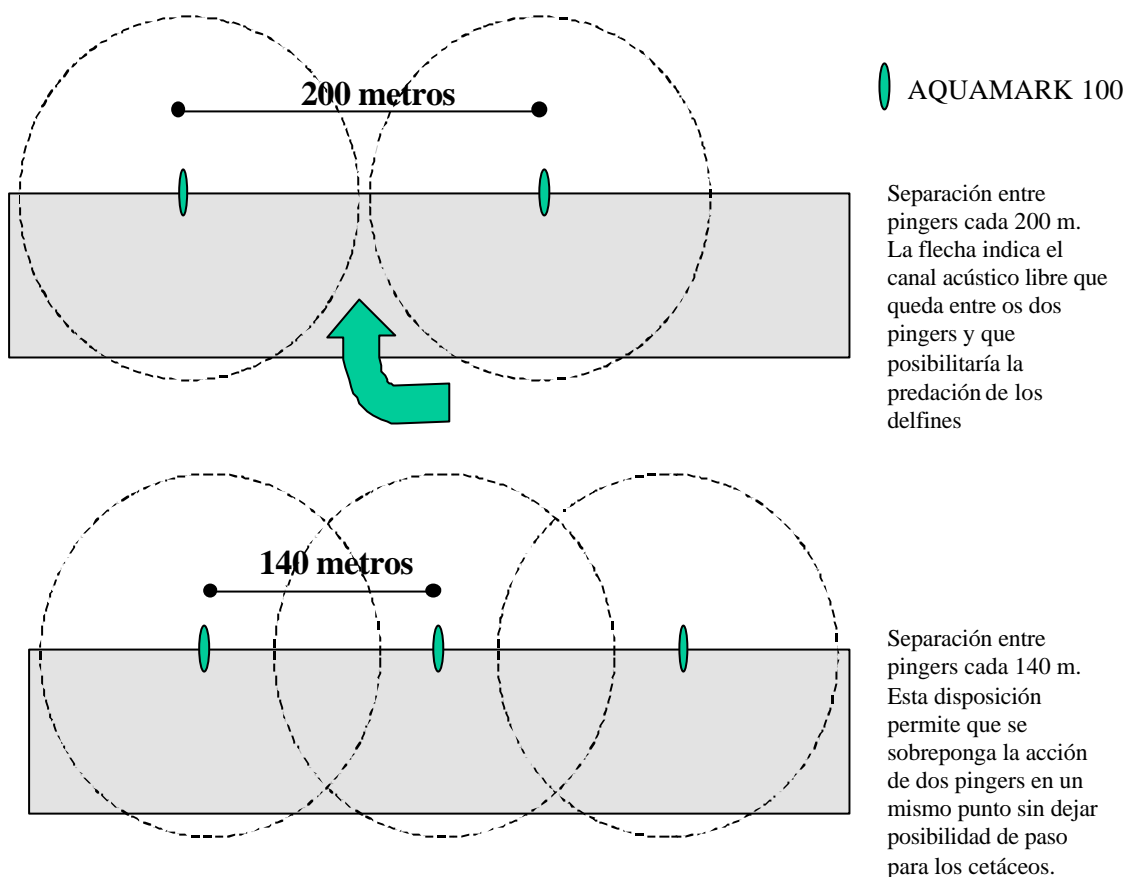
Cada embarcación llevaba un observador a bordo que anotaba los datos relacionados con la operación de pesca. Al llegar a puerto los observadores revisaron los daños producidos en las redes y marcaron los agujeros nuevos.

Con la finalidad de evitar la subjetividad de los pescadores tanto al evaluar la efectividad de los *pingers* como al atribuir los daños en las redes a los delfines, se utilizaron tres tipos de equipos distintos:

- Redes equipadas con *pingers* funcionales
- Redes equipadas con *pingers* no funcionales
- Redes control (sin *pingers*)

A los patrones de las tres barcas se les pidió que alternaran el uso de estos equipos, aunque sólo el observador embarcado en los barcos sabía si los *pingers* que utilizaba su patrón en una operación de pesca determinada eran funcionales o no. De esta manera se eliminó el análisis subjetivo, probable en los pescadores como colectivo afectado.

Estudios realizados en Dinamarca, Sicilia y Sudáfrica con poblaciones de marsopa, delfín mular y delfín de joroba del Indo-Pacífico respectivamente (Goodson 1997, Peddemors et al 1991) indican que la distancia más idónea de separación entre *pingers* del tipo AQUAmark 100 es de 140 metros, lo que permite que ninguna parte de la red diste más de 70 metros de un emisor. El AQUAmark 100 tiene un radio de acción teórico de 100 metros, por lo que en principio sería posible colocar los *pingers* cada 200 metros y reducir de este modo el coste de la operación; no obstante, si su eficacia disminuyera por algún motivo, se podría crear un canal acústico libre entre ambos *pingers* que inutilizaría el experimento (Figura 4.5), por lo que se ha creído más conservador el mantener una distancia entre *pingers* algo menor.



**Figura 4.5.** Distribución de los pingers AQUAMARK 100 en las redes de trasmallo.

Por las propias características de las redes utilizadas en las pesquerías controladas (50 metros cada pieza), los *pingers* se sujetaron en la relinga de corchos cada 150 metros (cada tres piezas), en la zona de unión entre piezas. De esta manera, ninguna zona de la red quedaba a más de 75 metros de un *pinger*. Un total de 20 *pingers* fueron utilizados para cubrir los 3000 metros de red utilizadas por cada uno de los pesqueros.

Alternativamente, se colocaron en las redes *pingers* funcionales y no-funcionales, aunque los pescadores pensaban en todo momento que sólo existía un tipo de *pingers*. Así, se evitaba que los pescadores pudieran influir, positiva o negativamente, en el resultado final de estas pruebas. Además, también se utilizó un juego de redes sin ningún tipo de *pingers* que servía como control, para así poder evaluar si estos aparatos (funcionales o no-

funcionales) incidían o no en la operación pesquera o en el comportamiento de los delfines.

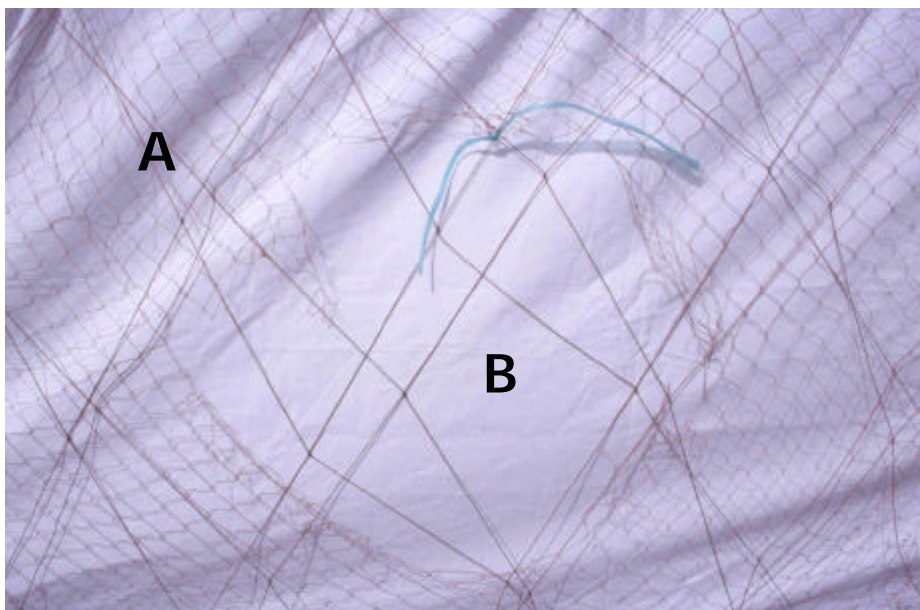
En una fase anterior al control de los calados se realizaron las siguientes actuaciones con el objetivo de preparar las redes de enmalle para el estudio:

- a) Marcaje de la situación de los *pingers* en las redes: Mediante cinta adhesiva se marcaron las posiciones donde se situaría a los *pingers* en la maniobra de calado. Las marcas se colocaron cada tres piezas de red (cada pieza de red o paño equivale a 50 metros). Así, había fijado un *pinger* cada 150 metros (Figura 4.6).



**Figura 4.6.** Situación de los *pingers* en la red

- b) Marcaje de las redes: El objetivo era poder detectar los nuevos agujeros que aparecieran en los calados. Para ello, se marcaron todos los agujeros ya existentes en los primeros 5 paños (250 metros) con hilo de rafia (entre 10-20 cm.) (Figura 4.7). Estos primeros 250 metros de cada juego de redes eran los que se contaban cada vez que los barcos volvían a puerto después de una operación pesquera.



**Figura 4.7** – Hilo verde de rafia marcando un agujero producido por un delfín en un trasmallo. Puede observarse cómo el delfín rompe solo el paño interno de menor luz de malla (A) mientras deja intactos a los dos externos de mayor luz de malla (B)

Se contó con un observador en cada una de las embarcaciones que participaron en este estudio. Estos observadores fueron los únicos encargados de colocar los *pingers* en las redes durante las maniobras de calado y de retirarlos después de la recogida de las redes (figura 4.8), así como de anotar la información sobre la posición geográfica en la que tenía lugar la pesca, las observaciones *in situ* y las capturas obtenidas.



**Figura 4.8.** Observador colocando los pingers en la red durante la maniobra de calado

Después de cada operación pesquera, y una vez en puerto, los observadores contaron y marcaron cada uno de los nuevos agujeros hallados en las redes (Figura 4.9). El muestreo se estandarizó de manera que, para evitar el tremendo esfuerzo que supondría



contar los agujeros de 3000 m de red y para aprovechar al máximo el tiempo que los barcos permanecen en puerto, únicamente se examinaron 250 metros de cada una de las redes controladas y, posteriormente, se extrapolaron los resultados al total de la red.



**Figura 4.9** – Observador realizando recuento y marcaje de agujeros

Los agujeros marcados en la red se clasificaron de la siguiente manera:

- a) Según la situación del agujero en la red: inferior, en medio, o superior (“inferior” era equivalente al tercio de red más cercano a la relinga de plomos; “superior”, equivalía al tercio de red más cercano a los flotadores dispuestos a la relinga de corchos).
- b) Según el tamaño del agujero: pequeño, mediano o grande (En las campañas “Moll-00” y “Sipia-01” por “pequeño” se entendían agujeros menores de 20 cm de diámetro; por “mediano” aquellos entre 20 y 40 cm y por “grande” los mayores de 40cm. En las campañas “Moll-01” y “Sipia-02” los agujeros entre 20 y 40 cm eran considerados pequeños, entre 40 y 60 cm eran medianos y los grandes eran aquellos de más de 60 cm.)

Paralelamente al seguimiento y control de los calados en los barcos, la Conselleria d’Agricultura i Pesca del Govern Balear cedió una embarcación con un motor fueraborda para poder hacer un seguimiento de los grupos de delfines que se acercaran a las redes caladas. De esta manera, mientras los tres barcos de pesca eran controlados por los observadores de a bordo, otros dos investigadores realizaban salidas con la embarcación de la Conselleria, situándose en una zona equidistante a todas las áreas de calado y permaneciendo comunicada vía VHF con los barcos que faenaban en el área. Así, en el momento en que se avistaba un grupo de delfines cerca de las redes de cualquier barco, el aviso y su posición exacta eran comunicados inmediatamente a los

investigadores de la lancha. Esto permitía llegar al punto donde se encontraban los delfines en pocos minutos.

Para determinar el grado de interacción de los delfines mulares con las redes de trasmallo es de vital importancia conocer el tamaño, composición e identidad de los grupos de delfines implicados. Para ello, siempre que fue posible, se hicieron fotos de las aletas dorsales de los individuos para poder identificarlos posteriormente mediante las muescas y cicatrices propias de cada ejemplar.

Para establecer la eficacia de los *pingers*, se compararon los resultados obtenidos en los tres juegos de redes controlados, es decir, con *pingers* funcionales, con *pingers* no funcionales y sin *pingers* (control), basándose en:

- 1.- *Capturas de las especies objetivo*
- 2.- *Presencia de nuevos agujeros o cualquier otro tipo de daño en las redes después de cada calado*
- 3.- *Avistamientos de cetáceos alrededor de las redes*

Los dos primeros puntos fueron tratados estadísticamente mediante el paquete SPSS (ver 9.0.1). Se hicieron pruebas de homogeneidad de la varianza y se compararon las medias mediante el análisis ANOVA

## **4.6.2 Resultados**

A continuación se presentan los resultados del estudio desglosados para cada uno de los tipos de pesquerías y campañas realizadas. Como se ha mencionado anteriormente, uno de los problemas que se ha tenido que superar durante el estudio ha sido elucidar las dudas que tenían los pescadores sobre el efecto de los aparatos acústicos en las especies objetivo de la pesca. En este sentido, el primer apartado de resultados de cada una de las campañas nos muestra si ha habido algún efecto, aumento o disminución de la especie objetivo debido al uso de los *pingers*. Por otro lado, se ha determinado si había diferencias en las capturas de especie objetivo entre las diferentes embarcaciones. Finalmente, para evaluar los daños en las redes debido a la predación de los delfines, se ha investigado la relación entre el número de nuevos agujeros observado en las redes, la presencia de delfines y el tipo de *pinger* utilizado.

El POD ha sido utilizado en las campañas “Moll-01” y “Sipia-02”, aunque los datos recogidos sólo han permitido obtener resultados conclusivos de la primera campaña.

### 4.6.2.1 Pesquería de Salmonete

El estudio de la pesquería de salmonete se ha llevado a cabo íntegramente en el Puerto de Alcudia, Mallorca. Como se ha mencionado en el apartado 4.6.1, se han realizado dos campañas (“Moll-00” y “Moll-01”) durante los meses de máxima captura. En la pesca del salmonete las redes se calan unas dos horas antes del alba y se recogen, en la mayoría de los casos, poco después de la salida del sol. Los barcos de enmalle del Puerto de Alcúdia utilizaron una media de 56 piezas de trasmallo, de 50 metros cada una. El sistema de calado variaba según el criterio del patrón de cada embarcación. Algunos calababan la totalidad del arte en el mismo lugar, resultando así un calado de 56 piezas, mientras que otros calababan dos veces en lugares distintos, es decir, una media de 28 piezas en cada lugar.

#### 4.6.2.1.1 Campaña “Moll - 00”

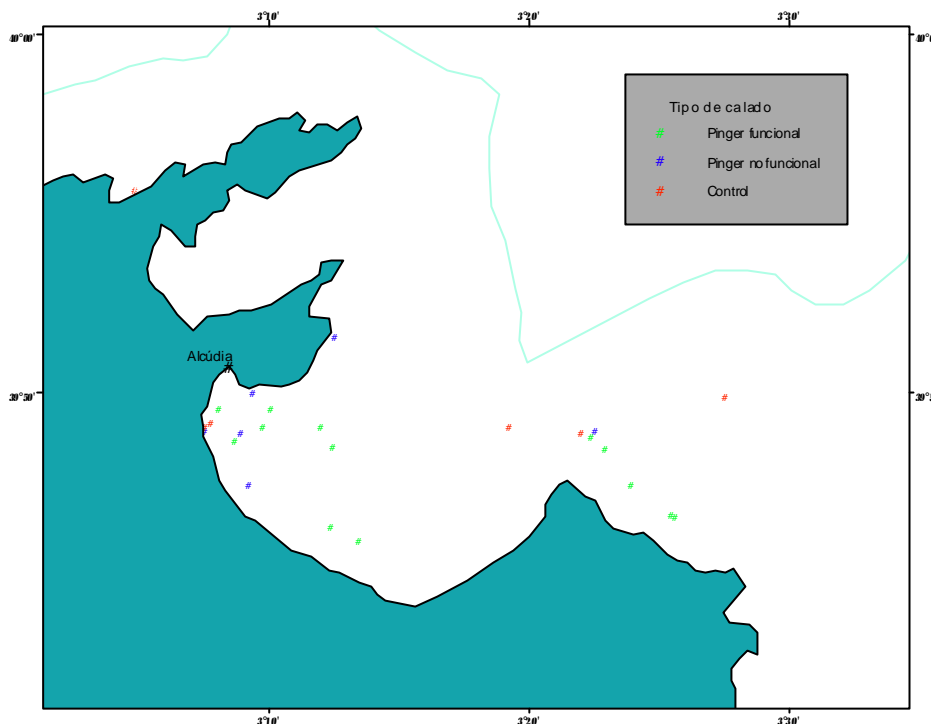
Entre el 15 de octubre y el 10 de noviembre de 2000 se realizaron 28 embarques en tres barcos pesqueros distintos y se controló un total de 54 kilómetros de red (ver tabla 4.3). Los calados se distribuyeron por toda la bahía y en los cabos más cercanos (ver figura 4.10). En cada ocasión, el lugar de calado fue escogido según el estado del mar. En días con buenas condiciones los patrones se aventuraron a calar fuera de la bahía de Alcúdia, mientras que, en los días de mal tiempo o fuertes vientos, el calado se realizó dentro de ésta.

Moll-00	
Nº calados	28
<u>Kilómetros de red controlados</u>	
<i>Pingers</i> funcionales	21.3
<i>Pingers</i> no funcionales	20.6
Control	12.1
Total	54

**Tabla 4.3** Esfuerzo realizado en la campaña “Moll-00”

#### Efectividad pesquera de las embarcaciones controladas

No se han observado diferencias significativas ( $F=1.152$ ,  $p>0.05$ ) entre las capturas de salmonete de los tres barcos (independientemente del tipo de *pinger* utilizado). La media de capturas de las tres embarcaciones especificadas en Kg de salmonete por cada 50 metros de red ha sido de  $0.36 \text{ Kg} \pm 0.29$ .



**Figura 4.10.** Posición de los calados controlados en la campaña “Moll-00” con relación al tipo de pinger que llevaban las redes.

#### Efecto del uso de *pingers* sobre la especie objetivo de la pesquería

La figura 4.11 muestra las capturas de salmonete (kg de salmonete/50metros de red) para cada una de las redes utilizadas en el estudio (media e intervalos de confianza del 95%). Se han diferenciado las capturas para cada uno de los tipos de red controlados, esto es *pingers* funcionales, *pingers* no-funcionales y redes control. A la vista de la figura 4.11 puede observarse una leve disminución en la media de capturas de las redes que utilizaron *pingers* activos; no obstante, las diferencias encontradas no fueron significativas ( $p > 0.05$ ;  $F = 2.259$ ). El uso de *pingers* en las redes no tuvo ningún efecto sobre la pesquería de salmonete.

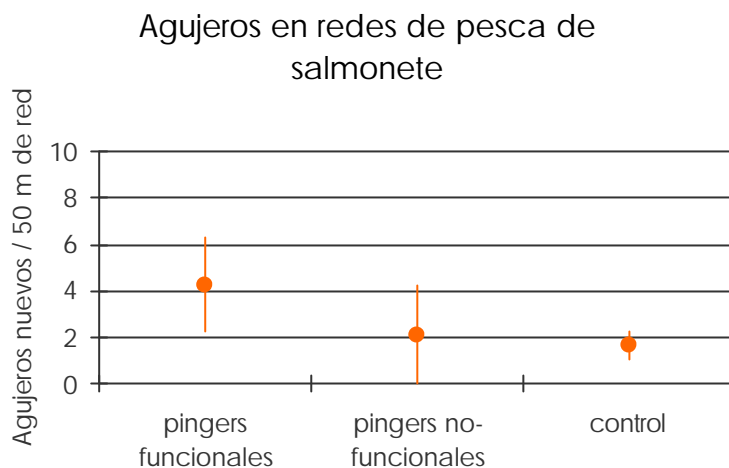
### Capturas de salmonete



**Figura 4.11** – Captura de salmonete en distintos tipos de redes

### Presencia de nuevos agujeros o cualquier otro tipo de daño en las redes después de cada calado

La figura 4.12 nos muestra la presencia de nuevos agujeros mayores a 20 cm (no se utilizaron en el análisis los agujeros catalogados como pequeños) después de cada calado. No se encontraron diferencias significativas entre las tres categorías de redes ( $p > 0.08$ ;  $F = 3.196$ ). La media de nuevos agujeros en cada una de las piezas (50 metros) osciló entre 2 y 6; resultando un total de entre 120 y 360 agujeros nuevos si se extrapola a los 3000 metros de red que utiliza cada barco. Un total de 407 agujeros (mayores de 20 cm) se contabilizaron para el total de los 1400 metros de red recontados y remarcados entre las tres embarcaciones.



**Figura 4.12** Agujeros nuevos encontrados en los distintos tipos de redes

En cuanto a la posición de los agujeros en la red, se examinaron sólo los de más de 20 cm de diámetro, entendiendo que agujeros más pequeños no podían ser atribuidos a los delfines. El número total de agujeros que se encontraron en las distintas zonas de la red (inferior, medio y superior) indicó que la mayoría de éstos eran de mediano tamaño (entre 20 y 40 cm) y se encontraban en la zona inferior de la red, la más próxima a la relinga de plomos. (Tabla 4.4).

	Inferior	Medio	Superior	Total
Agujeros medianos (entre 20cm y 40 cm)	144	93	46	<b>283</b>
Agujeros grandes (>40 cm)	81	23	11	<b>115</b>
<b>Total</b>	<b>225</b>	<b>116</b>	<b>57</b>	<b><u>398</u></b>

**Tabla 4.4** – Agujeros encontrados en las redes de pesca de salmonete en distintas zonas de la red

#### Presencia de delfines alrededor de las redes

Durante los 28 embarques realizados en esta campaña se observó sólo en una ocasión un grupo de dos delfines alimentándose en las redes mientras se procedía a la recogida. Cabe destacar que esta observación se realizó en redes equipadas con *pingers* no-funcionales

#### 4.6.2.1.2 Campaña “Moll - 01”

Entre el 19 de setiembre y el 13 de octubre del año 2001 se realizaron 55 embarques en tres barcos distintos, que por motivos logísticos no pudieron ser los mismos que los de la campaña Moll-00. En total se controlaron 63,25 km de red (tabla 4.5). La distribución de los calados (figura 4.13) fue un poco diferente a la de la anterior campaña. Debido a que esta campaña fue algo más temprana (a mediados de setiembre), la bonanza meteorológica permitió que los barcos salieran a calar más lejos de costa, y las operaciones pesqueras dentro de la bahía fueron escasas.

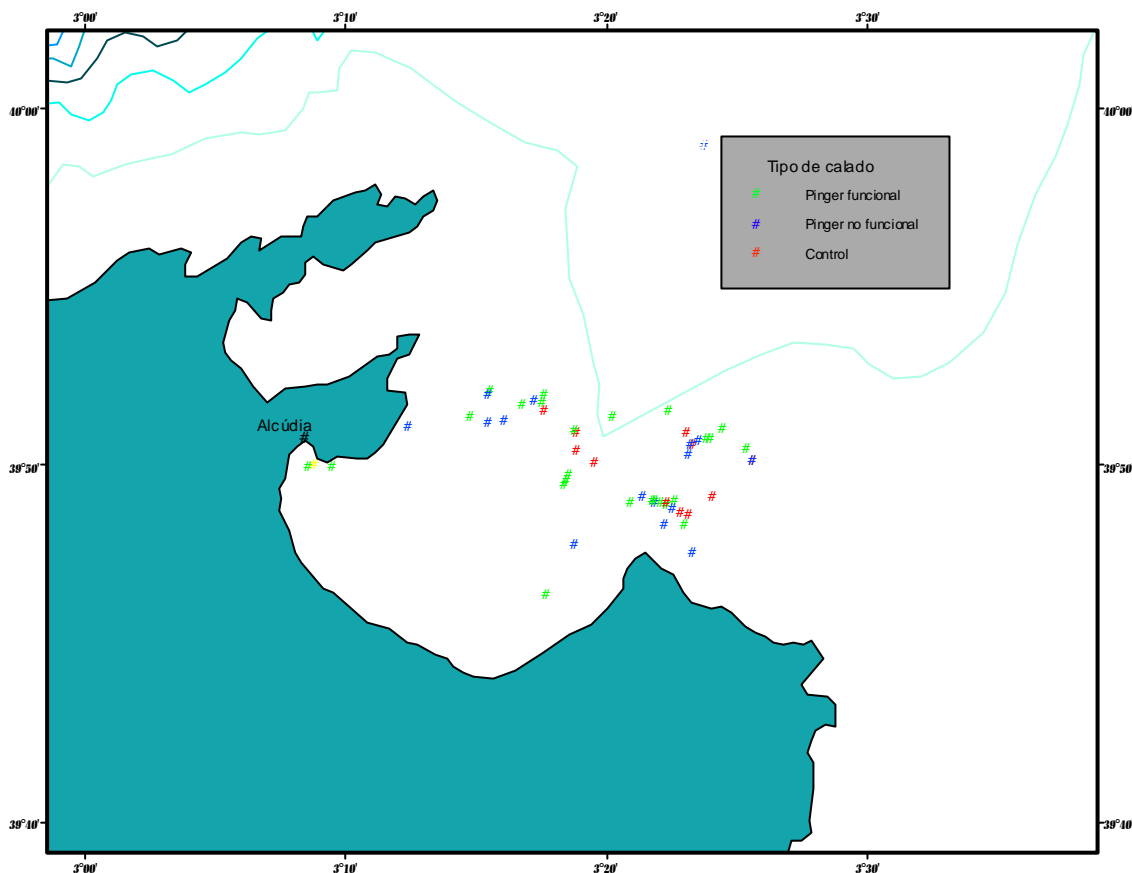
Moll-01	
Nº calados	55
<u>Kilómetros de red controlados</u>	
<i>Pingers</i> funcionales	30.5
<i>Pingers</i> no funcionales	19.4
Control	13.35
Total	63.25

**Tabla 4.5** Esfuerzo realizado en la campaña “Moll-01”

#### Efectividad pesquera de las embarcaciones controladas

No se han observado diferencias significativas ( $F=1.352$ ,  $p>0.05$ ) entre las capturas de salmonete de los tres barcos (independientemente del tipo de *pinger* utilizado). La media de capturas de las tres embarcaciones especificada como Kg de salmonete por cada 50 metros de red fue de  $0.65 \text{ Kg} \pm 0.56$



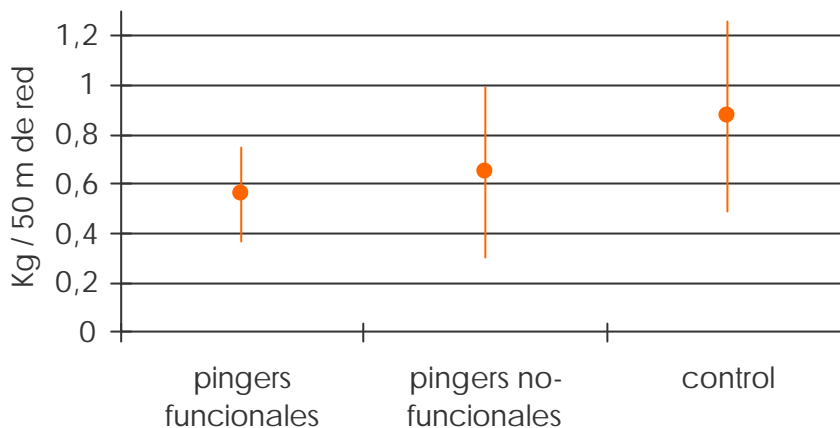


**Figura 4.13.** Posición de los calados controlados en la campaña “Moll-01” en relación al tipo de *pinger* que llevaban las redes

Efecto del uso de *pingers* sobre la especie objetivo de la pesquería

La figura 4.14 muestra las capturas de salmonete (kg de salmonete/50metros de red) para cada una de las redes monitoreadas (media e intervalos de confianza del 95%). Se han diferenciado las capturas para cada uno de los tipos de red controlados, esto es, *pingers* funcionales, *pingers* no-funcionales y redes control. En la figura 4.14 puede observarse una leve disminución en la media de capturas de las redes que utilizaron *pingers* activos; no obstante, las diferencias encontradas no fueron significativas ( $p > 0.05$ ;  $F = 1.352$ ). El uso de *pingers* en las redes no ha tenido ningún efecto sobre la pesquería de salmonete.

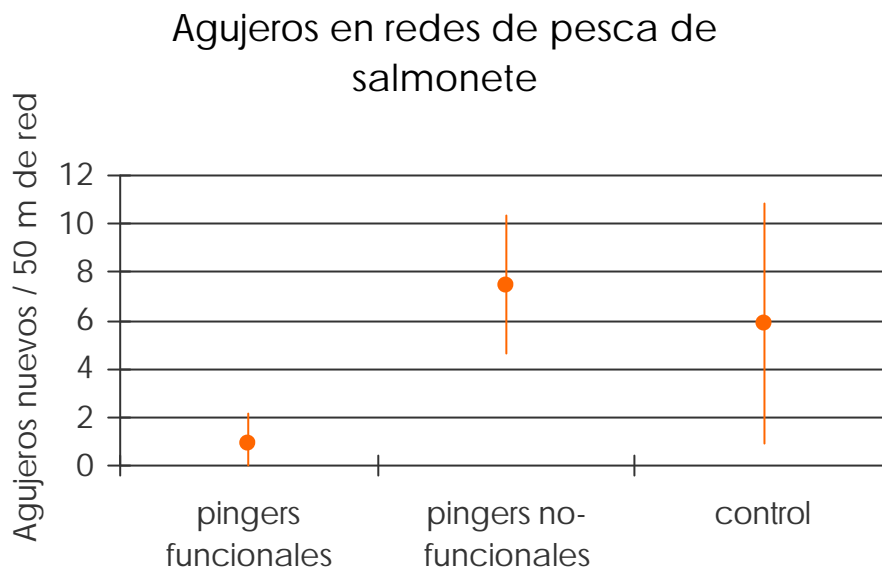
### Capturas de salmonete



**Figura 4.14** – Captura de salmonete en distintos tipos de redes

### Presencia de nuevos agujeros o cualquier otro tipo de daño en las redes después de cada calado

Después de cada operación pesquera se realizó un recuento diario de los agujeros mayores de veinte centímetros. En la anterior campaña también se contabilizaron los menores de veinte centímetros pero, al ser desestimados en los análisis, esta vez se optó por hacer el recuento de agujeros únicamente a partir de este diámetro. El número medio de agujeros nuevos encontrados en cada pieza de red (50 metros) fue de  $5.38 \pm 4.3$  (rango: 1 – 26). En total se contaron entre las tres embarcaciones 357 agujeros nuevos en los 750 metros de red. Sólo un 24% de los agujeros observados fueron mayores de 40 cm de diámetro. Las redes equipadas con *pingers* resultaron menos dañadas que las equipadas con *pingers* no funcionales o las redes control ( $F=10.390$ ,  $p<0.05$ ) (Figura 4.15). Por otro lado, los conteos de más de 10 agujeros nuevos por pieza se observaron en solo 17 ocasiones. Como veremos en el siguiente apartado, en el 82,3% de estas ocasiones se observó durante la operación pesquera predación en las redes por parte de los delfines.



**Figura 4.15** – Agujeros nuevos encontrados en los distintos tipos de redes

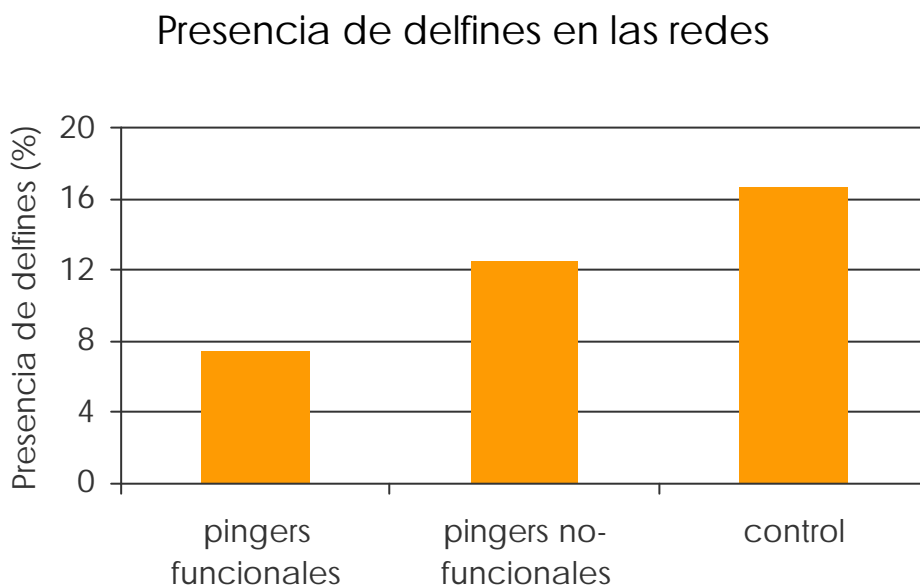
La mayoría de los agujeros eran de pequeño tamaño (entre 20 y 40 cm) y situados en la zona inferior de la red ( tabla 4.6) al igual que se había detectado en la campaña anterior

	Inferior	Medio	Superior	Total
Agujeros pequeños (entre 20cm y 40 cm)	70	61	28	<b>159</b>
Agujeros mediano grandes (entre 40cm y 60 cm)	40	49	23	<b>112</b>
Agujeros grandes (> 60 cm)	47	21	18	<b>86</b>
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>131</b>	<b>69</b>	<b><u>357</u></b>

**Tabla 4.6**– Agujeros encontrados en las redes de pesca de salmonete en distintas zonas de la red

Presencia de delfines alrededor de las redes

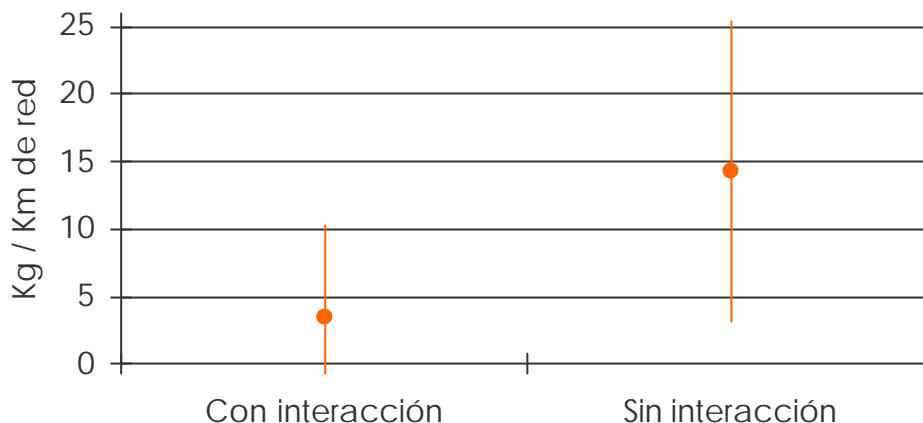
En siete de las 55 operaciones pesqueras se avistaron delfines durante la maniobra de recogida. Cuando se consideran estos avistamientos y las observaciones directas de pescado mordido o medio comido en la red, la predación por parte de delfines se estima en un 10.9% de las operaciones controladas. De éstas, el 7.4% tuvo lugar en redes equipadas con *pingers* funcionales, 12.5% en redes con los *pingers* no funcionales y el 16.6% en las redes control (Figura 4.16).



**Figura 4.16**– Presencia de delfines en cada uno de los tipos de redes controlados

Además, se observa que, cuando se registraron interacciones con los delfines, la captura de salmonete disminuyó. El peso medio de la captura de salmonete fue significativamente menor cuando se observaron delfines en las redes que cuando estuvieron ausentes. ( $F=5.39$ ,  $p=0.024$ ) (Figura 4.17)

## Capturas de salmonete relacionadas a la interacción con delfines



**Figura 4.17** Captura de salmonete con relación a las interacciones con delfines

En esta campaña se detectaron diferencias significativas en las cantidades de pescado capturado entre las embarcaciones que habían tenido alguna interacción con los delfines y las que no. De esta manera, se ha podido evaluar el daño económico (DE) de esta pérdida utilizando la fórmula propuesta por Lauriano et al (2001):

$$DE = P * l * F * \text{días} * p$$

Dónde : (P) es la media de los kg de especie objetivo perdido por km de red, (l) media de la longitud de las redes utilizadas diariamente por cada pescador, (F) frecuencia de interacción con los delfines, (días) días de actividad pesquera para la especie objetivo i (p) precio de venta de los pescadores.

En nuestro caso, y para la pesquería de salmonete en el puerto de Alcudia, el daño económico de cada embarcación por la pérdida de captura de salmonete en el período setiembre - diciembre ha sido:

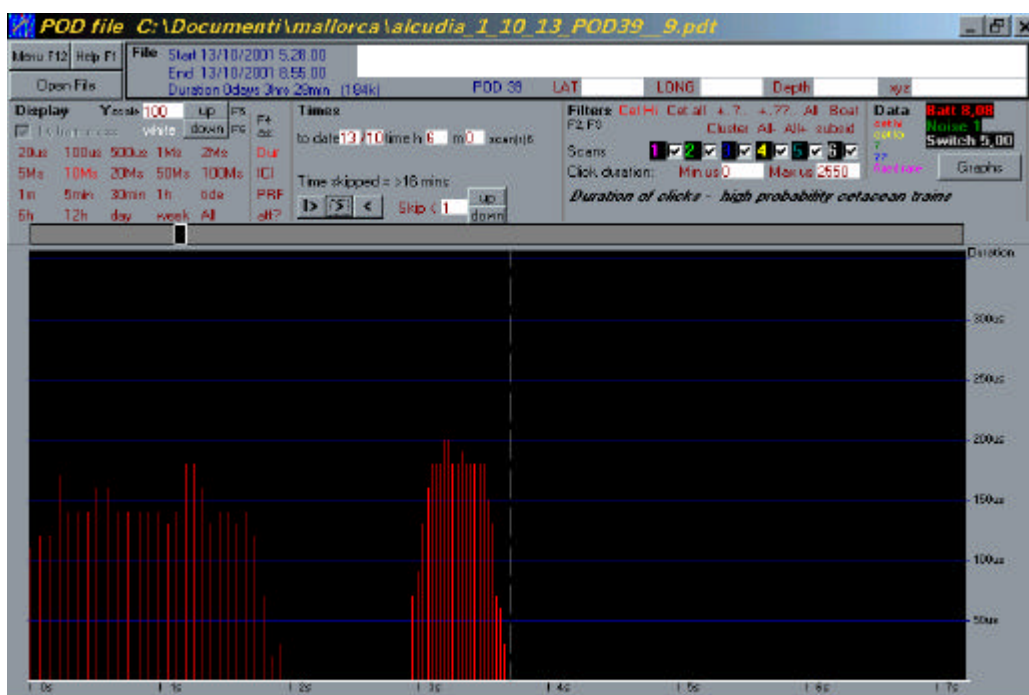
$$DE = 10.85 * 2.24 * 0.1 * 30 * 6 = 437.5 \text{ Euros}$$

A esta cantidad se le debe añadir el coste derivado de los daños producidos a las redes, que no ha podido ser evaluado.

### Información aportada por el POD

El POD fue colocado en la relinga de corchos y aproximadamente en la mitad del juego de redes (entre 15-20 paños) del barco sometido a control. El POD fue rotando entre los barcos dependiendo del tipo de *pinger* con el que se habían equipado las redes. De esta manera se intentó que el POD registrara la presencia de delfines en las tres condiciones de muestreo monitoreadas: con *pingers* activos, inactivos y control.

Después de cada operación, la información del POD se descargó en un ordenador portátil y, con la ayuda de software específico, se contabilizó el número de *clicks* producidos por delfines y se determinaron los protocolos de muestreo óptimos (Figura 4.18).



**Figura 4.18.-** Software utilizado para el procesamiento de los datos registrados por el POD

Trece operaciones de pesca fueron controladas por el POD, cada una de aproximadamente 4 horas. lo que resultó en un total de 47,45 horas de registros. La Tabla 4.7 resume los resultados obtenidos para cada operación controlada.

En siete ocasiones los observadores a bordo del barco de pesca avistaron delfines en los alrededores de las redes durante la maniobra de recogida (siempre se trató de avistamientos de delfín mular). En tres de estos casos, el hecho de observar peces mordidos en las redes o el resultado de los conteos de nuevos agujeros sirvió para determinar predación por parte de los delfines.

El POD detectó *clicks* de ecolocalización en siete de las operaciones monitoreadas. En seis de ellas los delfines fueron avistados cerca de las redes y en tres se observaron daños en las redes (*interacción* en la tabla 4.7) después de la inspección de nuevos agujeros en los conteos realizados en el puerto.

Calado	Avistamiento	Interacción	Delfines detectados por el POD	Numero clicks detectados	Numero clicks por hora	Series de clicks Detectados	Series de clicks por hora
1	Si	No	No	0	0	0	0
2	No	No	Si	264	104.21	9	3.55
3	Si	No	Si	280	88.42	9	2.84
4	No	No	No	0	0	0	0
5	Si	Si	Si	138	54.47	4	1.58
6	Si	Si	Si	615	155.04	21	5.29
7	No	No	No	0	0	0	0
8	No	No	No	0	0	0	0
9	Si	Si	Si	645	186.06	29	8.36
10	Si	No	Si	17	3.91	1	0.23
11	Si	No	SI	117	36.37	4	1.24
12	No	No	No	0	0	0	0
13	No	No	No	0	0	0	0

**Tabla 4.7.-** Relación de los calados en los que se ha utilizado el POD y los resultados obtenidos

El número medio de *clicks* de ecolocalización por hora es mayor cuando se observa predación en las redes ( $135.9 \pm 742$ ) que cuando no se registra ninguna interacción ( $57.92 \pm 46$ ).

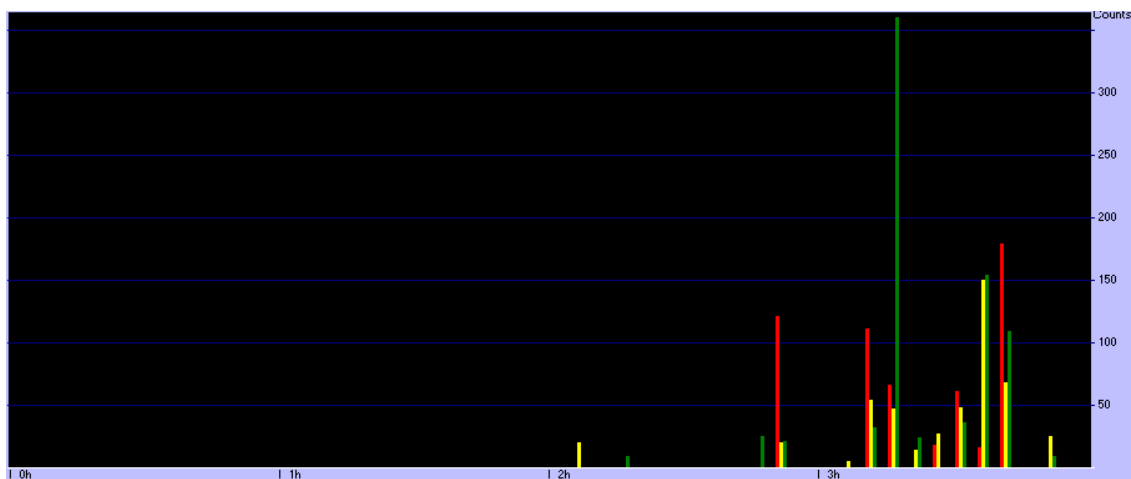
Los *clicks* aparecen en series (“*click trains*”) y el número de *clicks* en cada serie ha resultado parecido en las dos situaciones: cuando se observa predación, el número medio de *clicks* es de  $28.67 \pm 6.15$ , mientras que cuando no se observa el número de *clicks* por serie es de  $26.67 \pm 6.50$ .

En cuatro de las operaciones, la actividad de los delfines en las proximidades de las redes se detectó al poco tiempo de finalizar la maniobra de calado, mientras que en otras ocasiones los delfines aparecieron unas 2 horas y media después de haber calado. Estos datos sugieren que en el primero de los casos los delfines podían encontrarse en las áreas de pesca o pudieron ser atraídos por el ruido producido por los barcos durante la maniobra de calado.

Los daños observados en las redes no han tenido ninguna relación con la hora a la que los delfines han llegado a los caladeros.

En cuanto a la evaluación de los distintos protocolos programados para la toma de datos, todos ellos registraron *clicks* de ecolocalización. No obstante, uno de ellos (protocolo IV) ha proporcionado mejores resultados ya que ha permitido excluir de manera más efectiva los sonidos ultrasónicos no provenientes de cetáceos, como pueden ser los producidos por el sonar de los barcos de pesca y/o el movimiento de la arena del fondo (Figura 4.19). El *hardware* para este protocolo ha sido programado con dos filtros, el A (frecuencia de los *click*) y el B (frecuencia comparativa); las frecuencias centrales han sido 50 y 80 kHz respectivamente; la agudeza del filtro A ha sido 5 y la del filtro B ha sido 9.





**Figura 4.19.-** Series de *clicks* registrados por el POD utilizando el protocolo de muestreo IV. Esta grabación corresponde al periodo de 4 horas de una operación pesquera realizada en el Puerto de Alcudia el 15 de Octubre de 2001

#### 4.6.2.2 Pesquería de sepia

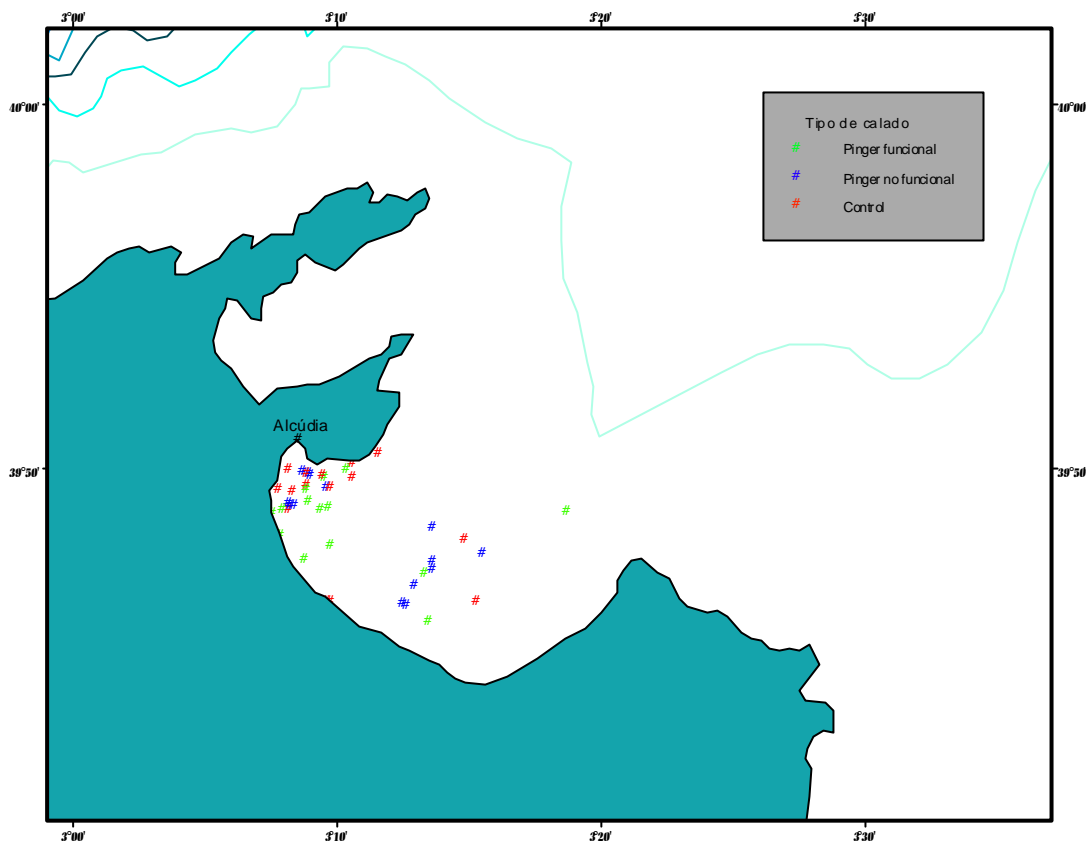
La pesquería de sepia ha sido controlada desde dos puertos distintos. Una primera campaña (“Sipia-01”) se llevó a cabo desde el Puerto de Alcudia; en ella se utilizaron dos de los barcos que anteriormente habían colaborado con la campaña del salmonete. Para la segunda campaña (“Sipia-02”), se escogió el puerto menorquín de Ciutadella. La pesquería de la sepia difiere notablemente de la del salmonete en que las redes se calan por la tarde de un día, se vuelve a puerto, y no se recogen hasta la mañana del día del día siguiente. A diferencia de la pesquería de salmonete, la pesquería de sepia se caracteriza por caladeros más cercanos a costa. El tipo de trasmallo utilizado para la sepia es de mayor luz de malla (50mm) que el de salmonete (25 mm). En el Puerto de Alcudia, los barcos utilizan una media de 62 piezas de red de 50 metros cada una, mientras que en Ciutadella la media de piezas por barco es de 37. Las características de las redes de sepia permiten que la pesca consiga otras piezas de elevado valor comercial, como escórporas, rascacios, dentones y diversos espáridos. Como se ha mencionado en el apartado 4.6.1, la interacción que se produce entre la pesquería de sepia y los delfines mulares es debida a estas capturas adicionales, ya que la sepia en sí misma no constituye una presa principal en la dieta de los delfines.

#### 4.6.2.2.1 Campaña “Sipia - 01”

La campaña de Puerto de Alcudia se llevó a cabo entre el 18 de febrero y el 9 de marzo de 2001. Se controlaron 54 operaciones pesqueras, lo que supuso un total de 69 km de red estudiados (ver tabla 4.8). Todos los calados se localizaron dentro de la bahía de Alcudia (Figura 4.20) ya que, según los pescadores, la sepia prefiere aguas más superficiales y en la zona de contacto de las praderas de *Posidonia* con los bancos arenosos. Durante el período en que se realizó esta campaña las condiciones meteorológicas no fueron demasiado buenas por lo que en general los calados fueron muy próximos a costa.

Sipia-01	
Nº calados	54
<u>Kilómetros de red controlados</u>	
Pingers funcionales	23.1
Pingers no funcionales	21.3
Control	25
Total	69.4

**Tabla 4.8** Esfuerzo realizado en la campaña “Sipia - 01”



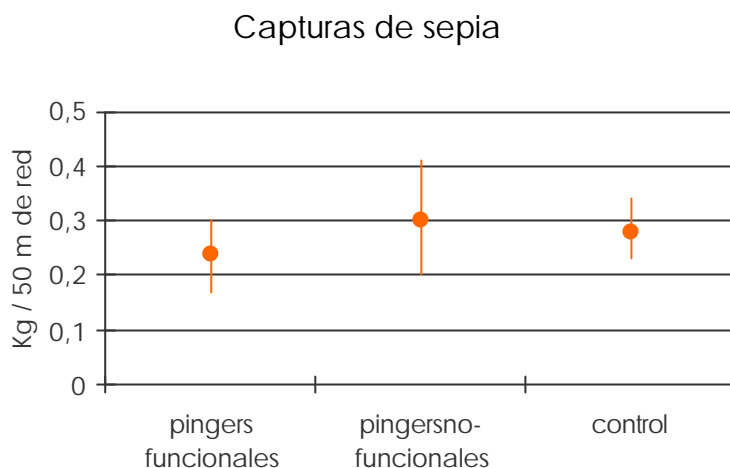
**Figura 4.20.** Posición de los calados controlados en la campaña “Sipia-01” en relación con el tipo de pinger que llevaban las redes

### Efectividad pesquera de las embarcaciones controladas

No se han observado diferencias significativas ( $F=1.00$ ,  $p>0.05$ ) entre las capturas de sepia de los tres barcos (independientemente del tipo de *pinger* utilizado). La media de capturas de las tres embarcaciones fue de  $0.28 \text{ kg} \pm 0.13$  por cada 50 metros de red.

### Efecto del uso de *pingers* sobre la especie objetivo de la pesquería

La figura 4.21 muestra las capturas de sepia en cada pieza de red (kg de sepia/ 50 metros de red) para cada una de las redes controladas (media e intervalos de confianza del 95%). No se observaron diferencias significativas entre los tres juegos de redes controlados ( $F=0.828$ ,  $p>0.05$ ).

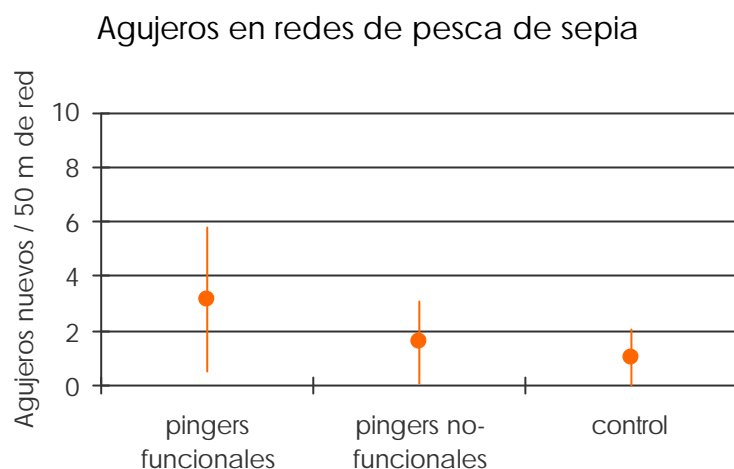


**Figura 4.21** – Captura de sepia en distintos tipos de redes

En esta campaña se tomaron también los pesos de distintas especies (*a priori* presas de los delfines) para determinar la incidencia de los *pingings*. Los resultados no presentaron diferencias significativas en ninguna de las especies: Dentones *Dentex dentex* ( $p= 0.7$ ;  $F=0.336$ ), Sargos *Diplodus sp* ( $p= 0.9$ ;  $F= 0.106$ ), Salmonete ( $p= 0.8$ ;  $F= 0.223$ ), Pulpos *Octopus vulgaris* ( $p= 0.5$ ;  $F= 0.695$ )

#### Presencia de nuevos agujeros o cualquier otro tipo de daño en las redes después de cada calado

La figura 4.22 nos muestra el número medio de agujeros nuevos encontrados en cada pieza después de cada calado. Se observa una media de  $1.9\pm 2.1$  agujeros en cada 50 metros (rango entre 0 y 7). Aunque las redes equipadas con *pingings* funcionales parecen mostrar un número más alto de agujeros nuevos, no se encontraron diferencias significativas ( $p=0.12$ ) entre éstas y los otros dos tipos de redes. Un total de 34 nuevos agujeros mayores de 20 cm se contabilizaron en los 750 metros de red de las tres embarcaciones.



**Figura 4.22** – Agujeros nuevos encontrados en los distintos tipos de redes

El número de agujeros encontrados en las redes fue mucho menor que en la campaña de salmonete. Como se ha mencionado anteriormente, los pescadores dejaron algunas piezas de red nuevas para la campaña que empezó en Febrero de 2001 y, debido a esto, los agujeros producidos pudieron ser detectados con mayor facilidad. En la tabla 4.9 se puede ver que la mayoría de agujeros fueron de medio tamaño, y siempre en las zonas de la red media e inferior.

	Inferior	Medio	Superior	Total
Agujeros medianos (entre 20cm y 40 cm)	11	13	6	<b>30</b>
Agujeros grandes (>40 cm)	1	2	1	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b><u>34</u></b>

**Tabla 4.9** – Agujeros encontrados en las redes de pesca de sepia en distintas zonas de la red.

Presencia de delfines alrededor de las redes

No se observaron delfines durante las maniobras de calado y recogida en ninguna de las 45 operaciones de pesca controladas.

4.6.2.2.1 Campaña “Sipia - 02”

La segunda campaña de control y seguimiento de pesquería de sepia se llevó a cabo desde el puerto de Ciutadella, al oeste de la isla de Menorca, en el período comprendido entre el 28 de febrero y el 19 de marzo de 2002. Para el estudio también se contó con la colaboración de tres embarcaciones. Las operaciones controladas fueron 57 (ver tabla 4.10). Los calados se distribuyeron por la bahía de Ciutadella hasta Punta Nati al norte, y Cap d’Artrutx al sur (ver figura 4.23) y, al igual que con la pesquería de sepia del año anterior, los calados se caracterizaron por su proximidad a costa.

Sipia-02	
Nº calados	57
<u>Kilómetros de red controlados</u>	
<i>Pingers</i> funcionales	18.5
<i>Pingers</i> no funcionales	14.65
Control	19.75
Total	52.9

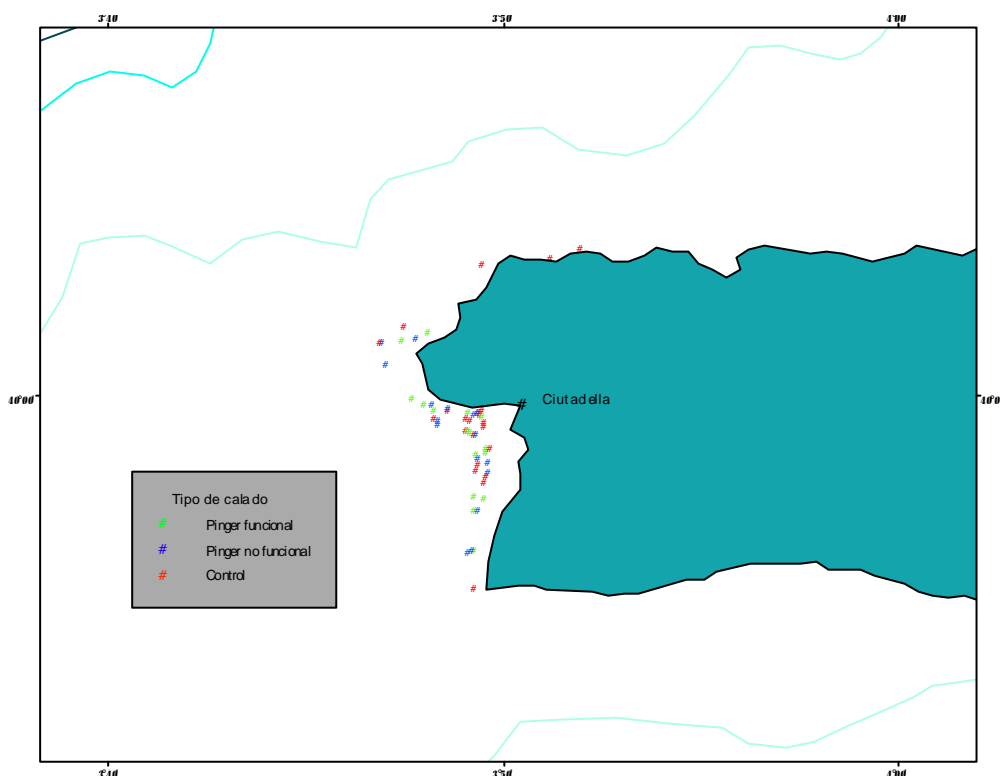
**Tabla 4.10** Esfuerzo realizado en la campaña “Sipia - 02”

Efectividad pesquera de las embarcaciones controladas

No se han observado diferencias significativas ( $F=3.043$ ,  $p>0.05$ ) entre las capturas de sepia de los tres barcos (independientemente del tipo de *pinger* utilizado). La media de capturas de las tres embarcaciones fue de  $0.32 \text{ kg} \pm 0.16$  por cada 50 metros de red.

Efecto del uso de *pingers* sobre la especie objetivo de la pesquería

La figura 4.24 muestra la media (e intervalos de confianza del 95%) de kilos de sepia por cada 50 metros de red. No se han observado diferencias significativas entre ninguno de los tres tipos de redes controlados. ( $F=0.372$ ,  $p>0.05$ ). La pesquería de sepia en Ciutadella ha resultado ser mucho más selectiva que en Puerto de Alcudia, y por esta razón la diversidad de capturas no ha permitido hacer un análisis sobre el efecto de los *pingers* sobre otras especies.



**Figura 4.23.** Posición de los calados controlados en la campaña “Sipia-02” con relación al tipo de pinger que llevaban las redes

### Capturas de sepia

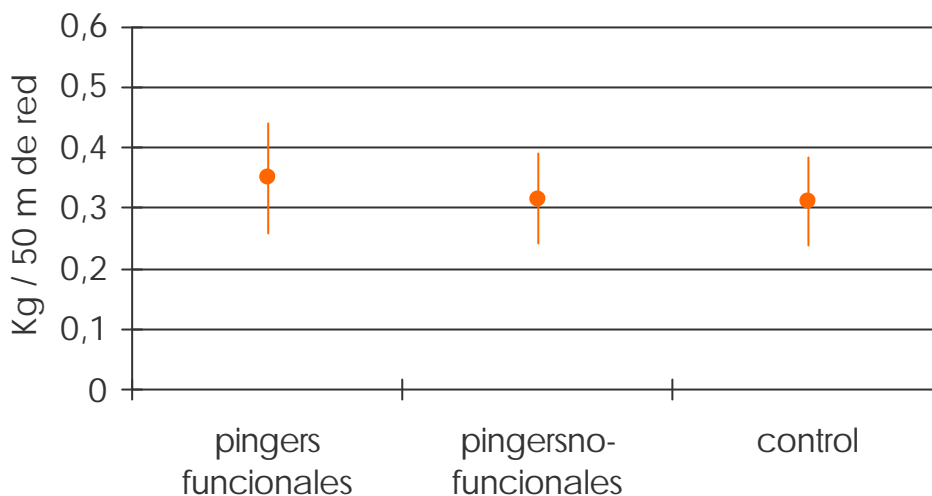


Figura 4.24 – Captura de sepia en distintos tipos de redes

### Presencia de nuevos agujeros o cualquier otro tipo de daño en las redes después de cada calado

La figura 4.25 nos muestra el número medio de agujeros nuevos encontrados en cada pieza después del calado. Se observa una media de  $4.0 \pm 4.5$  agujeros en cada pieza de 50 metros (rango entre 0 y 24). Aunque las redes equipadas con *pingers* no funcionales parecen mostrar un número más alto de agujeros nuevos, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ,  $F = 0.607$ ) entre éstas y los otros dos tipos de red. Se contabilizaron un total de 122 agujeros nuevos (en un total de 750 metros de red controlados) durante el período de la campaña.

### Agujeros en redes de pesca de sepia

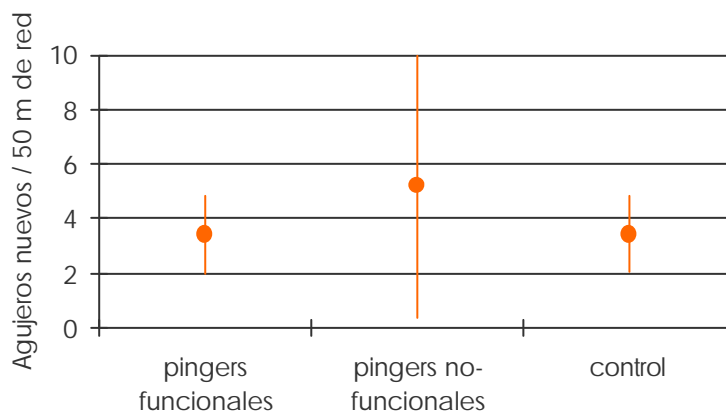


Figura 4.25 – Agujeros nuevos encontrados en los distintos tipos de redes



El número de agujeros encontrados en las redes fue mayor que el encontrado en la anterior campaña (“Sipia-01”) aunque inferior al número de agujeros registrado en las campañas de salmonete. En la tabla 4.11 se puede ver que la mayoría de agujeros fueron de medio tamaño y, a diferencia de las otras campañas, se situaron en el tramo medio de la red.

	Inferior	Medio	Superior	Total
Agujeros medianos (entre 20cm y 40 cm)	33	57	12	102
Agujeros grandes (>40 cm)	6	9	5	20
Total	39	66	7	<u>122</u>

**Tabla 4.11** – agujeros encontrados en las redes de pesca de sepia en distintas zonas de la red.

#### Presencia de delfines alrededor de las redes

Sólo se observaron delfines cerca de las redes en cuatro de las 57 operaciones controladas. Los avistamientos se produjeron siempre durante la maniobra de recogida de las redes. Los datos no permiten establecer si la captura de especie objetivo se redujo debido a la presencia de delfines, tal como se observó en la campaña del salmonete.

## **4.7 Conclusiones y recomendaciones**

Al inicio de este proyecto existían dudas acerca de la utilidad de los *pingers* como medida para evitar que los delfines se acercaran a las redes de pesca. Por un lado, había la posibilidad de que se produjera el efecto contrario, es decir, podía ocurrir que los ultrasonidos emitidos por estos sistemas acústicos indicaran a los delfines dónde se encontraban las redes, facilitando su acercamiento a las mismas. Por otra parte, también existía la posibilidad de que dichos ultrasonidos tuvieran algún efecto en las especies objetivo y disminuyeran las capturas de las especies objetivo de pesca. Ambos supuestos provocaron en un principio desconfianza entre los pescadores involucrados en el estudio.

Los resultados de este proyecto demuestran que los *pingers* no afectan las capturas de especies objetivo, ni incrementándolas ni disminuyéndolas ( ver apartado 4.62, Figuras 4.11, 4.14, 4.21 y 4.24). A la vista de estos resultados, los *pingers* han de ser considerados como elementos pasivos de las redes de pesca. Este hecho de particular relevancia para convencer a los pescadores a usar aparatos acústicos como medio para reducir la predación por delfines.

Por otro lado, en las pocas ocasiones en las que se han visto delfines cerca de las redes no parece que se haya dado el efecto de atracción hacia las redes debido a la propia señal acústica del *pinger* (Goodson & Mayo,1995). Más bien al contrario, los resultados de la campaña “Moll-01” muestran que la presencia de delfines en las redes se ha reducido en un 44% cuando éstas iban equipadas con *pingers* funcionales en relación a cuando no lo iban (ver figura 4.16). Por este motivo, la atracción debida a los ultrasonidos debe, al menos en este caso, ser descartada.

En los casos en que se ha podido determinar la predación en las redes por parte de los delfines (cuando se han avistado durante la operación pesquera o cuando se ha encontrado pescado medio comido o restos de pescados enmallados), los recuentos de nuevos agujeros ha sido mayor y, en el caso del salmonete, las capturas han disminuido (ver figura 4.17).

No obstante, algunos de los nuevos agujeros que han aparecido en las redes no pueden asociarse a la interacción con los delfines, sino a la propia maniobra de calado y recogida de la red. Paralelamente, el estudio del tamaño y posición de los agujeros ha mostrado que la mayoría de éstos eran de tamaños comprendidos entre 20 y 40 cm y situados en la parte baja de la red (sectores medio e inferior), zonas más proclives a engancharse con el sustrato o con la propia relinga plomada del trasmallo, como puede observarse en la figura 4.24.



**Figura 4.24** Agujero en la parte inferior de la red (se observa la relinga de plomos). Estos agujeros son frecuentes y son atribuidos a la propia actividad de pesca.

Respecto a los agujeros atribuidos a los delfines, se comprobó que las redes equipadas con *pingers* sufrieron menos daños, y redujeron en un 15% el número de agujeros, en comparación con las redes equipadas con *pingers* no funcionales o con las redes control (ver figura 4.15). No obstante, ha resultado muy difícil poder atribuir los desperfectos encontrados en las redes a la acción predatoria de los delfines. Sólo en muy pocos casos (7.14% de los casos en la pesquería de salmonete y 0.9% en la pesquería de sepia) ha podido establecerse esta relación, por lo que la evaluación de los daños producidos en las redes debería estandarizarse, ya que los mismos pescadores no se ponen de acuerdo ni en qué tipo de agujeros son los producidos por los delfines, ni tampoco en las causas por las que aparecen restos de peces comidos enmallados en las redes (si se deben a delfines, pulpos, morenas....).

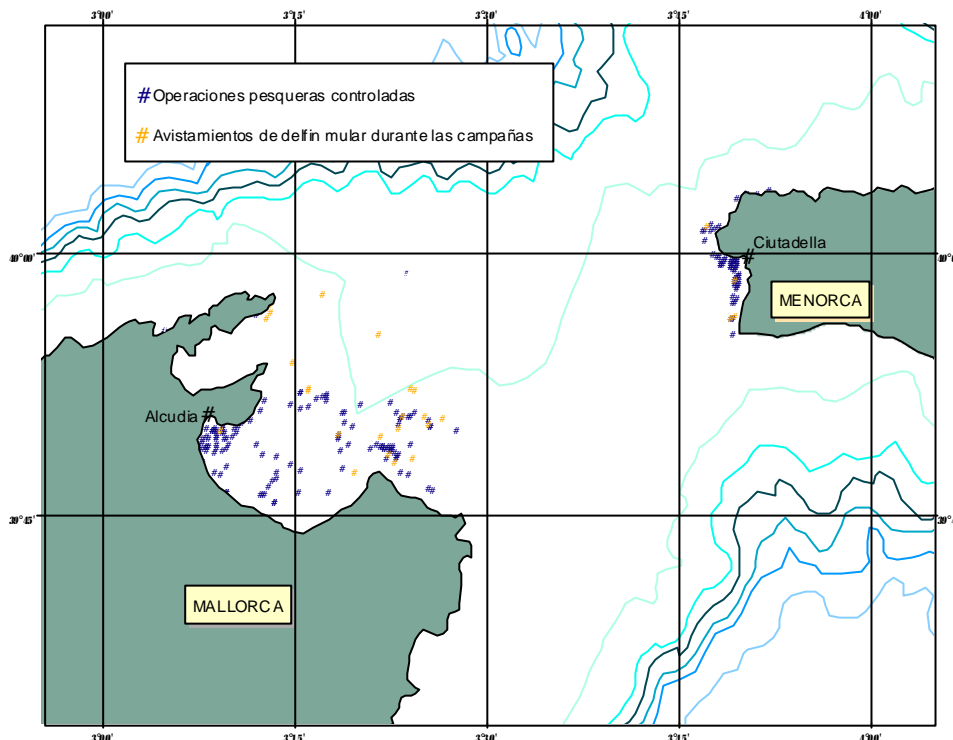
Durante este estudio se ha puesto de manifiesto la necesidad de desarrollar una metodología que permita determinar la interacción de los delfines con los artes de pesca de la manera más objetiva posible, procurando no tener que recurrir a técnicas indirectas, como los recuentos de agujeros o el peso de las capturas. Por esta razón, la utilización del POD como método para controlar la presencia de delfines alrededor de las redes cuando la observación visual no es posible, se ha demostrado muy útil.

Los resultados obtenidos con el POD han permitido categorizar la actividad de predación de los delfines en las redes. Se ha determinado que los *clicks* de ecolocalización son más frecuentes cuando los delfines están comiendo de las redes que cuando sólo nadan o navegan por los alrededores de éstas. Tanto la pesquería de salmonete como la de sepia se realizan durante la noche. La logística de la pesquería no permite que se puedan realizar observaciones visuales de los delfines debido a la falta de luz. No obstante, los datos registrados por el POD han permitido determinar que los delfines llegan a las redes poco después de terminar con la maniobra de calado. Estos resultados sugieren que los delfines ya se encontraban en la proximidad de los caladeros o bien que han sido atraídos por el ruido producido por el motor y el arte de pesca durante la maniobra de calado.

El POD ha demostrado ser útil como identificador indirecto de la presencia de delfines. No obstante, sería recomendable profundizar más en el estudio de caracterización de los *clicks* de ecolocalización y en la relación existente entre los patrones de ecolocalización de los delfines y la predación en las redes

Indistintamente del grado de interacción que pueda producirse entre pescadores y delfines, lo que sí se ha puesto en evidencia es el grado de solapamiento entre los caladeros de los pescadores (para ambas pesquerías) y la distribución de delfín mular. En la figura 4.25 se muestran los avistamientos realizados durante las campañas de pesca y las posiciones de las operaciones pesqueras. En la zona de Ciutadella (Menorca) los caladeros para sepia se localizaban muy cerca de costa y aún así, el solapamiento con grupos de delfín mular es notable. En la zona de Alcudia (Mallorca) la mayoría de los grupos de delfines se localizaron en la zona externa de la bahía de Alcudia, aunque también se hicieron algunos avistamientos dentro de ésta y muy cerca de la costa. Las operaciones para la pesca de sepia se realizaron dentro de la bahía de Alcudia, y por eso la interacción con delfines fue menor. No obstante, los caladeros para la pesquería de

salmonete se localizan en la parte más externa de la bahía, e incluso fuera de ésta, solapándose en gran medida con la zona de distribución del delfín mular en el área.



**Figura 4.25.** Avistamientos de delfín mular y operaciones de pesca controladas durante el proyecto.

Por último, sería recomendable determinar el número de delfines mulares distribuidos en el área de estudio y, en particular, el número de aquéllos que predan en las redes. De esta manera, podría valorarse mejor el impacto de los daños ocasionados en las redes y las muertes deliberadas de delfines de la población involucrada en dicha interacción.

Aunque los *pingers* generalmente se aplican para prevenir el enmallamiento involuntario de los cetáceos en los artes de pesca, los resultados de este estudio han indicado que también pueden reducir el daño causado por la predación de los delfines en las redes. Además los pescadores que han colaborado en el estudio confían en la utilización de estos aparatos como solución a mitigar sus problemas con los delfines. Por tanto han de ser considerados una alternativa y un método mucho menos invasivo que

otras soluciones acústicas como los AHD (*acoustic harassment devices*), y su utilización debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar los planes de gestión del delfín mular.

No obstante, en la aplicación de los *pingers* o de cualquier otro tipo de mecanismos disuasivos que impliquen la producción de sonidos hay que tener en cuenta que en sí mismos no son más que equipos generadores de contaminación sónica. Su uso indiscriminado y extensivo podría llegar a inhabilitar zonas enteras para el uso del delfín mular y, potencialmente, otras especies sensibles a la contaminación por sonidos. Dado que el delfín mular es una especie protegida, este tipo de equipos debería utilizarse únicamente de forma regulada y en los casos en que su uso resultase de modo indiscutible en una mejora en el estado de conservación de la especie. En este sentido, y viendo la situación actual en aguas del norte de Europa, donde la utilización de los *pingers* para la exclusión de las marsopas de las redes de pesca se ha extendido ampliamente entre diversas operaciones pesqueras, se recomienda encarecidamente que se establezca con la mayor celeridad una normativa específica que impida la utilización de éstos y otros equipos sónicos sin una autorización previa de las autoridades de conservación competentes. Asimismo, su utilización en áreas protegidas debería estar por mayor motivo estrechamente vigilada.

#### **4.8 Referencias bibliográficas**

- Anónimo. 2001. Report of the Workshop on Interactions between Dolphins and Fisheries in the Mediterranean: Evaluation of Mitigation Alternatives. Ed: Reeves, R.; Read, A. and Notarbartolo di Sciara, G. ICRAM 4-5 May. Roma, Italia
- Au, W.W.L. 1994. Sonar detection of gillnets by dolphins: theoretical predictions. Rep. Int. Whal. Comm. (spec. Issue), 15: 565-571
- Burns, R. J. 1983. Coyote predation aversion with lithium chloride: management implications and comments. Wildlife Society Bulletin 11:128-133.
- Busnel, R.G. 1973. Symbiotic relationship between man and dolphins. New York Academy of Sciences 35 (2): 112-131.
- Campredon, P. 2000. Entre le Sahara et L'Atlantique, Le Parc National du Banc d'Arguin. FIBA, la Tour du Valat, Arles, France. pp.124

- Corkeron, P.J.; Bryden, M.M. & Hedstrom, K.E. 1990. Feeding by bottlenose dolphins association with trawling operations in Moreton Bay, Australia. P:329-336. In: S.Leatherwood & R.R. Reeves (Eds). The Bottlenose Dolphin. San Diego, CA, Academic Press Inc.
- Culik, T. Koschinski J, Tregenza N and Ellis R. 2001. Reactions of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and herring (*Clupea harengus*) to acoustic alarms. Marine Ecology Progress Series. 211:255-260
- Dawson, S.M., Read, A. & Slooten, E. 1998. Pingers, porpoises and power: uncertainties with using pingers to reduce bycatch of small cetaceans. Biological Conservation, 84 : 141-146
- Dawson, S.M., Read, A. & Slooten, E. 1997. Pingers, porpoises and power: can we use acoustics to reduce entanglement? ". European Research on Cetaceans. Proceedings of the Eleventh Annual Conference of the European Cetacean Society, 11: 11-15
- Dawson, S.M..1994. The potential for reducing entanglement of dolphin and porpoises with acoustic modifications to gillnets. Rep. Int. Whal. Comm. (spec. Issue), 15: 573-578
- Fairholme , J.K.E. 1856. The blacks of Morenton Bay and the porpoises. Proceedings of the Zoological Society of London 24: 353-354
- Goodson, A.D. & Mayo, R.H. 1995. Interactions between free-ranging dolphins (*Tursiops truncatus*) and passive acoustic gill net deterrent devices. Pp. 365-379. In Sensory Saystems of Aquatic Mammals. (Eds. R.A. Kastelein, J.A. Thomas & P.E. Nachtigall). De Spil Publishers, Woerden, The Netherlands.
- Goodson, A.D. 1997. Improving acoustic deterrents to protect harbour porpoises from set gillnets. European Research on Cetaceans. Proceedings of the Eleventh Annual Conference of the European Cetacean Society, 11.
- Gunter, G. 1942. Contributions to the natural history of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Montague), on the texas coast, with particular references to food habits. Journal of Mammalogy 23 (3):267-276
- Gustavson, C.R.; Garcia, J.; Hankins, W.G. and & Rusinik, K.W. 1974. Coyote predating control by aversive conditioning. Science: 184: 581-583
- IWC.1994. Report of the International Whaling Commission workshop and symposium on the mortality of cetaceans in passive fishing nets and traps. Rep.Int. Whal. Comm (Spec. Issue), 155:6-57
- Kastelein, R.A.; Rippe, H.T.; Vaughan, N.; Schooneman, N.M.; Verboom, W.C. and De Haan, D. 2000. The effects of acoustic alarms on the behavior of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) in a floating pen. Marine Mammal Science 16 (1): 46-64.

- Kraus, S. Read, A., Anderson, E., Baldwin, K., Solow, A., Spradlin, T. & Williamson, J. 1997. Acoustic alarms reduce incidental mortality of porpoises in gill nets. *Nature*, 388: 525
- Lauriano G., Di Muccio S., Cardinali A. And Notarbartolo di Sciara G. 2001. Interactions between dolphins and small scale fisheries in the Asinara Island National Park (North-western Sardinia). ICRAM/AHD/INFO21. International Workshop – Mitigation of interactions between dolphins and fisheries through the use of Acoustic Harassment Devices: effectiveness, impact, and possible alternatives. ICRAM 4-5 May. Roma, Italia.
- Peddemors, V.M., Cockcroft, V.G. & Wilson, R.B. 1991. Incidental dolphin mortality in the Natal shark nets: a preliminary report on prevention measures. UNEP-Marine Mammal Technology Report, 3:129-137
- Pence, E.A. 1986. Monofilament gill net acoustic study. Applied Physics LABORATORY, university of Whashington, Seattle, WA 98105. *Report APL UW 2-86*, 13pp.
- Silvani L., Gazo M. & Aguilar A. 1999. Spanish driftnet fishing and incidental catches in the western Mediterranean. *Biological Conservation*, 90: 79-55.
- Silvani, L. 1991. Memoria proyecto Delfín Mular. Greenpeace.
- Silvani, L.; Raich, J. & Aguilar, A. 1992: Bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, interacting with local fisheries in the Balearic Islands, Spain. En: *European Research on Cetaceans*. 6, (P.G.H. Evans ed): 32-33.
- Simões-Lopes, P.C. 1991. Interaction of coastal populations of *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae) with the mullet artisanal fisheries in Southern Brasil. *Biotemas* 4 (2): 83-94.
- Soler, M. 1998. Estudi de la incidència dels dofins sobre les arts dels pescadors d'arts menors a les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Cultius Marins. *Documents Tècnics de Pesca i Cultius Marins*. N° 1.
- Tregenza N, Northridge S, Rogan E and Hammond P. 2001. Monitoring echo-location activity of porpoises around set gill nets. European Cetacean Society 15th Annual Conference.
- Tregenza N. 2001. Some recent and ongoing work on pingers using porpoise click loggers (PODs). ICRAM/AHD/INFO4. International Workshop – Mitigation of interactions between dolphins and fisheries through the use of Acoustic Harassment Devices: effectiveness, impact, and possible alternatives. ICRAM 4-5 May. Roma, Italia.
- UB .1995. Universitat de Barcelona, SUROESTE: A survey of interactions between marine mammals and fisheries in the southwestern waters of the EEC. Final Report, 113pp.
- UB. 1997. Universitat de Barcelona. Inventario de los cetáceos de las aguas atlánticas peninsulares: aplicación de la directiva 92/43/CEE. Memoria Final, 184pp



## **5. ESTRUCTURA POBLACIONAL**

## **5. ESTRUCTURA POBLACIONAL**

Tal como se detallaba en el *Plan de Trabajo* presentado al inicio del proyecto, se ha considerado que el método más efectivo para establecer la identidad de los distintos núcleos poblacionales consiste en la aplicación de técnicas discriminatorias, alternativas e independientes entre sí, a muestras biológicas provenientes de distintas subpoblaciones. La confrontación de los resultados obtenidos a partir de cada subpoblación permite establecer patrones de aislamiento.

Así, en este estudio, se han analizado los siguientes marcadores:

- El perfil de contaminantes organoclorados (OCs).
- La composición de isótopos estables
- El perfil genético de los distintos núcleos poblacionales mediante análisis de ADN.

Los tejidos que se utilizan para estos estudios son la grasa hipodérmica (para el análisis de organoclorados) y la piel (para el análisis de los isótopos estables y del perfil genético). Estos tejidos se han obtenido de ejemplares vivos y representativos de las poblaciones mediante técnicas de biopsiado a distancia utilizando dardos (Aguilar y Nadal, 1984; Lambertsen *et al.*, 1994) o bien a partir de la necropsia y subsiguiente muestreo de ejemplares varados.

### **5.1. Recolección de muestras**

a) Para la obtención de las muestras de delfines varados en las costas ibéricas, tanto mediterráneas como atlánticas, se solicitó la colaboración de diversos grupos de investigación que mantienen redes de varamientos a lo largo del litoral y se les distribuyó un protocolo de toma de muestras (Figura 5.1.).

La mayoría de los grupos contactados y que trabajan en el Mediterráneo (Cataluña: CRAM; Islas Baleares: Fundación Marineland; Valencia/Alicante: Universidad de Valencia; Andalucía: CREMA) han contribuido a la recolección de las muestras de delfín mular varados en sus costas.



GRUMM  
Universitat de Barcelona  
Parc Científic de Barcelona  
C/ Baldori i Reixac 4-6  
08028 Barcelona

**EXPEDIENTE DE RECOGIDA DE MUESTRAS DE DELFÍN MULAR:**

ESPECIE: .....

NUM.: ..... FECHA:.....

SEXO: ..... TALLA: ..... PESO: .....

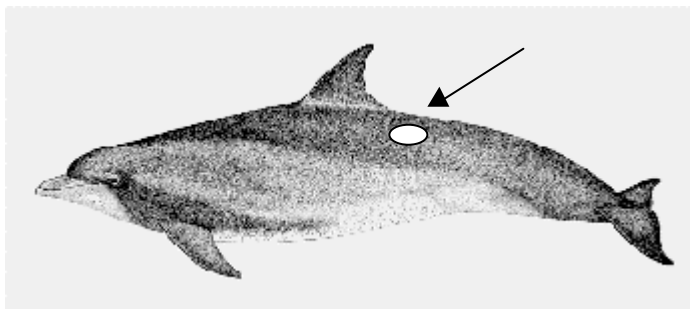
GESTANTE: ..... LACTANTE: .....

LOCALIDAD Y PROCEDENCIA: .....

ESTADO DE CONSERVACIÓN: .....

REFERENCIAS: .....

Recogida de muestras: tomar una muestra de grasa y piel de unos 20 gramos de la zona indicada en el dibujo (envolver en papel de aluminio, etiquetar y congelar a -20°C):



OBSERVACIONES: .....

.....

.....

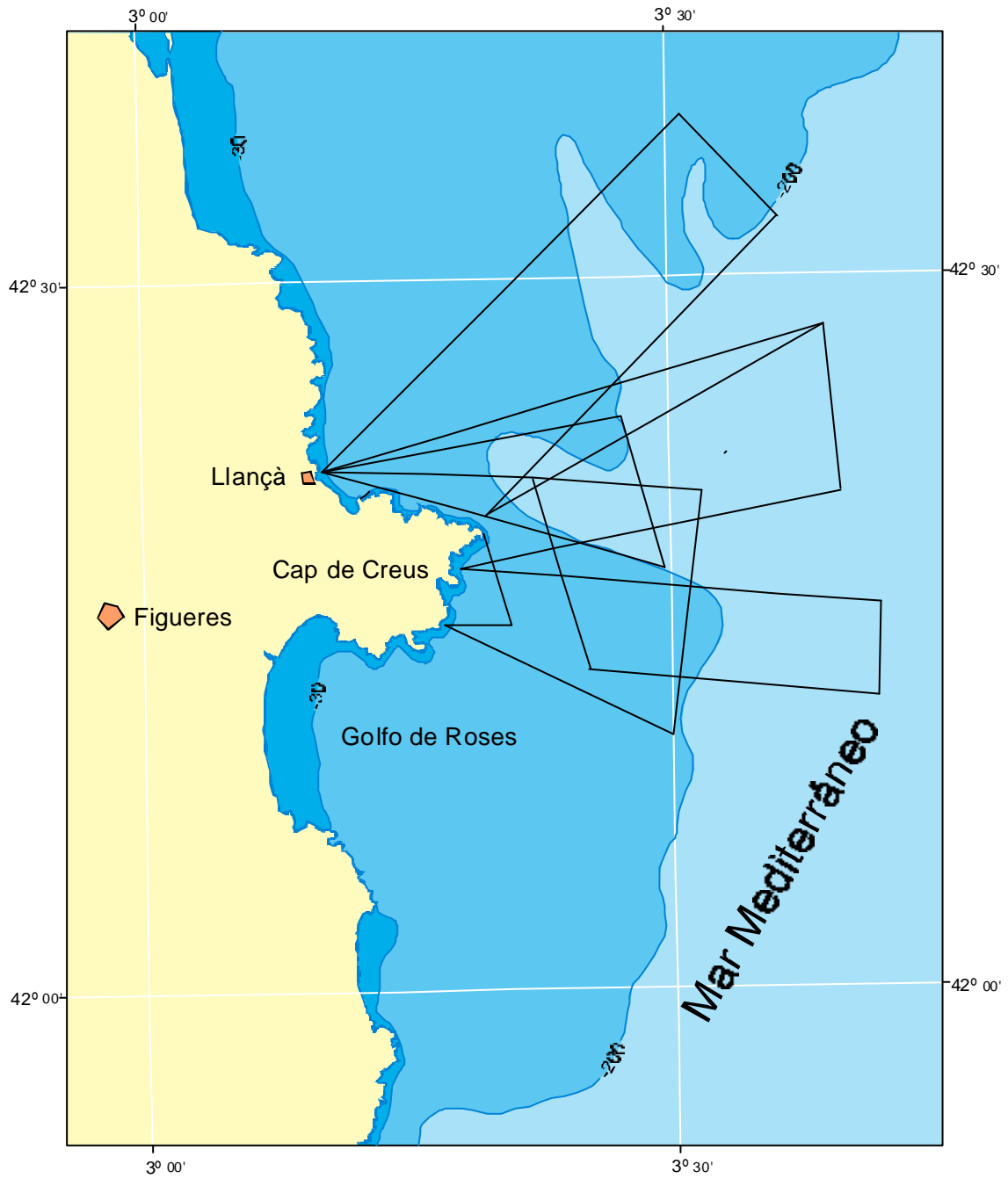
.....

**Figura 5.1.** Protocolo de recogida de muestras de grasa y piel para los delfines varados.

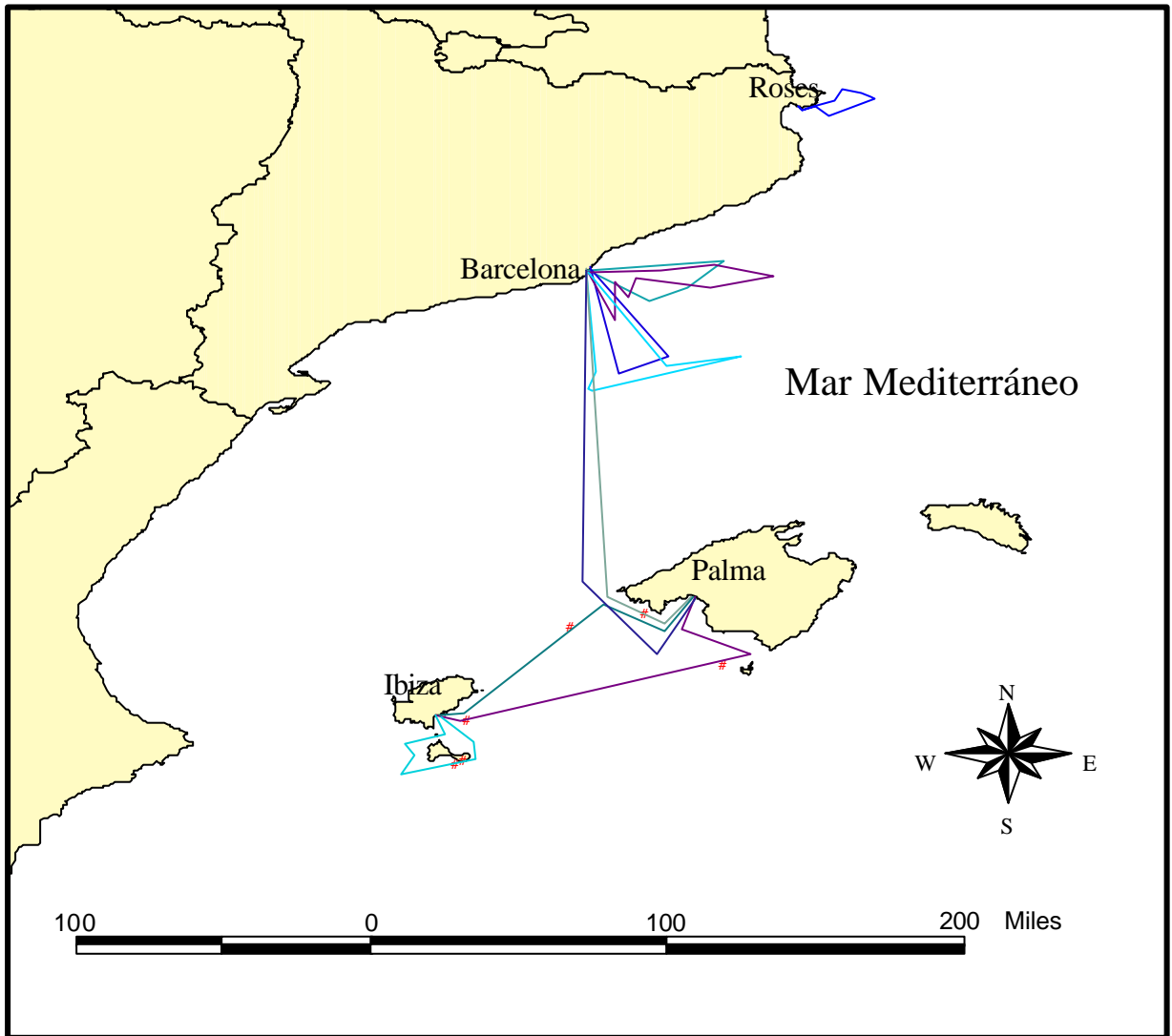
En el sector peninsular atlántico diversos investigadores ofrecieron su colaboración a título privado, así como el CREMA de Andalucía. Además, el “Instituto de Conservação da Natureza” portugués, ofreció también las muestras de piel y grasa de los delfines varados en sus costas, lo que ha permitido completar el litoral peninsular.

b) En Cataluña y Baleares se diseñaron diversos cruceros específicos para la recolección de muestras de animales vivos mediante dardos para biopsias disparados con un fusil de gomas convencional o una pistola de aire comprimido para dardos anestésicos. Estas combinaciones permiten un alcance efectivo de unos 4 metros, suficiente para la especie de delfín objeto de estudio, ya que éste se aproxima a las embarcaciones y frecuentemente nada en su proa. El dardo, equipado con un cabezal en forma de pequeño taladro, penetra en la hipodermis del delfín y recolecta una muestra de los tejidos superficiales (piel y grasa). Para ello se utiliza un diámetro de taladro de 10 mm y la capacidad de penetración del cabezal se regula a 25 mm. Este sistema es adecuado para obtener muestras de aproximadamente 1 gramo de peso de la región del tronco posterior a la aleta dorsal. Se trata de un sistema de recolección de tejidos inofensivo para el animal y que resulta poco invasivo, pues se realiza a distancia y sin requerir la captura del ejemplar. La larga experiencia con la que el grupo de trabajo cuenta en la aplicación de esta técnica indica que la reacción de los delfines al muestreo suele ser insignificante y, en todos los casos, limitada a un período corto de tiempo. Estudios realizados por otros investigadores en ejemplares en cautividad muestran que la pequeña herida producida por la biopsia cicatriza rápidamente sin complicaciones significativas.

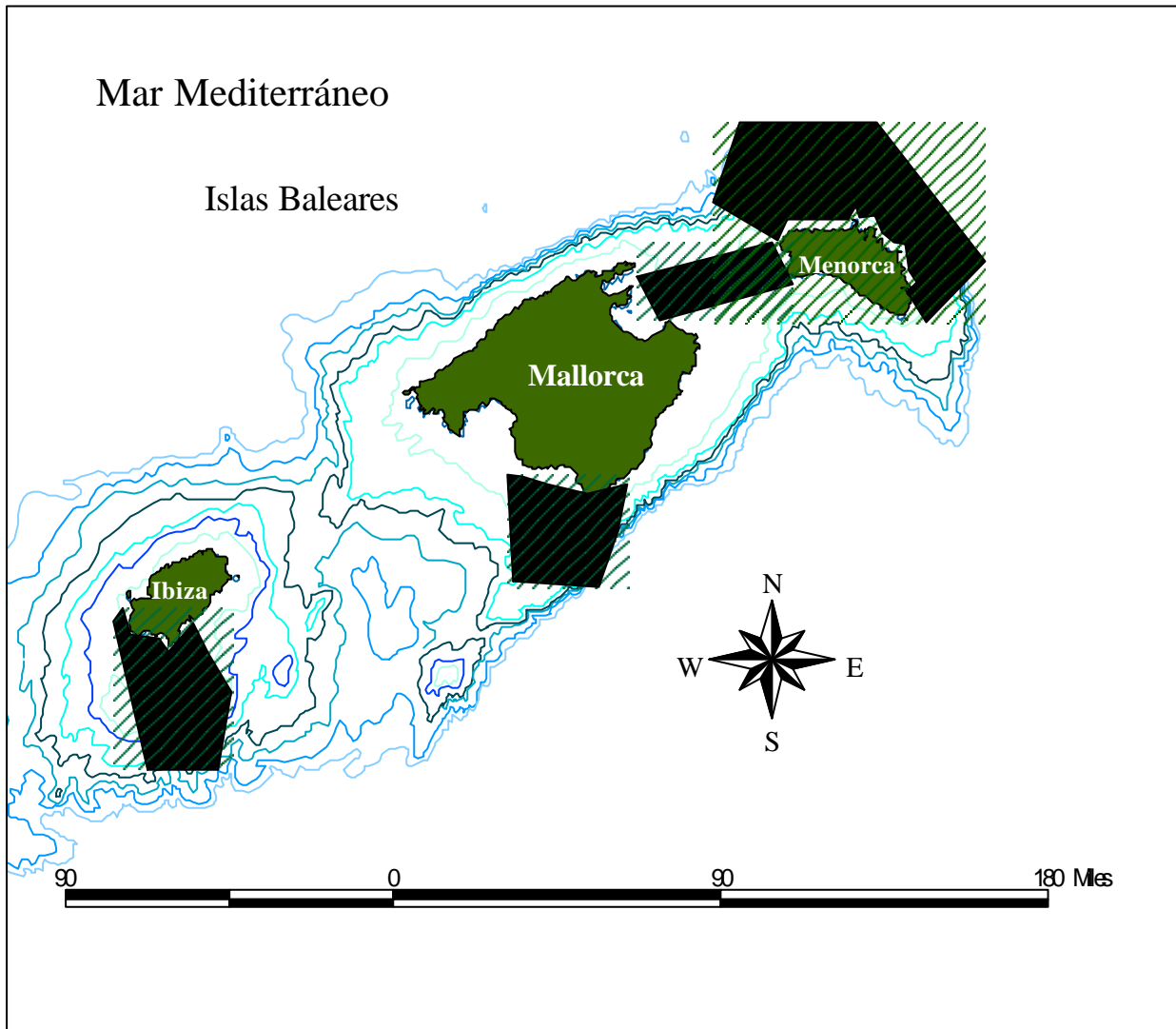
Los transectos de los cruceros que se realizaron para la obtención de dichas biopsias tanto en el litoral catalán como en la costa Balear durante los años 2000, 2001 y 2002 se muestran en las figuras 5.2., 5.3 y 5.4 respectivamente.



**Figura 5.2.** Transectos realizados durante 2000 para la recolección de biopsias en el noreste peninsular.



**Figura 5.3.** Transectos realizados durante la campaña de 2001 para la recolección de biopsias en el noreste peninsular e Islas Baleares



**Figura 5.4.** Áreas de muestreo durante la campaña de 2002 para la recolección de biopsias en las Islas Baleares

En la tabla 5.1. se presentan las muestras de delfín mular, obtenidas a partir de animales varados o mediante biopsias, que se han utilizado para realizar los análisis genéticos, de compuestos organoclorados y de isótopos estables, distribuidas por áreas.

	<b>Compuestos</b>		
	<b>Genética</b>	<b>organoclorados</b>	<b>Isótopos estables</b>
Cataluña	17	6	6
Comunidad Valenciana	15	11	13
Islas Baleares	11	5	6
Portugal	7	7	7
Andalucía	2	2	2
TOTAL	52	31	34

**Tabla 5.1.** Muestras de delfín mular utilizadas para el análisis de los distintos marcadores, distribuida por área



## **5.2. Análisis del perfil de contaminantes organoclorados**

### **5.2.1. Introducción**

El objetivo de esta línea de actuación es investigar, mediante la utilización de los compuestos organoclorados como indicadores exógenos, la identidad de los distintos núcleos poblacionales de delfín mular.

El delfín mular acumula importantes concentraciones de contaminantes químicos, especialmente compuestos organoclorados, debido a sus hábitos costeros y depredadores. A diferencia de los peces y los invertebrados, los mamíferos marinos obtienen los contaminantes principalmente a través del alimento. Por este motivo, la carga de contaminantes presentes en su organismo refleja las características del medio donde viven y se alimentan. Además, la carga y características de los contaminantes químicos en una masa de agua dependen de una serie de parámetros, tales como la cantidad de contaminantes vertidos en áreas colindantes, la distancia al vertido, la complejidad de la escala trófica o las condiciones físicas medioambientales (temperatura, corrientes marinas, salinidad, etc). La combinación de todos estos factores produce variaciones en las cargas de contaminantes en diferentes masas de aguas. Por tanto, las poblaciones que viven en diferentes hábitats, los cuales están caracterizados por perfiles de compuestos distintos, reflejarán en sus tejidos unas cargas de organoclorados diferentes, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo.

### **5.2.2. Material**

La tabla 5.2 muestra las características y origen de las muestras utilizadas en el estudio, tales como localidad de procedencia, talla y sexo (cuando se conocía) y estado nutritivo (representado por el porcentaje lipídico en la grasa).

<b>n</b>	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>	<b>sexo</b>	<b>talla (m)</b>	<b>% lipidos</b>
1	Playa Portals	Baleares	?	?	54,72
2	Son Severa	Baleares	?	3,00	9,29
3	San Telmo	Baleares	M	2,80	35,18
4	La Ràpita	Baleares	F	?	64,22
5	Biopsia	Baleares	?	?	32,75
6	Ametlla	Cataluña	M	2,58	71,06
7	San Carles de la Ràpita	Cataluña	F	2,75	65,39
8	Cases Alcana	Cataluña	F	2,60	70,41
9	Arenys de Mar	Cataluña	M	2,27	76,20
10	Vilanova i la Geltru	Cataluña	M	2,20	81,68
11	San Carles de la Ràpita	Cataluña	F	2,10	73,99
12	Benidorm	C. Valenciana	F	2,03	48,81
13	Orihuela	C. Valenciana	F	1,76	82,52
14	El Saler	C. Valenciana	F	2,89	61,01
14	Altea	C. Valenciana	M	2,25	62,36
16	Castellón	C. Valenciana	F	2,59	71,49
17	El Campello	C. Valenciana	M	2,17	73,95
18	Altea	C. Valenciana	M	2,68	63,04
19	Villajoyosa	C. Valenciana	F	2,19	57,63
20	Guardamar del Segura	C. Valenciana	F	2,98	80,22
21	Torreblanca	C. Valenciana	M	2,38	85,88
22	Peñíscola	C. Valenciana	M	3,10	49,95
23	Algeciras	Andalucía	M	2,00	52,36
24	Tarifa	Andalucía	M	2,30	92,92
25	Estuario Sado	Portugal	F	2,78	45,89
26	Estuario Sado	Portugal	M	2,52	68,17
27	Estuario Sado	Portugal	F	3,15	58,26
28	Arrábida	Portugal	M	2,54	58,72
29	Playa de la Comporta	Portugal	M	3,27	46,62
30	Playa de Almagreira	Portugal	F	3,20	33,84
31	Playa de las Bicas	Portugal	M	3,42	50,08

**Tabla 5.2.** Características de los delfines mulares analizados

### **5.2.3. Metodología analítica**

Las muestras obtenidas se conservaron congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Una vez en el laboratorio, se descongelaron y se sometieron a un proceso analítico que consta de tres etapas:

- Homogeneización de la muestra y extracción de los lípidos

En primer lugar se pesaron unos 50 mg de grasa y se colocaron en un mortero, donde se homogeneizaron en presencia de sulfato sódico anhidro. A continuación la mezcla se introdujo en el cartucho de un aparato extractor tipo Soxhlet de 125 ml de capacidad. El mortero y todo el material que entró en contacto con la muestra se lavó con n-hexano, el cual se añadió a la mezcla introducida en el Soxhlet. Finalmente, se añadió al aparato extractor el n-hexano suficiente para su funcionamiento, se acopló éste al refrigerante y a la manta calefactora, y se realizó la extracción del contenido lipídico del tejido durante unas cuatro horas. Este proceso implicó, aproximadamente, unos cuarenta ciclos de extracción.

Una vez conseguido el extracto, se procedió a realizar la determinación de la riqueza lipídica de la muestra de tejido. Para ello se concentró el extracto a 40 ml y se tomó una alícuota de 10 ml que se transfirió a un pocillo tarado previamente y colocado sobre una placa calefactora. Se evaporó el disolvente mediante corriente de aire, quedando el residuo lipídico. A continuación se colocó el pocillo en un desecador y, una vez frío, se pesó. La cantidad de lípidos presentes en la alícuota se calculó a partir de la diferencia con el peso inicial. Siguiendo esta rutina, los lípidos así determinados representan la cuarta parte de los lípidos totales extraídos de la muestra de tejido.

- Separación de lípidos y organoclorados

Debido a su carácter lipófilo, los compuestos organoclorados se extraen junto a todos los constituyentes apolares del tejido. Por este motivo, previamente al análisis por cromatografía de gases los contaminantes se tuvieron que separar de los constituyentes liposolubles naturales.

Aunque existen diferentes métodos de separación, teniendo en cuenta su eficacia y rapidez, y también aprovechando el hecho de que los compuestos organoclorados utilizados en la discriminación (DDTs y PCB) son todos ellos resistentes y estables a disminuciones drásticas en el pH, en el presente caso se utilizó el tratamiento ácido como procedimiento de clean-up. Para ello se trató una alícuota del extracto, generalmente unos 5 ml, con un volumen igual de ácido sulfúrico concentrado. El tubo conteniendo la mezcla se agitó y se dejó reposar durante 48 horas para que el proceso hidrolítico se completara y se diferenciaron dos fases: una con el disolvente orgánico y los organoclorados indicadores, y la otra con el ácido y los restos orgánicos descompuestos. A continuación, la fase apolar se trasladó con una pipeta Pasteur a un tubo de centrifuga. La fase inorgánica se lavó dos veces con 3 ml de n-hexano, que se recogió con una pipeta y se añadió al extracto guardado en el tubo de centrifuga. El total se concentró en el mismo tubo a 1 ml bajo corriente de aire y, finalizado este paso, a la muestra se le añadió un patrón interno (en este caso Heptachlor).

- Análisis por cromatografía gas-líquido

Una vez finalizados los pasos anteriormente descritos, el extracto ya está listo para su análisis por cromatografía. Para ello, la muestra se llevó a la concentración adecuada y se inyectó en el cromatógrafo mediante una microjeringa de un microlitro de capacidad máxima. La inyección se realizó en *splitless*, abriendo la válvula después de un minuto y medio de haber inyectado. La cantidad de muestra inyectada fue siempre de 1 microlitro. Cuando la concentración de los compuestos organoclorados se apartó de los límites de la linealidad del detector, la muestra se diluyó tantas veces como fuera necesario, repitiendo las inyecciones hasta alcanzar las condiciones óptimas de trabajo para cada compuesto.

Para estos análisis se utilizó en todos los casos un cromatógrafo de gases HEWLETT PACKARD 5890 series II equipado con un detector de captura electrónica de Ni<sup>63</sup>. La columna utilizada fue del tipo capilar de sílice fundida y fase ligada, con las siguientes características: longitud: 60 m, diámetro: 0.25 mm y fase estacionaria: SPB-5 de 0.25 micras de grosor de film. Las condiciones de trabajo fueron: temperatura del inyector: 250°C, temperatura del detector: 320°C, programación de la temperatura de la columna: inyección a 40°C, temperatura estacionaria durante el primer minuto, incremento de 40 a 170°C a un ritmo de 25°C/min, 1 min. a 170°C, incremento de 170 a

250°C a razón de 5°C/min, 20 in a 250, incremento de 250 a 280°C a un ritmo de 2°C/min y, finalmente, 6 min a temperatura estacionaria de 280°C. Como gas portador se utilizó nitrógeno purísimo a un flujo de 1 ml/min. La purga del inyector fue de 3 ml/min. y el "make up" de 60 ml/min.

La identificación y cuantificación de los diferentes compuestos se hizo mediante la comparación con el patrón externo. La concentración de los congéneres de PCBs se calcularon a partir de su proporción en la mezcla 1260 mediante patrones previamente calibrados. En el cromatograma, cada pico se identificó a un compuesto de acuerdo con su tiempo de retención relativo al del heptaclor. En el cálculo de concentraciones, la concentración del compuesto de interés se consideró como directamente proporcional a la concentración del patrón interno multiplicado por el cociente entre las áreas de los picos del compuesto y el patrón interno. Los factores de respuesta sirvieron para compensar las diferencias de respuesta del detector del compuesto de interés y el patrón interno. A fin de asegurar unas condiciones óptimas de calidad analítica, se inyectaron y calibraron patrones diariamente.

Para tener la seguridad de que las muestras no se contaminaron con el material usado en el laboratorio, durante los análisis se realizaron periódicamente marchas analíticas con n-hexano puro, constatando así la pureza del sistema. Para conocer la tasa de recuperación se hicieron comprobaciones añadiendo a la muestra, al inicio del análisis, una concentración determinada de patrón. A lo largo del proceso se hicieron réplicas de una misma muestra o del patrón para comprobar que los resultados fueran reproducibles. Los resultados analíticos se examinaron teniendo en cuenta los principales factores de variación de los perfiles de contaminantes conocidos: sexo (determinado por técnicas genéticas) y condición nutritiva (establecida a partir de la riqueza en lípidos de la muestra de grasa hipodérmica).

## 5.2.4. Resultados

Las concentraciones de los distintos compuestos organoclorados obtenidas en la grasa de los delfines mulares analizados, expresadas en partes por millón (ppm) y calculadas en base lipídica, es decir, en relación a la cantidad de lípidos extraídos del tejido, se presentan en la tabla 5.3.

**Tabla 5.3.** Niveles de organoclorados en grasa (ppm base lipídica) de los delfines mulares

n	PESTICIDAS							CONGÉNEROS DE PCB						135+	
	HCB	opDDE	ppDDE	ppTDE	opDDT	ppDDT	DDT	PCB	95	101	136	110	151	144	149
1	0,04	0,29	21,41	0,82	1,34	1,02	24,89	33,67	0,31	0,18	0,23	0,32	0,67	0,26	1,19
2	0,12	0,17	4,58	0,68	0,24	0,81	6,48	24,95	0,16	0,26	0,08	0,14	0,34	0,13	0,71
3	0,75	1,48	132,27	7,27	5,37	7,02	153,41	274,59	3,50	2,25	1,52	2,35	6,34	2,63	14,54
4	0,59	0,86	23,88	2,36	1,64	2,94	31,68	67,13	1,36	2,10	0,46	0,82	1,58	0,84	4,13
5	1,15	1,56	47,01	2,83	1,84	3,19	56,42	102,88	1,73	2,86	0,57	0,86	2,63	1,13	7,24
6	0,39	0,66	58,06	3,91	3,04	8,20	73,86	112,39	1,55	2,10	0,65	0,82	2,50	1,24	6,70
7	1,19	0,91	60,42	5,94	1,74	7,80	76,81	193,05	2,43	2,59	1,39	1,67	4,93	2,02	12,07
8	0,41	1,14	65,07	6,18	2,27	5,94	80,59	193,94	3,49	2,80	1,62	2,13	5,13	2,37	15,33
9	0,63	0,78	61,97	7,37	1,67	7,46	79,25	309,14	5,38	4,74	2,13	2,73	8,22	3,74	18,50
19	0,27	0,16	9,04	1,49		0,91	11,60	49,44	0,54	0,55	0,21	0,31	0,85	0,38	1,97
11	0,83	0,95	44,92	7,10	2,99	6,10	62,05	206,88	3,44	3,10	1,20	1,94	5,25	2,41	12,05
12	0,94	0,97	60,75	8,38	4,50	7,00	81,60	214,77	3,21	3,26	1,29	1,42	5,54	2,62	14,09
13	0,45	0,23	16,20	1,64	0,33	1,78	20,19	66,12	0,84	0,96	0,33	0,64	1,36	0,49	2,74
14	1,17	4,57	399,82	16,04	22,89	12,71	456,04	668,21	7,87	3,09	3,51	4,15	14,98	6,22	36,96
15	5,17	1,74	127,95	17,84	6,14	16,26	169,94	443,29	7,04	8,09	2,63	4,15	10,01	4,65	24,75
16	2,65	1,13	95,00	9,91	2,86	12,24	121,15	337,47	3,73	4,45	1,65	2,09	7,54	2,93	16,95
17	3,84	0,71	41,72	5,78	2,24	7,40	57,85	136,33	2,23	2,90	0,86	1,43	3,43	1,39	7,13
18	1,09	1,52	79,87	9,89	3,44	10,89	105,61	313,58	4,39	5,16	1,87	2,61	7,28	3,46	18,05
19	0,49	0,47	19,57	2,74	0,34	2,74	25,85	69,32	1,14	1,00	0,46	0,61	1,49	0,58	3,19
20	0,45	1,35	98,20	5,42	2,39	5,20	112,55	308,60	5,77	3,07	2,67	3,06	8,80	3,72	22,65
21	0,27	0,43	28,93	3,35	1,08	2,74	36,53	101,48	1,24	0,91	0,57	0,66	2,15	0,93	4,67
22	0,59	0,76	36,18	6,54	2,48	5,03	51,00	178,76	3,05	1,83	1,27	1,95	4,80	2,30	11,41
23	1,60	1,76	348,73	16,72	7,04	21,07	395,31	415,12	8,95	6,40	9,34		11,53	4,40	29,67
24	0,32	0,36	16,09	1,36	0,54	1,39	19,75	48,38	0,66	0,48	0,39	0,41	0,76	0,40	2,26
25	0,14	1,13	12,37	2,34	0,25	2,19	18,27	88,27	1,76	1,74	0,65	0,49	2,10	1,02	3,59
26	0,15	1,48	21,15	4,54	0,92	3,73	31,81	152,28	2,41	2,03	0,97	0,69	3,38	1,59	6,56
27	0,58	0,15	13,52	1,14	0,22	1,43	16,45	68,23	1,21	1,54	0,40	0,32	1,26	0,71	2,94
28	0,51	0,46	11,76	1,51	0,44	1,53	15,70	66,26	0,99	1,24	0,36	0,29	1,11	0,67	2,71
29	0,29	0,48	18,38	0,95	0,86	1,11	21,77	67,84	0,93	0,71	0,38	0,31	1,24	0,77	4,14
30	0,33	0,34	34,48	3,96	1,04	2,62	42,43	126,02	2,25	2,26	0,83	0,74	2,87	1,39	5,63
31	0,63	0,48	64,13	2,78	1,15	2,27	70,81	154,29	2,31	2,43	1,18	0,92	4,00	1,57	7,81

(continuación **tabla 5.3**)

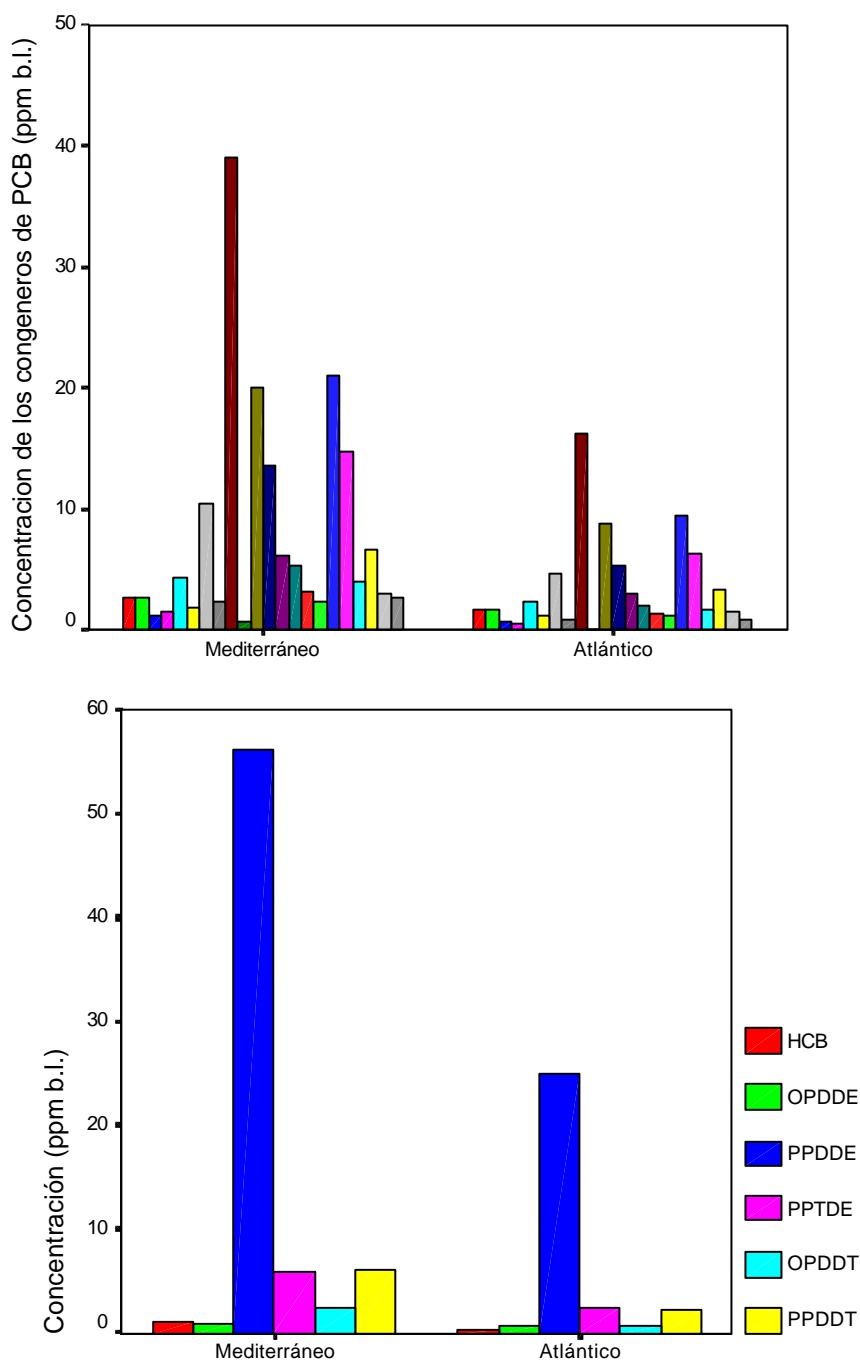
n	CONGÉNEROS DE PCB					182+			171+			203+			
	146	153	141	138	187	128	174	177	202	180	170	201	196	195	194
1	0,32	8,91	0,21	4,7	2,41	1,142	0,58	0,55	0,37	4,16	2,74	0,68	1,30	0,66	0,78
2	0,28	4,45	0,14	2,10	1,88	0,90	0,55	0,33	0,32	3,60	2,30	0,82	1,71	0,74	1,02
3	2,88	71,60	2,65	35,75	23,03	10,62	7,32	5,69	3,62	35,18	21,95	5,13	7,97	2,12	2,96
4	0,89	13,52	0,57	7,17	5,13	2,29	2,02	1,19	0,81	7,67	4,75	1,57	2,45	0,89	0,93
5	1,26	23,85	0,19	12,90	8,60	3,42	2,88	1,90	1,10	11,65	6,75	1,69	2,84	0,85	1,03
6	1,51	25,41	0,37	14,40	8,67	3,73	3,55	1,94	1,30	15,36	9,96	2,63	4,01	1,65	1,57
7	2,53	42,96	0,37	21,81	16,08	7,40	5,40	3,42	2,30	21,42	14,78	4,08	8,10	4,44	3,89
8	2,26	41,98	0,29	21,07	14,24	6,43	6,74	3,55	2,44	21,42	15,38	5,05	7,15	2,71	2,36
9	4,18	72,95	1,32	37,07	24,43	12,56	9,45	5,50	4,53	34,17	22,75	5,33	10,57	5,51	4,39
19	0,53	7,46	0,14	3,68	2,62	1,11	0,97	0,54	0,39	3,19	2,21	0,58	1,15	0,64	0,42
11	2,60	42,16	0,64	21,90	16,23	8,17	6,69	3,82	2,73	23,92	17,06	5,18	8,41	3,59	3,41
12	4,07	51,51	0,58	24,99	16,42	7,27	6,88	3,68	2,56	26,99	16,94	4,93	9,03	4,08	3,43
13	0,77	11,92	0,25	5,69	5,13	2,11	1,57	1,04	0,79	6,52	4,65	1,36	2,16	0,96	0,83
14	6,23	153,97	0,72	80,34	52,64	23,63	19,18	12,25	6,94	95,79	67,83	18,00	25,61	9,41	12,51
15	5,76	92,83	2,11	50,93	31,59	15,39	14,58	7,68	6,09	58,66	51,62	11,23	17,87	8,68	6,96
16	4,81	80,85	1,07	40,44	28,61	12,03	8,85	6,11	4,44	45,01	29,25	8,86	14,40	6,88	5,60
17	2,32	30,64	1,54	15,29	10,80	4,61	3,54	2,26	1,99	16,61	13,26	3,10	5,10	3,11	2,27
18	4,42	64,03	1,71	33,91	22,46	10,70	10,85	5,51	4,31	36,64	25,96	6,68	12,38	7,37	5,86
19	0,76	12,28	0,25	6,70	3,83	1,59	1,70	0,93	0,70	5,17	3,77	0,83	1,69	0,98	0,67
20	3,01	67,20	0,26	32,47	23,36	10,95	9,71	5,49	3,44	33,44	23,49	7,79	11,58	3,65	3,03
21	1,07	18,54	0,16	9,50	6,46	2,83	2,57	1,61	1,14	10,31	7,44	1,95	3,06	1,39	1,32
22	2,22	34,27	0,33	17,78	12,97	6,28	5,86	2,95	2,13	18,57	12,76	3,43	5,73	2,53	2,35
23	6,41	102,36	0,57	52,07	26,71	12,57	11,48	7,22	4,21	47,40	28,30	6,52	9,46	2,65	3,91
24	0,42	5,99	0,44	2,98	1,56	0,58	0,84	0,42	0,20	2,72	1,58	0,36	0,54	0,25	0,16
25	0,87	14,52	0,15	7,98	4,23	2,55	1,55	1,20	1,07	6,62	4,88	1,06	2,62	1,57	1,04
26	1,31	25,97	0,15	14,64	9,04	5,79	3,24	2,77	2,12	17,00	12,19	3,51	7,30	3,45	0,19
27	0,62	9,56	0,15	4,89	3,07	1,34	1,10	0,69	0,55	4,57	2,92	0,71	1,52	0,70	0,47
28	0,55	8,33	0,12	4,52	2,86	1,36	1,17	0,67	0,53	4,52	2,89	0,73	1,50	0,71	0,43
29	0,54	9,55	0,05	5,11	2,79	1,17	1,31	0,62	0,43	3,98	2,55	0,69	0,99	0,31	0,27
30	1,10	20,13	0,17	11,28	6,80	3,71	2,55	1,72	1,37	12,38	8,34	2,32	4,60	1,94	1,65
31	1,20	26,14	0,22	13,41	8,98	5,27	3,01	2,20	1,66	17,50	10,55	3,00	5,94	1,97	2,02

A partir de estos resultados, se realizó una serie de comparaciones entre las poblaciones de las diferentes áreas geográficas.

**5.2.4.1. Comparación entre población atlántica y mediterránea**

Con el fin de poder establecer si las poblaciones de delfines mulares atlántica y mediterránea (Cataluña, Comunidad Valenciana e Islas Baleares) son distintas, se han realizado dos tipos de tests: la comparación de las concentraciones de compuestos organoclorados (pesticidas y PCBs) y la comparación de los perfiles de PCBs o bifenilos policlorados.

En la Figura 5.5. se presentan las medias de los valores hallados de cada congénere de PCB y de pesticidas (HCB y DDTs) de las dos subpoblaciones. Estos valores muestran que las concentraciones de todos los compuestos son, prácticamente, el doble en la población mediterránea que en la atlántica. Todas las diferencias son significativas ( $p < 0,05$ ) excepto las de HCB, opDDE y ppTDE ( $p > 0,05$  pero  $p < 0,1$ ).



**Figura 5.5.** Comparación entre las concentraciones de los compuestos organoclorados de la población de delfín mular del Mediterráneo y la del Atlántico



Para establecer las variaciones del perfil de congéneres de PCB entre los delfines de las dos áreas se utilizó el análisis discriminante, un procedimiento habitualmente empleado para diferenciar poblaciones (McKenzie *et al.*, 1997, Borrell *et al.*, 2001).

Para evitar el efecto de la variación en las concentraciones de los distintos individuos se normalizó cada congénere dividiendo la concentración de cada uno de ellos por la concentración total de PCB de la muestra. De esta manera, se consiguió igualar las matrices de covarianza de los subgrupos, condición necesaria para que los resultados del análisis fueran válidos.

En la Figura 5.6. se muestran los resultados del análisis discriminante aplicado a la comparación entre las poblaciones mediterránea y atlántica. El 100% de los individuos se clasificó correctamente en su área correspondiente según las funciones canónicas discriminantes encontradas por el test estadístico. No obstante, este porcentaje está sobrestimado. Por este motivo, se utilizó el método de validación cruzada, el cual proporciona una estimación más real y, al aplicarlo, se clasificó correctamente el mismo número de casos (Figura 5.6).

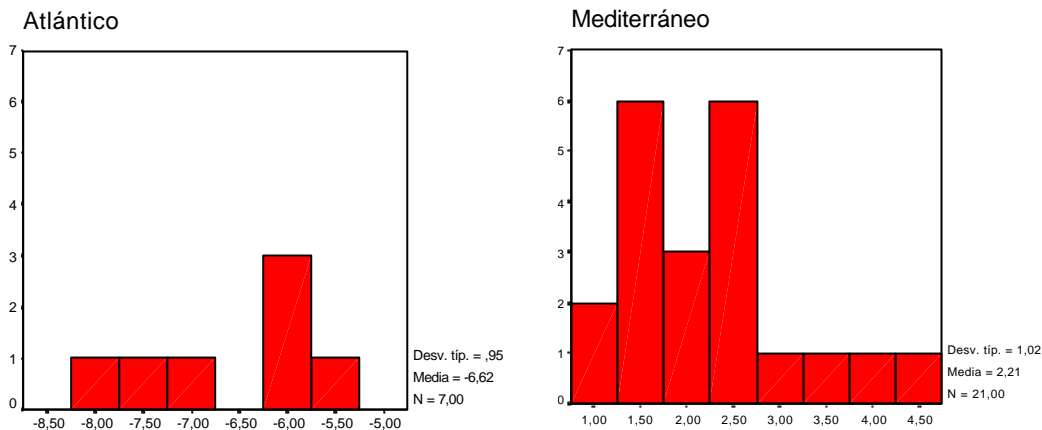
Estos resultados muestran, en primer lugar, que las dos subpoblaciones se diferencian tanto a nivel cualitativo (perfil de concentraciones relativas de PCBs) como cuantitativo (concentraciones). Así pues, queda demostrado que los dos grupos, segregados geográficamente, no entremezclan sus individuos.

En segundo lugar, como era predecible, la subpoblación mediterránea presenta unos niveles de compuestos organoclorados más altos, ya que el Mediterráneo es un mar semicerrado y con un alto grado de contaminación.

Otros estudios (Corsolini *et al.*, 1995; Marsili & Focardi, 1997) han encontrado niveles de organoclorados similares e, incluso, más altos que los obtenidos en este trabajo en muestras de delfines mulares de otras áreas del Mediterráneo.

La diferenciación de las poblaciones de delfines mulares del Atlántico y del Mediterráneo coincide con la de poblaciones de otras especies de pequeños cetáceos

(delfín común y delfín listado) descrita en trabajos anteriores (Borrell, 1993, Borrell et al., 2001).



**Resultados de la clasificación<sup>b,c</sup>**

	LLOC	Grupo de pertenencia pronosticado		Total
		Mediterraneo	Atlántico	
Original	Recuento	20	0	20
		40	7	47
	%	20	,0	100,0
		40	100,0	100,0
Validación cruzada <sup>a</sup>	Recuento	20	0	20
		40	7	47
	%	20	,0	100,0
		40	100,0	100,0

- a. La validación cruzada sólo se aplica a los casos del análisis. En la validación cruzada, cada caso se clasifica mediante las funciones derivadas a partir del resto de los casos.
- b. Clasificados correctamente el 100,0% de los casos agrupados originales.
- c. Clasificados correctamente el 100,0% de los casos agrupados validados mediante validación cruzada.

**Figura 5.6.** Resultados de la prueba discriminante. Arriba distribución de los individuos de delfín mular del Mediterráneo y del Atlántico según la función canónica discriminante de las dos poblaciones

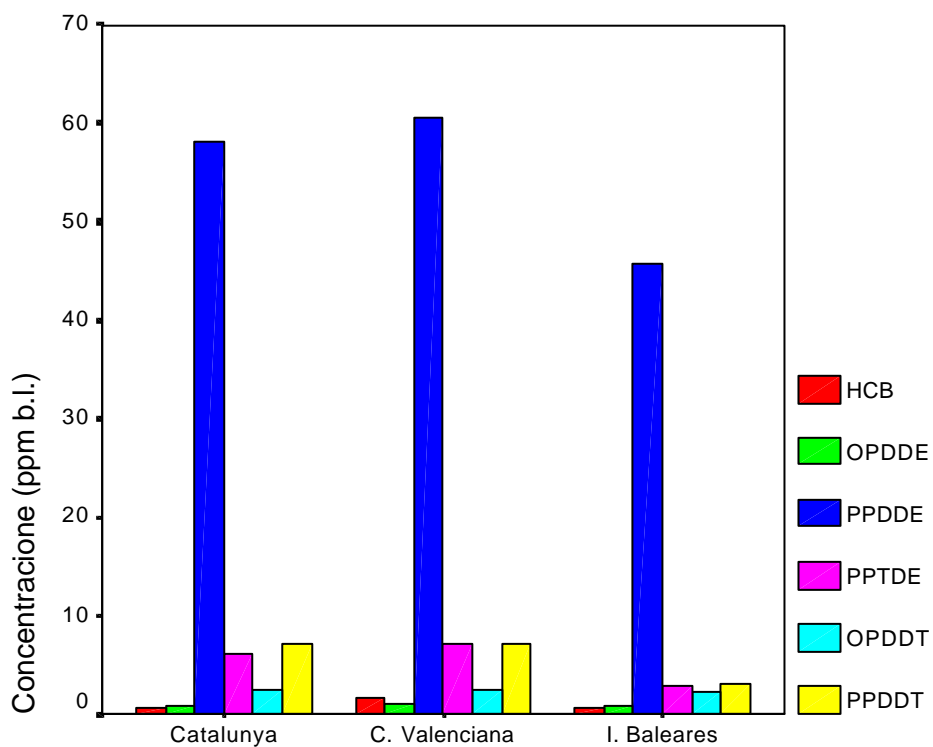
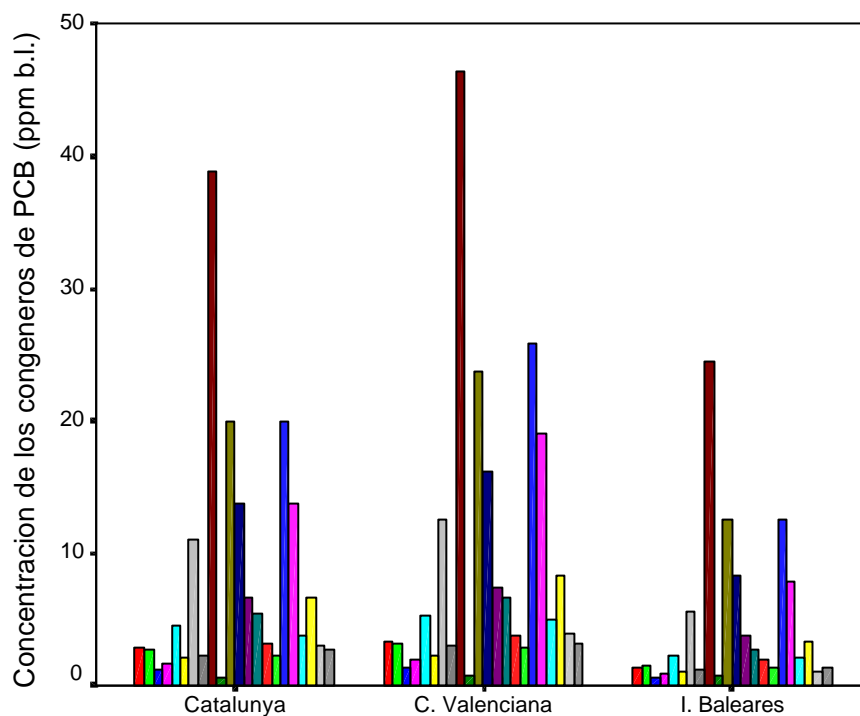
#### **5.2.4.2. Comparación entre los diferentes núcleos de población del Mediterráneo**

Una vez establecida la diferencia entre las subpoblaciones mediterránea y atlántica, se procedió a comparar los delfines de las diferentes áreas del Mediterráneo. Para este estudio los delfines de Andalucía se desestimaron por no ser suficientemente numerosas (al finalizar el presente proyecto sólo se había podido analizar una muestra del Mediterráneo andaluz).

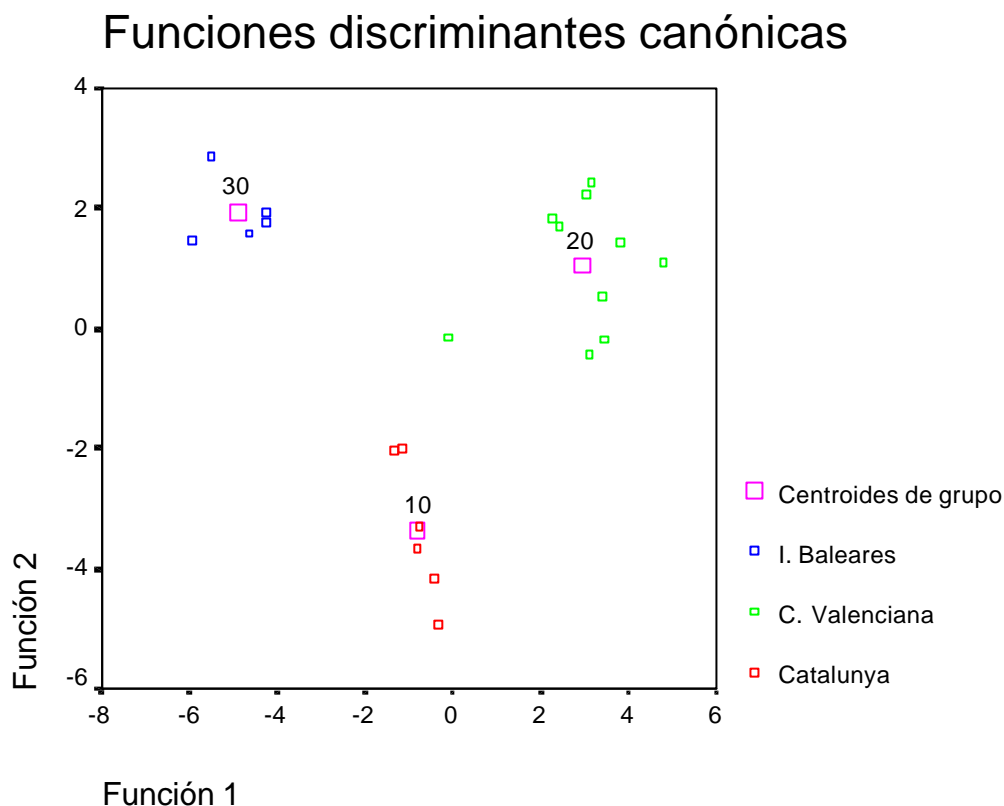
En la figura 5.7. se presentan las medias de cada compuesto de PCB, HCB y DDTs, diferenciadas por regiones. Los valores más altos de estos compuestos (aunque no existen diferencias significativas) corresponden a los delfines de Cataluña y Comunidad Valenciana. La variabilidad dentro de cada grupo es muy elevada, ya que las poblaciones analizadas están formadas por ejemplares de distinto sexo y edad y, además, fueron muestreados en distintos años (ver tabla 5.2). Todos estos factores influyen en la carga individual de los compuestos organoclorados (Aguilar et al, 1999). Esta gran variabilidad y el reducido número de muestras hacen que las posibles diferencias observadas no sean estadísticamente significativas.

Al igual que en el caso anterior, se utilizó el análisis discriminante, normalizando cada congénere por la carga total de PCB, para establecer las variaciones del perfil de los congéneres de PCB entre los delfines de las tres regiones

Los resultados del análisis discriminante se muestran en la Figura 5.8. El 100% de los individuos son clasificados, correctamente, en su lugar de origen según las funciones canónicas discriminantes encontradas por el test estadístico. No obstante, al aplicar la validación cruzada, se observa que se clasifica correctamente un número muy inferior de casos que en la clasificación original (Figura 5.8). Esto demuestra que la clasificación, aunque es buena, no lo es lo suficiente. Así pues, a partir de los datos obtenidos hasta el momento, no se puede asegurar que los tres núcleos de delfines estén aislados geográficamente.



**Figura 5.7.** Comparación entre las concentraciones de los compuestos organoclorados de los diferentes núcleos de delfín mular del Mediterráneo.



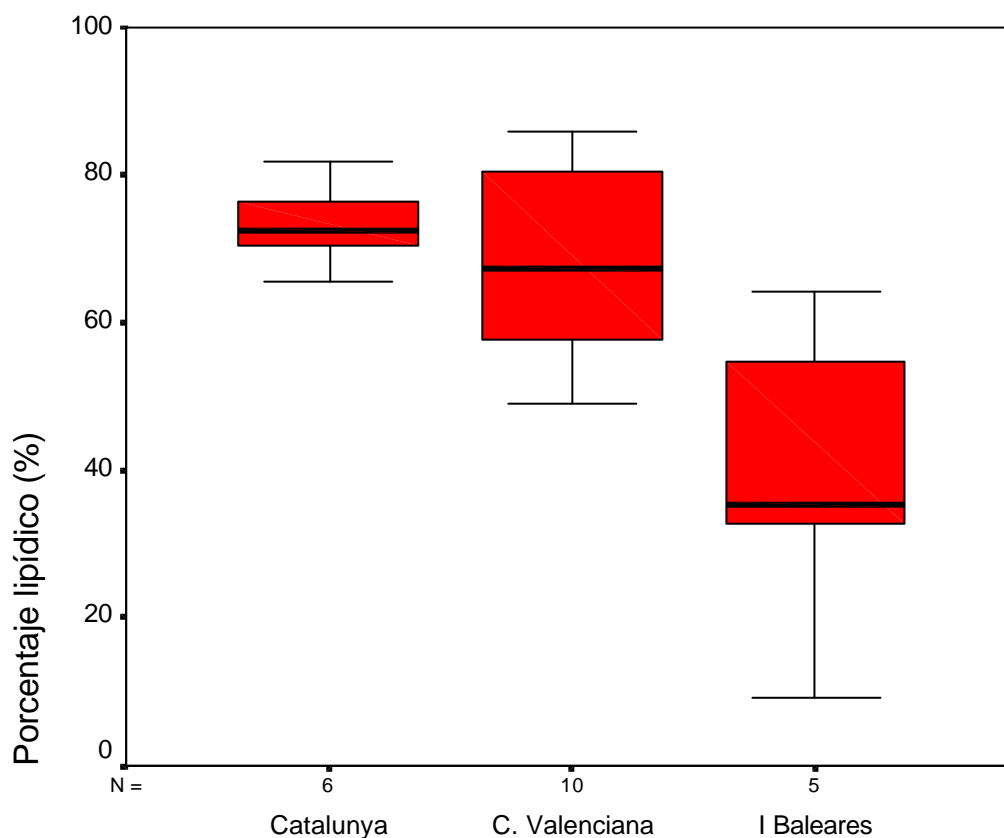
**Resultados de la clasificación<sup>a,c</sup>**

		LLOC	Grupo de pertenencia pronosticado			Total
			10	20	30	
Original	Recuento	10	6	0	0	6
		20	0	10	0	10
		30	0	0	5	5
	%	10	100,0	,0	,0	100,0
		20	,0	100,0	,0	100,0
		30	,0	,0	100,0	100,0
Validación cruzada <sup>a</sup>	Recuento	10	6	0	0	6
		20	10	0	0	10
		30	5	0	0	5
	%	10	100,0	,0	,0	100,0
		20	100,0	,0	,0	100,0
		30	100,0	,0	,0	100,0

- a. La validación cruzada sólo se aplica a los casos del análisis. En la validación cruzada, cada caso se clasifica mediante las funciones derivadas a partir del resto de los casos.
- b. Clasificados correctamente el 100,0% de los casos agrupados originales.
- c. Clasificados correctamente el 28,6% de los casos agrupados validados mediante validación cruzada.

**Figura 5.8** Resultados de la prueba discriminante. Arriba distribución de los individuos de delfín mular del Mediterráneo según las 2 funciones discriminantes.

De todas maneras, a partir de los datos obtenidos se han podido establecer diferencias en la condición nutritiva de los individuos (Figura 5.9). Al comparar, mediante un análisis de la varianza, las diferencias entre las medias del contenido lipídico entre grupos, se encontró una diferencia significativa entre los individuos de la costa balear y los de Cataluña y Comunidad Valenciana. Estos resultados podrían indicar que el grupo residente en Baleares tiene una menor abundancia de alimentos que los grupos de Valencia y Cataluña. Tal diferencia podría deberse a competencia por los recursos con los pescadores en las Islas Baleares.



**Figura 5.9.** Comparación entre los niveles del porcentaje lipídico en el tejido adiposo de los delfines mulares del Mediterráneo. Se indica la mediana, cuartiles (rectángulo opaco) y rango (línea vertical) para cada localidad.

### **5.3. Análisis de isótopos estables**

#### **5.3.1. Introducción**

En un principio se propuso la utilización del contenido en retinol como herramienta para la diferenciación de las subpoblaciones de delfín mular presentes a lo largo del litoral peninsular ibérico y balear. Sin embargo, debido a que el retinol es fácilmente degradado tanto por acción de la luz como de la temperatura, y dado que las muestras que se han obtenido a lo largo del estudio no han sido lo suficientemente frescas, no podían garantizarse resultados fiables en el análisis de este compuesto. Por este motivo, después de consultarlo con el coordinador por parte de la DGCONA, se optó por sustituir este indicador por los isótopos estables de carbono y nitrógeno, los cuales resisten bien la descomposición y pueden determinarse en muestras de distintos tejidos, aunque éstas no hayan estado conservadas en las mejores condiciones.

Cada analito tiene unas relaciones isotópicas características que dependen de los procesos físicos que éste haya sufrido (proceso fotosintético, evaporación, precipitación, transporte, magnificación en la cadena trófica, etc). El conocimiento de la distribución de isótopos estables de carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) y nitrógeno ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) es una importante herramienta en el estudio de ecología animal, habiéndose empleado con éxito para establecer relaciones tróficas y fuentes de nutrientes en varias cadenas alimentarias marinas (Hobson et al., 1995, Kelly, 2000). Esta técnica ofrece ventajas sobre los métodos tradicionales que proporcionan información acerca de la dieta, ya que permite determinar, además de los nutrientes que son ingeridos, aquellos que son asimilados. Además, únicamente una pequeña cantidad de tejido puede proporcionar suficiente material orgánico para el análisis isotópico, de manera que las muestras pueden obtenerse de animales vivos sin perjudicar al individuo estudiado.

La utilidad de los isótopos de carbono en el estudio de ecología trófica deriva de dos propiedades. Primera, algunas fuentes de carbono en la dieta tienen diferentes relaciones ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) y, segunda, dicha relación isotópica es incorporada directamente en los tejidos del consumidor. Parece ser que el  $^{13}\text{C}$  muestra un mayor enriquecimiento en cadenas tróficas cercanas a la costa o bentónicas con respecto a las cadenas pelágicas u oceánicas (Jarman et al., 1996). Por tanto, es posible diferenciar entre fuentes de

carbono y, con ello, diferenciar poblaciones. Por ejemplo, Walker *et al.* (1999) emplearon las relaciones de isótopos de carbono para distinguir una población de delfín mular costera de otra que vivía alejada de la costa.

Por otro lado, los isótopos de nitrógeno cambian de manera predecible entre niveles tróficos, con lo cual reflejan la posición trófica. En general, la abundancia de  $^{15}\text{N}$  aumenta con respecto a  $^{14}\text{N}$ , aproximadamente un 3(‰) por nivel (Das et al., 2000). También puede existir un enriquecimiento trófico de  $^{13}\text{C}$  pero, a menudo, éste es inapreciable. (Jarman et al., 1996, Das et al., 2000).

Así, para diferenciar distintos núcleos poblacionales se decidió calcular las relaciones de isótopos estables de carbono y nitrógeno de 31 muestras de piel de delfín mular provenientes de distintas partes del litoral español (24) y portugués (7). La tabla 5.4. detalla las características de las muestras analizadas.



MUESTRA	FECHA	LUGAR	TALLA(m)	SEXO
T7	9/4/89	Cataluña	3,04	H
T15	4/3/92	Cataluña	2,58	M
T18	20/2/97	Cataluña	2,6	H
T19	1998	Cataluña	2,27	M
T20	1998	Cataluña	2,2	M
T32	8/11/94	Cataluña	2,75	H
T8	15/7/87	C. Valenciana	2,70	M
T12	8/11/90	C. Valenciana	2,03	H
T13	26/1/91	C. Valenciana	2,89	H
T14	22/4/91	C. Valenciana	2,25	M
T16	12/6/92	C. Valenciana	2,59	H
T17	6/5/93	C. Valenciana	2,17	M
T22	22/4/94	C. Valenciana	2,68	M
T23	1/5/99	C. Valenciana	1,76	H
T24	25/3/00	C. Valenciana	3,1	M
T25	6/4/95	C. Valenciana	2,19	H
T26	15/1/97	C. Valenciana	2,98	H
T27	24/11/98	C. Valenciana	2,38	M
T33	22/8/92	C. Valenciana	2,19	M
T11	10/10/90	Baleares		
T21	19/5/00	Baleares	2,80	M
T28	25/11/97	Baleares		
T29	3/2/99	Baleares	3,00	
T30	28/11/00	Baleares		F
T31	1/2/90	Baleares	0,7-0,8	
L1	08/01/98	Portugal	3,27	M
L2	18/06/00	Portugal	3,42	M
L3	07/07/97	Portugal	2,54	M
L4	08/01/98	Portugal	3,20	H
L5	15/04/96	Portugal	2,52	M
L6	28/01/97	Portugal	3,15	H
L7	22/10/95	Portugal	2,78	H

**Tabla 5.4.** Características de los delfines mulares de los que se analizaron relaciones isotópicas en la piel.

### 5.3.2. Método de análisis

La técnica utilizada para el análisis fue EA-IRMS (analizador elemental-espectrómetro de masas de relaciones isotópicas).

Las muestras (previamente desecadas) y los estándares de referencia se pesaron en unas cápsulas de estaño, se cerraron herméticamente y se cargaron en el inyector automático de un analizador elemental (Europa Scientific ANCA-GSL). Posteriormente, estas muestras se quemaron secuencialmente en un horno a 1000°C y se convirtieron en gas en presencia de oxígeno. Los gases de la combustión fueron barridos en corriente de helio hacia un catalizador de combustión ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ); un filamento de óxido de cobre, para oxidar los hidrocarburos, y lana de plata, para eliminar los sulfuros. Los gases resultantes  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ , y  $\text{CO}_2$  se condujeron a una cámara reductora de filamento de cobre puro a 600°C. Este paso sirvió para eliminar todo el  $\text{O}_2$  y convertir a las moléculas de  $\text{NO}_x$  a  $\text{N}_2$ . Se utilizó, además, una trampa química de perclorato de magnesio para eliminar el agua. El  $\text{N}_2$  y el  $\text{CO}_2$  se separaron mediante cromatografía de gases. Los picos de  $\text{N}_2$  y el  $\text{CO}_2$  resultantes penetraron en el campo iónico (equipo “Europa Scientific GEO 20-20 IRMS”) donde fueron ionizados y acelerados. Las distintas masas se separaron en un campo magnético. y un detector de copa de Faraday midió las fracciones  $m/z$  28,29, y 30 para el  $\text{N}_2$  y las  $m/z$  44, 45, y 46 para el  $\text{CO}_2$ .

La relación de isótopos estables suele expresarse con la notación delta ( $\delta$ ):

$$\delta = ((R \text{ muestra}/R \text{ estándar}) - 1) \times 1000$$

donde  $\delta$  es la relación isotópica de la muestra relativa a un estándar y  $R \text{ muestra}$  y  $R \text{ estándar}$  son las fracciones “isótopo pesado/isótopo ligero” en la muestra y estándar respectivamente. Se resta 1, de modo que aquellas muestras con menor relación de isótopos pesados que el estándar tendrán un valor de  $\delta$  negativo y, en caso contrario, tendrán un  $\delta$  positivo. Dicho valor se multiplica por mil, por lo que  $\delta$  viene dado en partes por mil (‰)

### 5.3.3. Resultados

Los valores individuales de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  de la piel de los delfines mulares se muestran en la Figura 5.10. Estos valores forman un agrupamiento específico para los animales del Atlántico y otro para los del Mediterráneo. Estos últimos tienen valores inferiores de  $\delta^{13}\text{C}$ . Por otra parte, no se observan diferencias significativas entre los valores encontrados en los delfines mulares de las distintas regiones del Mediterráneo: Cataluña, Comunidad Valenciana y Baleares.

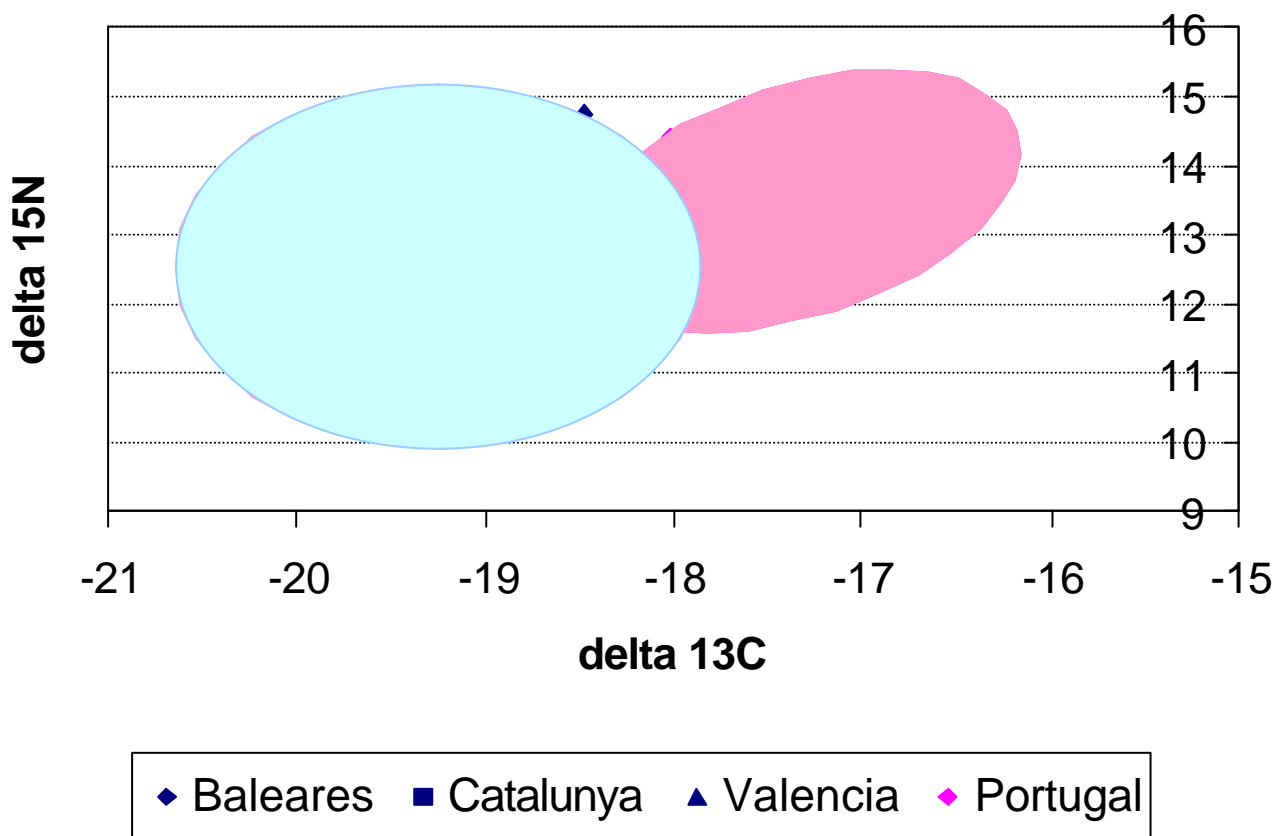
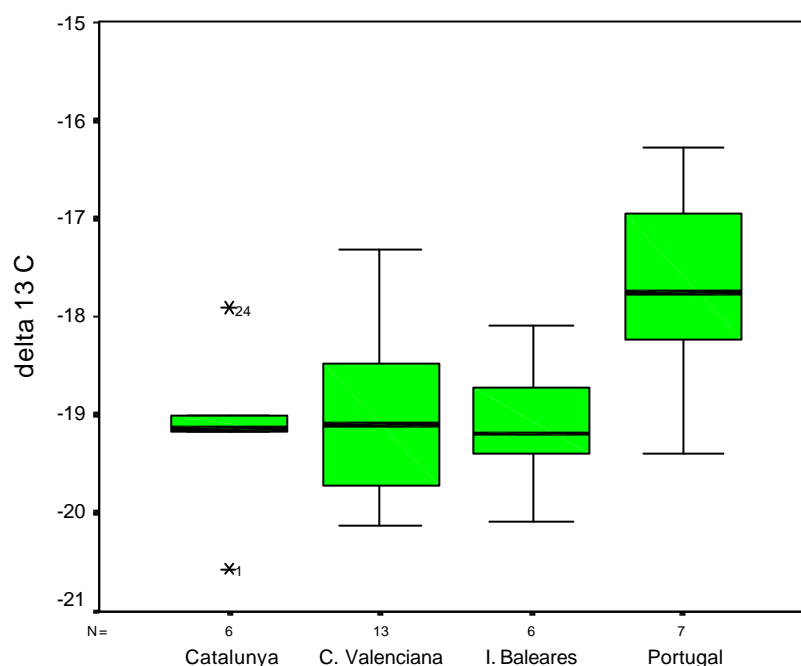


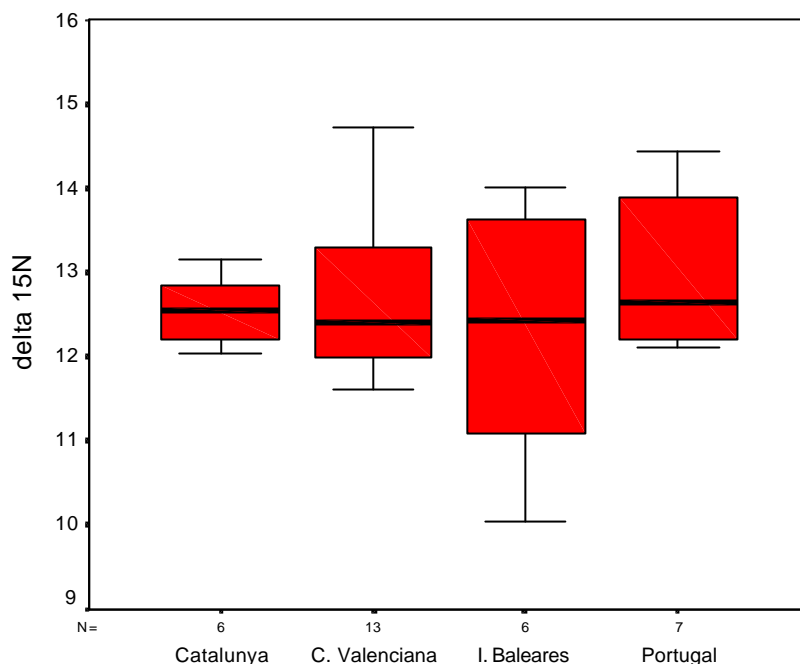
Figura 5.10. Valores individuales de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en la piel de los delfines mulares

La media de  $\delta^{13}\text{C}$  en los delfines mulares del Atlántico es significativamente más alta que la de los del Mediterráneo (t-test  $p < 0,001$ ). (Figura 5.11.). En general, las diferencias en la composición isotópica del carbono en consumidores secundarios o terciarios reflejan la fuente del carbono (C3, C4, o plantas marinas) en la base de su cadena trófica.



**Figura 5.11.-** Niveles de  $\delta^{13}\text{C}$  en la piel de delfín mular de las diferentes comunidades. Se indica la mediana, cuartiles (rectángulo opaco), rango (línea vertical) y valores excepcionales para cada localidad.

Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  calculados en la piel de los delfines mulares son similares para todas las regiones, tanto del Atlántico como del Mediterráneo (Figura 5.12.). Como ya hemos dicho, las variaciones en la abundancia de  $^{15}\text{N}$  reflejan, generalmente, variaciones en los niveles tróficos donde los animales se alimentan. Posiblemente, la similitud en la abundancia de  $^{15}\text{N}$  en todos los stocks es debida a que éstos se alimentan en el mismo nivel trófico.



**Figura 5.12.-** Niveles de  $\delta^{15}\text{N}$  en la piel de delfín mular de las diferentes comunidades. Se indica la mediana, cuartiles (rectángulo opaco), rango (línea vertical) y valores excepcionales para cada localidad.

En resumen, a partir de estos resultados se pueden alcanzar dos conclusiones. En primer lugar, la subpoblación de delfín mular habitante en el Atlántico peninsular se diferencia claramente de la del Mediterráneo, ya que existen diferencias significativas entre las composiciones isotópicas del carbono. Ello sugiere segregación geográfica entre las dos regiones. En segundo lugar, la abundancia de  $^{13}\text{C}$  no se diferencia entre los distintos grupos de delfín mular de las distintas áreas del Mediterráneo estudiadas. Se necesita profundizar en el estudio, con un número más alto de muestras y con menos variabilidad entre ellas para mejorar el conocimiento sobre la estructura poblacional mediterránea del delfín mular.

## **5.4. Perfil genético de los distintos núcleos poblacionales**

### **5.4.1 Introducción**

El mantenimiento de la variabilidad genética es esencial para la supervivencia de especies amenazadas. Junto a la pérdida del hábitat, la sobrexplotación y la contaminación ambiental, la pérdida de variabilidad genética, y con ella el subsiguiente potencial aumento del efecto de *inbreeding*, han sido identificados como factores críticos en la extinción de poblaciones cuya abundancia ha disminuido.

Estudios anteriores indican que el delfín mular del Mediterráneo se halla severamente fragmentado en pequeñas subpoblaciones. A pesar de que la fragmentación en poblaciones pequeñas y relativamente aisladas es considerada como una de las principales amenazas para la conservación de una especie (la IUCN la considera uno de los criterios más significativos para establecer las categorías de amenaza), no se dispone de información que permita establecer su extensión en las poblaciones de delfín mular ibérico. De la misma manera, tampoco se conoce ni la extensión de presencia en las distintas localidades donde todavía se encuentra hoy el delfín mular, ni la magnitud de los movimientos, estacionales o erráticos, que realizan los individuos. Ello impide, lógicamente, evaluar las consecuencias de la fragmentación en la viabilidad de la metapoblación así como elaborar planes de conservación o recuperación de la especie.

La aplicación de métodos genéticos moleculares permite la determinación de la diversidad genética y de ciertos parámetros demográficos en especies cuya estructura poblacional y social es compleja. Estudios previos en mamíferos marinos han demostrado que en estos animales la distancia geográfica no es el único factor que juega un papel significativo en el aislamiento de las poblaciones. Muy a menudo, la estructura social, las diferencias intraespecíficas en el comportamiento alimentario, y el uso del hábitat son factores importantes que limitan el flujo de genes entre poblaciones simpátricas o parapátricas (Hoezel et al.,1998). En estos casos es necesario identificar los potenciales *stocks* genéticos presentes en una determinada región geográfica y establecer de manera diferenciada la dinámica demográfica de cada uno de ellos. Tan sólo de esta manera es posible asegurar la correcta conservación de la totalidad de estos *stocks* y evitar el deterioro de la diversidad genética global de la especie.

Estudios previos en poblaciones oceánicas basadas en caracteres morfológicos y análisis genéticos han revelado la existencia de importantes variaciones regionales, y en particular entre las formas (¿subespecies?) costeras y pelágicas (Walker 1981, Crockcroft & Ross 1990, Mead & Potter 1995, Hoelzel *et al.*, 1998). En el Mar Mediterráneo, el delfín mular se distribuía originalmente en la práctica totalidad de la franja costera, a lo largo de la cual la población parecía fragmentarse en unidades de pequeño tamaño. Esta fragmentación se ha visto exacerbada en las últimas décadas como consecuencia de la humanización del litoral. Hasta el momento no se ha descrito la existencia de una población pelágica, si bien se han observado individuos en aguas alejadas del litoral, por ejemplo en el Mar de Liguria. Estos avistamientos se han atribuido tradicionalmente a desplazamientos de individuos presumiblemente procedentes de áreas costeras (Dhermain *et al.* 1999), si bien este extremo está por comprobar.

El presente estudio, que se ha llevado a cabo en colaboración con los investigadores Ada Natoli y Rus Hoelzel, de la Universidad de Durham (Inglaterra), tiene como objetivos específicos:

- Evaluar las diferencias genéticas como un indicador del flujo genético existente entre las poblaciones de delfines mulares mediterráneas y atlánticas. El grado de diferenciación genética y la distancia genética entre ambas poblaciones se ha determinado analizando la distribución de las frecuencias alélicas y la presencia de alelos distintivos en cada población. Estos parámetros permiten una estimación del flujo genético entre dos grupos de individuos y por consiguiente han sido utilizados para evaluar el grado de aislamiento entre las poblaciones. El análisis filogenético permite estimar la relación histórica entre los distintos *stocks* putativos.
- Evaluar la diferencia genética existente entre potenciales *stocks* o poblaciones existentes en el Mediterráneo occidental, en particular los que ocupan aguas ibéricas. El Mediterráneo Occidental es ecológicamente muy heterogéneo, lo que da lugar a una gran diversidad de hábitats en un espacio geográfico relativamente limitado. Potencialmente, esto puede producir aislamientos poblacionales de tipo filogeográfico que a largo plazo conduzcan a una diferenciación genética. Para

clarificar este extremo se han aplicado las mismas técnicas que las descritas en el apartado anterior para la diferenciación entre poblaciones atlánticas y mediterráneas.

## 5.4.2. Métodos de análisis

### 5.4.2.1. Origen de las Muestras

La tabla 5.1. detalla la procedencia geográfica de las muestras de tejidos recolectadas en el marco del presente proyecto para el estudio genético. Por el momento, 28 de las citadas muestras (13 muestras de la región de Valencia, 12 de Cataluña, y 3 de las Islas Baleares) han sido analizadas en conjunción con las 83 disponibles de esta especie en el banco de tejidos de la Universidad de Durham, Inglaterra (8 muestras del Mar Jónico, 20 del Mar Adriático, 13 del Mar Tirreno y 42 del Este del Atlántico Norte -EAN-) (figura 5.13.).

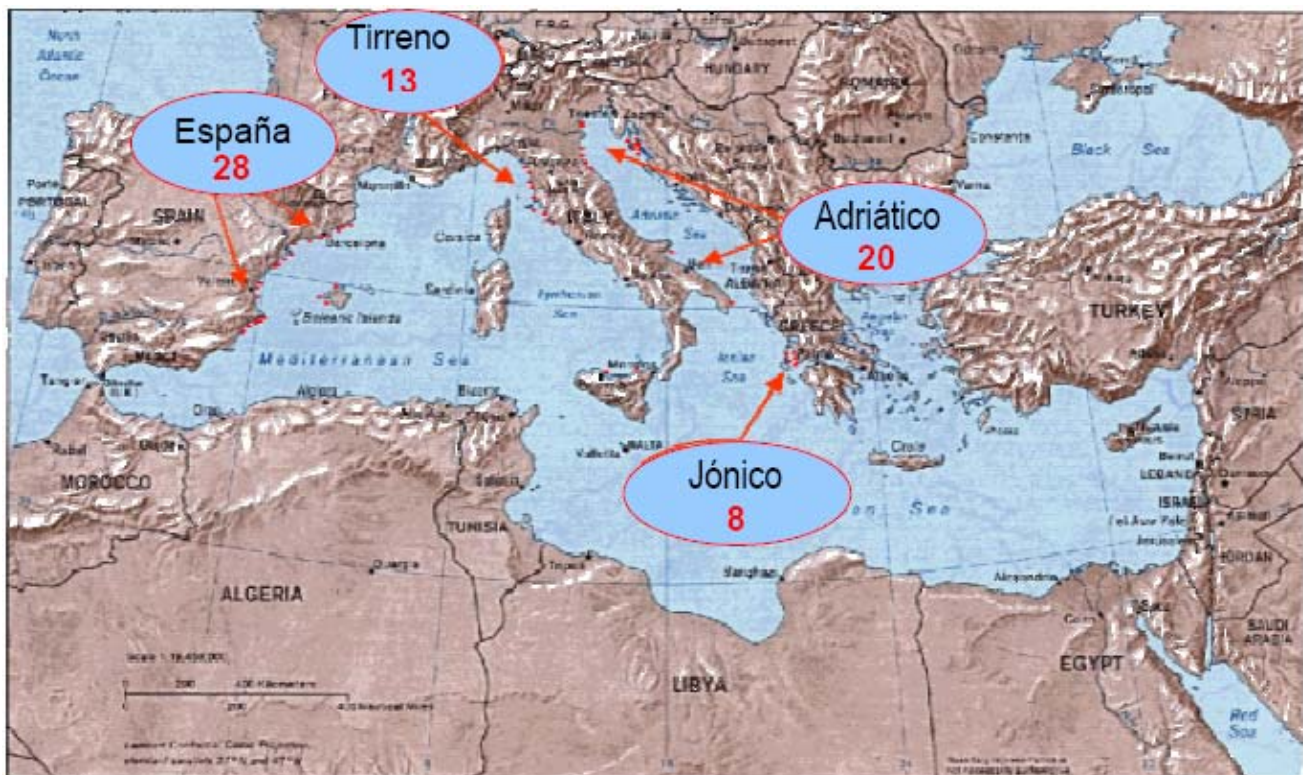


Figura 5.13. Origen y número de muestras analizadas de las distintas regiones del Mar Mediterráneo.



A continuación se describen las técnicas que se aplicaron de manera secuencial a las muestras:

#### 5.4.2.2. Extracción del ADN Total.

En las muestras de tejido conservadas en 20% DMSO NaCl 5M, el ADN se extrajo y purificó mediante una extracción con fenol/cloroformo (Hoelzel, 1992). La extracción de ADN de tejidos procedentes de colecciones conservadas en formol presentó una mayor complejidad. Para asegurar la obtención del material genético, el tejido se desmenuzó en pequeños trozos y se sometió a tres lavados consecutivos de agua destilada a lo largo de tres días; a continuación se digirió durante 5-6 días con pronasa a 37°C en una solución 50mM Tris (ph 8.0), 20mM EDTA (ph 8.0) y 2% SDS, y se extrajo como se ha descrito anteriormente con fenol/cloroformo.

#### 5.4.2.3. Análisis de microsatélites.

9 loci microsatelitales se analizaron en cada muestra. Los *primers* utilizados fueron: KWM1b, KWM2a, KWM2b, KWM9a, KWM12a, EV37Mn, TexVet5, TexVet7, D08 (Valsecchi & Amos 1996, Shinohara *et al.* 1997, Hoelzel *et al.* 1998c, Rooney *et al.* 1999) que en estudios previos habían demostrado ser particularmente útiles para el análisis génico de esta especie. El ADN amplificado se analizó para determinar la variación de longitud en 6% de gel desnaturizante de poliacrilamida utilizando fluorescencia en un secuenciador de ADN automático ABI PRISMA 377 después de haber realizado previamente una amplificación con un *primer* marcado con fluorescencia al 1/10. Las imágenes de gel obtenidas se analizaron utilizando los programas *Genescan* y *Genotyper*.

#### 5.4.2.4. Secuenciación del DNA

La región control del D-loop del ADN mitocondrial se amplificó con *primers* universales MTCRf (5'-TTC CCC GGT GTA AAC C) y MTCRr (5'-ATT TTC AGT GTC TTG CTT T). Las condiciones de reacción de la PCR fueron: 100mM dNTPs, 1.5 mm MgCl<sub>2</sub>, 10 mM Tris-HCl ph 8.4, 50 mM KCl, 250pM de cada *primer*, 0.004 U/mL Taq polimerasa. Los productos de la PCR se purificaron con un kit QIAGEN para

purificación de PCR y a continuación se secuenciaron directamente utilizando el método ABI dye-terminator. El alineamiento de las secuencias se hizo mediante el programa Sequencer 3.0.

#### 5.4.2.5. Análisis de los datos de microsatélites.

El nivel de polimorfismo se estimó a través del número de alelos por locus y la heterozigosis observada ( $H_o$ ). La homogeneidad de las distribuciones de alelos entre las poblaciones que son objeto de comparación se estableció mediante un test de exactitud (Raymond & Rousset, 1995a). La evaluación de posibles desviaciones de las frecuencias genotípicas Hardy-Weinberg esperadas y los potenciales desequilibrios se efectuó utilizando el test de exactitud de Fisher y el método en cadena de Markov. Estos análisis se llevaron a cabo utilizando los programas ARLEQUIN 2.000 (Shneider *et al.*, 2000) y GENEPOP 3.1d. (Raymond & Rousset, 1995b). Se estimaron la diferenciación y distancia genética con IAM (Infinite Allele Model). El nivel de diferenciación entre poblaciones se estimó utilizando  $F_{ST}$  (Reynolds *et al.* 1983). La distancia genética entre poblaciones se estimó utilizando el índice de distancias génicas de Nei (Nei 1987). Los cálculos se ejecutaron utilizando GenDist. A partir de las matrices de distancias se elaboró el árbol de proximidad filogenética; para ello, se utilizó el paquete PHYLIP 3.56 (Felsenstein, 1993).

#### **5.4.3. Resultados**

Fue realizado un test de desequilibrio de unión para cada locus, comprobándose independencia genotípica. Los valores de heterozigosis observada ( $H_o$ ) y esperada ( $H_e$ ) se muestran en la tabla 5.5. Se hizo una prueba para comprobar el equilibrio de Hardy-Weinberg para cada población y para cada locus, usando el test de exactitud de Fisher, y se encontró una desviación significativa para el locus KWM1b en la población del Adriático ( $p < 0.001$  – aplicando la corrección de Bonferroni). Se realizó un test de deficiencia heterozigótica para esta población y resultó ser significativo para este locus. En la tabla 5.5. se muestran también el número de alelos de cada locus para cada población y el número de alelos privados. En la población “española” se detectó un alelo privado en el locus KWM9b y el locus EV37Mn.

**Población del Mar Jónico**

Locus	Alelos	Ho	He	P
KWM1b	1	Monomórfico		
KWM2a	5	0.75	0.808	0.158
KWM2b	1	Monomórfico		
KWM9b	3	0.625	0.641	0.543
KWM12a	5 (1)	1	0.833	0.882
EV37Mn	9 (1)	1	0.923	0.583
TexVet5	3	0.5	0.525	1
TexVet7	3	0.125	0.45	0.066
DO8	3	0.625	0.566	1

**Población del Mar Adriático**

Locus	Alelos	Ho	He	P
KWM1b*	4 (1)	0	0.323	0
KWM2a	8 (2)	0.8	0.734	0.039
KWM2b	6 (2)	0.3	0.361	0.386
KWM9b	5	0.333	0.471	0.006
KWM12a	6 (1)	0.611	0.660	1
EV37Mn	14 (2)	0.947	0.917	0.511
TexVet5	4 (1)	0.533	0.735	0.126
TexVet7	4	0.210	0.405	0.011
DO8	9 (2)	0.8	0.791	0.508

**Población del Mar Tirreno**

Locus	Alelos	Ho	He	P
KWM1b	3	0.153	0.351	0.079
KWM2a	7 (2)	0.583	0.692	0.072
KWM2b	3	0.384	0.483	1
KWM9b	5	0.454	0.736	0.057
KWM12a	9	0.7	0.831	0.192
EV37Mn	14 (2)	0.818	0.952	0.306
TexVet5	3 (2)	0.8	0.644	0.626
TexVet7	7	0.538	0.698	0.032
DO8	5(1)	0.75	0.764	0.220

**Población española**

Locus	Alelos	Ho	He	P
KWM1b	2	0.333	0.409	0.617
KWM2a	5	0.535	0.669	0.08
KWM2b	3	0.333	0.405	0.443
KWM9b	4 (1)	0.56	0.687	0.008
KWM12a	8	0.917	0.849	0.645
EV37Mn	20 (1)	0.962	0.932	0.392
TexVet5	9	0.68	0.758	0.279
TexVet7	5	0.5	0.607	0.167
DO8	6	0.857	0.822	0.781

**Población del Este del Atlántico Norte (EAN)**

Locus	Alelos	Ho	He	P
KWM1b	2	0.1	0.140	0.180
KWM2a	6	0.666	0.694	0.252
KWM2b	5	0.375	0.547	0.007
KWM9b	5 (2)	0.55	0.663	0.070
KWM12a	9	0.736	0.836	0.005
EV37Mn	17 (3)	0.756	0.903	0.012
TexVet5	7	0.531	0.678	0.013
TexVet7	6	0.585	0.612	0.341
DO8	7	0.525	0.6	0.270

**Tabla 5.5.** Número de alelos (número de alelos privados, entre paréntesis), heterocigosidad observada (Ho) y esperada (He) para cada población en cada locus. A partir del equilibrio de Hardy-Weinberg se

(continuación **tabla 5.5**) examinó la desviación y se reflejan los p-valores. El locus que presenta una desviación significativa ( $p < 0.001$ , usando la corrección de Bonferroni) está marcado con un asterisco.

La diferenciación genética fue estimada como  $F_{ST}$  (Reynolds *et al.*, 1983). La población “española” fue comparada con la del Este del Atlántico Norte (EAN) y el resto del Mediterráneo (las poblaciones del Jónico, Adriático y Tirreno se consideraron como una sólo población). Los valores de  $F_{ST}$  obtenidos fueron 0.04 entre España y el resto del Mediterráneo, 0.047 entre España y EAN, y 0.074 entre el Mediterráneo y EAN. Todos los valores obtenidos fueron significativamente distintos de cero. Posteriormente, la población española se comparó por separado con las poblaciones del Jónico, Adriático y Tirreno. Los valores resultantes de estas comparaciones se reflejan en la tabla 5.6. La población española se encontró significativamente diferenciada de la población del Jónico pero no de la del Tirreno. No se detectó diferencia alguna entre las poblaciones del Adriático y del Tirreno.

	Jónico	Adriático	Tirreno	España
Jónico				
Adriático	0.079			
Tirreno	0.064	0.021 (-)		
España	0.095	0.062	-0.002 (-)	
EAN	0.096	0.111	0.034	0.047

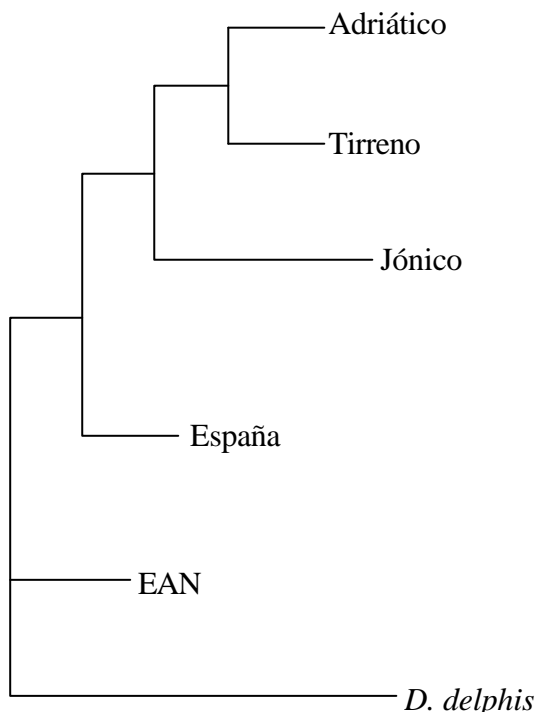
**Tabla 5.6.** Diferenciación genética (expresada en valores  $F_{ST}$ ) entre poblaciones emparejadas. (-) indica que el valor no era significativamente distinto de cero. No aparece diferenciación entre poblaciones.

Las distancias genéticas entre las poblaciones así emparejadas fueron estimadas recurriendo al “Nei’s Da genetic distance” (Nei, 1983) y los resultados obtenidos son reflejados en la tabla 5.7. El valor más bajo fue el observado entre la población española y la del EAN. Respecto a la comparación realizada entre la población del EAN y el resto de poblaciones, parece ser que la distancia genética aumenta cuanto más hacia el Este se encuentran las poblaciones. Esta tendencia se mantiene también si consideramos

únicamente las poblaciones del Mediterráneo. Las relaciones filogenéticas basadas en la matriz de distancia genética  $D_a$  siguen el mismo patrón. Se construyó un árbol filogenético utilizando una matriz de distancia genética  $D_a$  incluyendo una población de una especie distinta (*D. delphis*) como grupo externo (véase Figura 5.14. )

	Jónico	Adriático	Tirreno	España
Jónico				
Adriático	0.231			
Tirreno	0.239	0.156		
España	0.241	0.183	0.170	
EAN	0.251	0.241	0.209	0.131

**Tabla 5.7.** Distancia genética entre poblaciones emparejadas calculada por *Nei's Da genetic distance* (Nei, 1983). La distancia aumenta cuanto más alejadas están las poblaciones, de Este a Oeste de la cuenca mediterránea.



**Figura 5.14.** Árbol de proximidad filogenética basado en una matriz de distancia  $D_a$  obtenida a través del análisis de datos de microsatélites. Las distancias entre poblaciones vienen indicadas por la longitud de las ramas. *D. delphis* es utilizado como grupo externo.

Se investigó la diferenciación genética dentro de la población de España. Las muestras de la costa española se subdividieron en dos poblaciones distintas, basándose en su origen geográfico: Cataluña (12 muestras) y Valencia (13 muestras). Las muestras provenientes de las Islas Baleares se desestimaron por no ser suficientemente numerosas. El valor estimado de diferenciación genética fue  $F_{ST} = 0.007$ , lo que indica que no existe una diferenciación genética significativa entre estos dos subgrupos de muestras. De todas formas, debe de ser tenido en cuenta que el número de muestras para cada población era relativamente pequeño.

#### **5.4.4. Discusión**

Dado el limitado tamaño muestral, consecuencia de la obvia dificultad de obtener tejidos de una especie tan poco abundante y de comportamiento evasivo como es el delfín mular, los resultados obtenidos hasta el presente tienen necesariamente un carácter preliminar.

El análisis genético demuestra sin lugar a dudas que la población Atlántica (del Atlántico Norte) y la Mediterránea están genéticamente aisladas. Este resultado es coincidente con el obtenido con los estudios de indicadores bioquímicos (secciones 5.2 y 5.3). No obstante, hay que tener en cuenta que, dado que la migración con capacidad reproductora de un solo individuo entre ambas poblaciones anularía los potenciales efectos de la deriva genética acumulados a lo largo de varios miles de años, la existencia de diferencias genéticas significativas entre ambas poblaciones indica que el aislamiento entre ambas poblaciones no es reciente ni parcial, sino que está profundamente establecido y es muy antiguo.

Por otra parte, los árboles filogenéticos construidos demuestran de una manera clara que, curiosamente, la población mediterránea se origina a partir del ecotipo o forma pelágica atlántica y no del costero, como podría haberse inicialmente pensado dada la distribución costera que adopta la especie en el Mediterráneo. Esta aparente incongruencia puede explicarse por el hecho de que el ecotipo pelágico tiene áreas de campeo mucho mayores que el costero, que es muy sedentario, lo que facilita la colonización de nuevos hábitats, como sin duda debió serlo en algún momento la cuenca mediterránea. No obstante, los colonizadores debieron hallar en su nuevo entorno unas

condiciones más favorables en la franja nerítica, por lo que debieron entonces modificar su distribución con relación a la costa.

Dentro del Mar Mediterráneo, la población española (considerando los individuos de Cataluña, Valencia y Baleares como de una misma población) se diferencia claramente de la italiana (considerando las poblaciones del Tirreno, Jónico y Adriático como una sola).

Cuando se consideran las distintas poblaciones Italianas como poblaciones individuales se observan nuevas diferencias entre las distintas regiones mediterráneas examinadas. La población española se diferencia claramente de la del Adriático y la del Jónico, pero no de la del Tirreno. Entre las poblaciones italianas, las muestras provenientes del Mar Jónico, aunque no muy numerosas, permiten establecer una gran diferenciación respecto a las de los mares Tirreno y Adriático. Pero, entre los ejemplares de estos dos últimos mares no se observan diferencias. La gran diferencia entre las muestras del Mar Jónico y las del resto de las poblaciones mediterráneas podría ser influida por el hecho de que todas las muestras del Jónico proceden de la misma zona. Nuevamente, es necesaria la obtención de un mayor número de muestras para determinar si se trata de una población aislada. Todo ello indica una clara sedentarización de los grupos locales en el Mediterráneo y la existencia de una baja tasa de flujo génico entre ellos.

La distancia genética entre las poblaciones emparejadas confirma diferenciación filogeográfica, y las poblaciones más distanciadas geográficamente muestran una distanciaci3n genética más alta. Muestras provenientes de las costas francesa, africana y del Mar Egeo proporcionarían una oportunidad única para realizar estas observaciones en el ámbito de la totalidad de la cuenca mediterránea.

Se ha evaluado también la diferencia genética entre potenciales *stocks* en el Mediterráneo Ibérico, aunque debido al bajo número de muestras de las que se ha dispuesto para cada zona, no se ha podido realizar un análisis estadístico relevante. Lamentablemente, la falta de muestras de la región andaluza y del mar de Alborán impide un análisis comparativo entre esta zona, que es crucial dada su proximidad al estrecho de Gibraltar y las aguas atlánticas, y las poblaciones de las costas de la región

Valenciana, Cataluña y Baleares. Entre estas últimas no se ha observado una diferencia genética aparente, lo que indicaría que las diferencias que se han observado, aunque en varios casos no eran estadísticamente significativas, en los indicadores bioquímicos y el estado nutritivo de los individuos de las distintas regiones (ver sección 5.2 y 5.3), indican una segregación reciente o que, como mínimo, no impide el flujo génico entre los núcleos poblacionales.

## **5.5. Conclusiones y recomendaciones**

La población de delfín mular Mediterránea y Atlántica se halla claramente diferenciada geográficamente y puede concluirse sin lugar a dudas que no hay intercambio entre sus individuos.

Los resultados apuntan a que el delfín mular del Mediterráneo ibérico se halla fragmentado en pequeñas subpoblaciones. No obstante, el muestreo no ha sido lo suficientemente amplio para demostrar si tales subpoblaciones están separadas por fronteras discretas o con áreas de distribución solapadas en las que se da la posibilidad de mezcla y apareamiento interpoblacional.

Por estos motivos, se recomienda:

- Profundizar en los estudios a fin de conseguir una mayor delimitación entre las poblaciones ibéricas mediterráneas. Debería ponerse especial énfasis en las zonas donde la recolección de muestras ha sido más pobre, como la región andaluza, particularmente crítica ya que en ella puede determinarse con mayor precisión la fragmentación con las formas atlánticas.
- Dada la aparente fragmentación de la metapoblación, cada núcleo debería gestionarse como un stock independiente, tanto al evaluar sus efectivos como al establecer el impacto de las distintas amenazas locales.



## **5.6. Bibliografía**

- Aguilar, A. y Nadal, J. 1984. Obtención de biopsias hipodérmicas de cetáceos en libertad. *Investigaciones Pesqueras* **48**(1): 23-29.
- Aguilar, A.; Borrell, A. & Pastor, T. 1999. Factors affecting variability of persistent pollutant levels in cetaceans. *Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue 1)*:83-116.
- Borrell, A. 1993. Dinàmica dels compostos organoclorats en la balena d'aleta, el cap d'olla d'aleta llarga i el dofí llistat d'aigües atlàntiques i mediterrànies. PhD. Thesis. University of Barcelona.
- Borrell, A.; Cantos, G.; Pastor, T. & Aguilar, A. (2001): Pollution by organochlorine compounds in common dolphins (*Delphinus delphis*) from the Atlantic and Mediterranean waters off Spain. *Environmental Pollution* **114** (2): 265-274.
- Corsolini, S., S. Focardi, K. Kannan, S. Tanabe, A. Borrell, & R. Tatsukawa. 1995. Congener profile and toxicity assessment of polychlorinated biphenyls in dolphins, sharks and tuna collected from Italian coastal waters. *Marine Environmental Research* **40**:33-53
- Das, K., Lepoint, G., Loizeau, V., Debacker, V., Dauby, P., and Bouquegneau, J.M., 2000, Tuna and dolphin associations in the North-east Atlantic: Evidence of different ecological niches from stable isotope and heavy metal measurements.: *Marine Pollutant Bulletin* **40** (2): 102-109.
- Dhermain F., Ripoll T., Bompar J.M., David L. and Di Méglia N., 1999. First evidence of the movement of a bottle-nosed dolphin *Tursiops truncatus* between Corsica and Hyeres archipelago, South-Eastern France. 13<sup>th</sup> ECS Conference, Valencia.
- Felsenstein J., 1993. PHYLIP 3.5c (Manual and programme available from Joe Felsenstein, University of Washington, WA, Seattle. USA)
- Goldstein D.B., Linares A.r., Cavalli-S, Forza and L.L Feldman M.W., 1995. Genetic absolute dating based on microsatellites and the origin of modern humans. *Prot.Natl.Acad.Sci.USA* **92**:6723-6727.
- Hobson, K.A., Schell, D.M., Renouf, D., and Noseworthy, E. 1995. Stable carbon and nitrogen isotopic fractionation between diet and tissues of captive seals: implications for dietary reconstructions involving marine mammals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **53**: 528-533.
- Hoelzel A.R. (Ed) 1992. Molecular analysis of populations; a practical approach. Oxford University Press, Oxford.
- Hoelzel A.R., 1998. Genetic structure of cetacean populations in sympatry, parapatry, and mixed assemblages: implications for conservation policy. *The American Genetic Association* **89**:451-458.
- Hoelzel A.R., Dahleim M. and Stern S.J., 1998. Low genetic variation among killer whales (*Orcinus Orca*) in the eastern North Pacific and genetic differentiation between foraging specialist. *The Journal of Heredity* **89**:121-128.

- Hoelzel A.R., Potter C.W. and Best P.B. 1998. Genetic differentiation between parapatric ‘nearshore’ and ‘offshore’ populations of the bottlenose dolphin. *Prot. R. Soc. London* 265, 1177-1183.
- Jarman, W.M., Hobson, K.A., Sydeman, W.J., Bacon, C.E., and McLaren, E.B. 1996. Influence of trophic position and feeding location on contaminant levels in the Gulf of the Farallones food web revealed by stable isotope analysis. *Environmental Science and Technology* 30 (2): 654-660.
- Kelly, J.F. Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. 2000. *Canadian Journal of Zoology* 78: 1-27.
- Lambertsen, R. H., Baker, C. S., Weinrich, M. y Modi, W. S. 1994. An improved whale biopsy system designed for multidisciplinary research. pp 219-244. *In: M. C. Fossi and C. Leonzio (eds) Non Destructive Biomarkers in Vertebrates.* Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 345pp
- Marsili, L. & Focardi, S. 1997. Chlorinated hydrocarbon (HCB, DDTs and PCBs) levels in cetaceans stranded along the Italian coasts: an Overview. *Environmental Monitoring and Assessment*, 45:129-180
- McKenzie, C., Rogan, E., Reid, R.J., Wells, D.E., 1997. Concentrations and patterns of organic contaminants in Atlantic white-sided dolphins (*Lagenorhynchus acutus*) from Irish and Scottish coastal waters. *Environmental Pollution* 98(1), 15-27.
- Mead J.G. & Potter C.W., 1995. Recognizing two populations of the bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off the Atlantic coast of North America. Morphological and ecological considerations. *IBI REPORTS* 5:31-44.
- Natoli A. & Hoelzel A.R., 2000. Genetic diversity in a Mediterranean population of the bottlenose dolphin in a context of world-wide phylogeography. 14<sup>th</sup> ECS Conference, Cork.
- Nei M., 1987. *Molecular Evolutionary Genetics.* Columbia University Press, New York, NY, USA.
- Raymond M. & Rousset F., 1995. An exact test for population differentiation. *Evolution* 49: 1280-1283.
- Raymond M. & Rousset F., 1999. GENEPOP 3.1d.
- Reynolds J., Weir B.S. and Cockerham C.C., 1983. Estimation for the coancestry coefficient: basis for a short-term genetic distance. *Genetics* 105:767-779.
- Rooney A.P., Merritt D.B. and Derr J.N., 1999. Microsatellite diversity in captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *The Journal of Heredity* 90(1):228-231.
- Schlotterer C., Amos B. and Tautz D., 1991. Conservative of polymorphic simple sequence loci in cetacean species. *Nature* 354:63-65.
- Schmerer W.M., Hummel S., Herrman B., 1999. Optimized DNA extraction to improve reproducibility of short tandem repeat genotyping with highly degraded DNA as target. *Elettrophoresis*, 1712-1716.
- Schneider S. and Excoffier L., 1999. Estimation of demographic parameter from the distribution of pairwise differences when the mutation rate vary among sites: application to human mitochondrial DNA. *Genetics* 152:1079-1089.

- Shinohara M., Domingo-Roura X. and Takenaka O., 1997. Microsatellites in the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. *Molecular Ecology* **6**:695-696.
- Valsecchi E. & Amos B., 1996. Microsatellites markers for the study of cetacean populations. *Molecular Ecology* **5**:151-156.
- Walker W.A., 1981. Geographic variation in morphology and biology of bottlenose dolphins (*Tursiops*) in the Eastern North Pacific. NOAA/NMFS Administrative Report no. LJ-81-0003c, 21pp.
- Walker, J.L., Potter, C.W., and Macko, S.A. 1999. The diets of modern and historic bottlenose dolphin populations reflected through stable isotopes. *Marine Mammal Science* **15** (2): 335-350.

## **6.- PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE**

## **6.1. Antecedentes**

El delfín mular (*Tursiops truncatus*) es el cetáceo más representativo de la fauna ibérica. Se trata de un delfín de hábitos eminentemente costeros y de comportamiento poco tímido que, por estos motivos, entra en frecuente contacto con el hombre y, a menudo, interfiere en sus actividades o resulta afectado por ellas. Esta asociación ha desembocado en numerosos conflictos que han provocado una notable reducción de sus poblaciones a lo largo del litoral ibérico. Como consecuencia de esta situación, la especie es objeto de atención por los principales instrumentos de conservación nacionales y regionales. Algunas áreas marinas protegidas han sido creadas, entre otros objetivos, para proteger la especie. No obstante, estas áreas son insuficientes y no han resultado útiles para la su conservación debido a que la franja marítima que abarcan es casi siempre muy limitada y resulta ineficaz para proteger a una parte significativa de la población.

### **6.1.1. Características del núcleo poblacional y naturaleza de las amenazas**

Debido a la elevada fragmentación de la población y al reducido tamaño de muchos de sus núcleos, no se dispone de un censo de la especie en aguas españolas. No obstante, existe amplia evidencia de que el delfín mular ha sufrido en la mayor parte de su rango de distribución pérdida notable de su área original de ocupación y una severa reducción de efectivos. Debido a que la población atlántica está claramente diferenciada de la mediterránea y que dentro de cada cuenca oceánica las poblaciones locales, aún siendo relativamente próximas, están muy probablemente aisladas entre sí, la gestión de los núcleos poblacionales debe realizarse de manera independiente y sin confiar en que la disminución en un área será compensada por la aportación de ejemplares provenientes de otro núcleo. Por otra parte, cada uno de estos núcleos, en particular los más pequeños, deben considerarse como particularmente frágiles debido a su aislamiento. Las presiones negativas deberán evaluarse siempre en este contexto; considerar que unas pocas capturas o un impacto transitorio tienen un efecto despreciable en la población debido a que la especie se halla ampliamente distribuida, puede conducir a una extinción rápida de un núcleo poblacional local.

En el presente, las principales amenazas para la conservación del delfín mular son las interacciones adversas con la pesca, la contaminación y, potencialmente, el deterioro genético.

Las interacciones con la pesca son complejas y varían en las distintas regiones costeras. Aparte de la reducción en la disponibilidad de alimento causada por la sobreexplotación de los recursos pesqueros –un aspecto cuyo potencial impacto en las poblaciones de delfín mular no ha sido evaluado-, la pesca entraña dos tipos de mortalidad: la producida por las agresiones deliberadas por parte de los pescadores, y las capturas accidentales en artes de pesca empleados en la captura de otras especies. Tres son las causas principales que llevaban a los pescadores a dar muerte de una manera deliberada a los delfines: su utilización para el consumo, el uso de su carne o grasa como carnada en palangre y nasas de camarón, y el deseo de eliminar un competidor que consume especies de interés comercial y que produce destrozos en los artes de pesca. Las capturas accidentales se producen cuando los delfines mulares se dirigen a las redes y otros artes de pesca en busca de una presa fácil, lo que entraña el riesgo de enmalle o apresamiento del delfín y su consiguiente muerte por asfixia. Frecuentemente, los distintos tipos de conflicto con las actividades pesqueras están interrelacionados, por lo que la mortalidad asociada a ellos es aditiva. Así, la mortalidad accidental en redes de enmalle está a menudo asociada a las agresiones con armas de fuego, arpones u otros instrumentos por parte de pescadores que desean mantener los delfines alejados de dichas redes.

El efecto de la contaminación es difícil de evaluar, pues generalmente no se traduce en una mortalidad que pueda ser contabilizada, sino que se expresa mediante disminuciones en la capacidad reproductiva de las poblaciones, la depresión del sistema inmunitario que favorece la aparición y extensión de enfermedades –en ocasiones brotes epidémicos de gran alcance- y en lesiones o malformaciones orgánicas poco específicas que desembocan en una baja eficacia biológica de los ejemplares afectados o en un incremento de la mortalidad considerada como “natural”. Debido a diversos factores ecológicos y biológicos, los delfines presentan una elevada capacidad de bioacumulación y biomagnificación de contaminantes persistentes y la mayor parte de poblaciones ibéricas, en particular las mediterráneas, presentan concentraciones de diversos compuestos tóxicos que superan en varios órdenes de magnitud los niveles considerados como inocuos. Esto es

particularmente cierto en lo que respecta a productos químicos persistentes del tipo de los compuestos organoclorados (DDT, PCBs, HCB, etc) o los metales pesados (mercurio, plomo, etc), cuyo efecto deletéreo en las poblaciones de mamíferos marinos afectadas ha sido ampliamente documentado.

No obstante, el efecto de la contaminación no debe circunscribirse únicamente a estos elementos tóxicos, sino que en los últimos años se ha hecho cada vez más evidente que la contaminación sónica –en particular la producida por embarcaciones a motor- es una causa importante de deterioro del hábitat de los delfines. El tránsito intenso de embarcaciones conduce a la exclusión de los animales de determinadas franjas costeras, ya sea estacionalmente (p.e. en los meses de verano) o de manera completa. El ecoturismo centrado en delfines resulta especialmente dañino en este sentido pues, a diferencia del paso de embarcaciones en tránsito, significa una fuente reiterada de contaminación sónica que se mantiene de manera intencionada y por períodos prolongados en las proximidades de los grupos de delfines. Además, en diversas localidades en las que este ecoturismo se practica, ha conducido a colisiones -en ocasiones mortales- de las embarcaciones con los delfines y ha incentivado prácticas de peligrosa incidencia para una especie salvaje (dar de comer a los animales, nadar con los delfines, etc). Por otra parte, el uso indiscriminado de emisores sónicos o “*pingers*”, así como de otros utensilios productores de sonidos para ahuyentar a los delfines de los artes de pesca o las instalaciones de acuicultura, representan asimismo una fuente potencial de contaminación sónica.

Finalmente, el deterioro genético derivado de la progresiva fragmentación observada y del consiguiente aislamiento de las subpoblaciones puede derivar en consecuencias fuertemente negativas para la especie. Como resultado, algunos núcleos podrían reducirse hasta alcanzar niveles no viables, y los que sobrevivieran serían mucho más sensibles al efecto de cualquier impacto adverso. Este debilitamiento de las poblaciones debida a pérdida de variabilidad genética se sumaría al efecto de las interacciones adversas con la pesca y la contaminación, contribuyendo a impedir la recuperación de las poblaciones afectadas.

### **6.1.2. Marco legal de protección**

El delfín mular está considerado una especie amenazada o en situación crítica por la mayor parte de los catálogos de biodiversidad y por los acuerdos y reglamentos nacionales e internacionales de conservación. El Libro Rojo de los Vertebrados de España lo cataloga como especie “*Vulnerable*”, tanto en aguas de la Unión Europea como en las españolas del Mediterráneo. En el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas está considerado como “*Vulnerable*” tanto en aguas peninsulares (Orden del 10 de marzo de 2000) como en las de las Islas Canarias (Orden del 9 de junio de 1999). El Convenio de Berna lo incluye en el Anejo II, de fauna estrictamente protegida. La Directiva Habitats y su transposición en el R. D. 1997/1995 lo destacan, junto a la marsopa, en su anejo II, lo que lo convierte en una especie de interés especial cuya conservación requiere la designación de áreas especiales de conservación; además, está incluido también en el Anejo IV como especie de interés comunitario y que precisa una protección estricta. El Acuerdo sobre la Conservación de los Cetáceos del Mar Negro, el Mar Mediterráneo y la Zona Atlántica Contigua (ACCOBAMS) lo incluye entre las especies sobre las que se aplica el acuerdo y lo identifica en informes recientes (2002) como uno de los cetáceos que sufre mayores impactos por las actividades humanas. Finalmente, el delfín mular está específicamente protegido por las legislaciones autonómicas de Andalucía y la Comunidad Valenciana, y está catalogado como “vulnerable” en los libros rojos de los vertebrados amenazados de Andalucía y Baleares.

### **6.2. Actividades para asegurar la conservación del núcleo poblacional**

Las siguientes actividades se consideran de especial importancia para asegurar la conservación del delfín mular:

1. Elaboración de censos poblacionales utilizando técnicas estadísticamente robustas que permitan determinar tendencias demográficas en el tiempo y evaluar la trayectoria de los núcleos de población.
2. Determinación de las tasas reproductoras de los principales núcleos de población y su trayectoria en el tiempo.



3. Determinación, en las áreas sometidas a una presión pesquera mayor, de la condición nutritiva y el nivel trófico que ocupan los delfines en los núcleos de población más importantes a fin de determinar su relación con la capacidad de carga del ecosistema y la potencial competencia con la extracción de productos pesqueros.
4. Evaluación de las áreas de campeo y el intercambio de individuos entre núcleos poblacionales a fin de establecer su grado de aislamiento.
5. Ampliación de las actuales áreas marinas protegidas para dar cabida a una porción mayor de los efectivos de la especie. Creación de nuevas áreas protegidas donde existan núcleos significativos de población de la especie.
6. Eliminación en las áreas protegidas de aquellas actividades susceptibles de producir daños directos (colisiones, capturas accidentales) o indirectos (contaminación química o sónica) en la especie, y en particular: pesca con redes de enmalle y cerco, tránsito elevado de embarcaciones y ecoturismo centrado en cetáceos.
7. Desarrollo de programas de sensibilización dirigidos a los sectores productivos con mayor potencial de impacto negativo en la especie: pescadores y operadores de turismo (especialmente los dedicados al ecoturismo centrado en cetáceos). Se debe poner especial énfasis en informar a estos colectivos acerca del riesgo que suponen para las poblaciones de delfines las capturas, agresiones, el contacto humano, la alimentación con alimentos manipulados, y la aproximación reiterada y prolongada a los grupos de delfines.
8. Regulación del ecoturismo centrado en cetáceos, promulgando normativas que limiten la distancia de aproximación a los delfines y que prohíban las actuaciones potencialmente peligrosas (dar de comer, nadar con los delfines, tocarlos, etc).
9. Identificación de actividades pesqueras que producen muertes accidentales de delfines y, una vez identificadas, evaluación y tipificación de la mortalidad. Debido a la naturaleza cambiante de las actividades pesqueras, los estudios de identificación deberán ejecutarse periódicamente en todas las áreas de actividad susceptibles de conflictividad (por ejemplo, los artes de enmalle).

10. Prohibición de la posesión y utilización de los arpones o “delfineras”, promulgando una normativa específica que contemple inspecciones de los barcos y sanciones en el caso de que se halle a bordo uno de estos arpones.
11. Aplicación estricta de la normativa, ya existente, que prohíbe las capturas deliberadas de delfines, ya sea para consumo o para la utilización como cebo, y su comercialización. Para ser efectiva, esta aplicación debería incluir inspecciones periódicas en busca de productos de delfín en las embarcaciones susceptibles de realizar estas actividades y en las lonjas de las regiones donde éstas tienen lugar.
12. Aplicación estricta de la normativa, ya existente, que prohíbe las agresiones a los delfines. Para ser efectiva, esta aplicación debería ir acompañada de inspecciones periódicas de las embarcaciones susceptibles de realizar estas actividades en busca de petardos, escopetas de caza, arpones y otros utensilios agresivos.
13. Evaluación de los daños producidos por la predación de delfines en las actividades pesqueras susceptibles de sufrir dichos daños. Siempre que sea posible distinguirlos de los desperfectos producidos por otras especies o causas y valorar su coste económico, se recomienda la puesta en marcha de mecanismos compensatorios para los pescadores afectados.
14. Evaluación de la utilidad de los emisores sónicos o “*pingers*” en las actividades pesqueras que sufren predación y daños por parte de los delfines y de las modalidades de aplicación de estos emisores.
15. Promulgación de una normativa que regule y limite la utilización de los emisores sónicos (“*pingers*”) o de cualquier otro tipo de utensilio productor de sonidos empleados para ahuyentar a los delfines de los artes de pesca o las instalaciones de acuicultura. Su uso deberá requerir, en todos los casos, una autorización expresa por parte de las autoridades competentes de conservación de la fauna y en ningún caso podrán ser empleados en áreas protegidas cuya finalidad sea la conservación del delfín mular.

16. Evaluación de los niveles de contaminación por productos químicos persistentes (organoclorados y metales pesados) presentes en los tejidos de los delfines y de sus potenciales efectos en las poblaciones sujetas a mayores niveles de exposición.
17. Aplicación estricta de las regulaciones de los vertidos en el mar de contaminantes químicos persistentes en el marco de los instrumentos legales ya existentes.
18. Evaluación de los niveles de contaminación sónica y de sus potenciales efectos en las poblaciones sujetas a mayores niveles de exposición. Este control deberá efectuarse de modo particular en las áreas protegidas, que deberán regular el tráfico marítimo de manera que se minimice este tipo de contaminación.

En las siguientes Comunidades Autónomas se considerarán como prioritarias las siguientes actuaciones (según la numeración arriba señalada):

Cataluña: 1, 3, 4, 5, 6, 16, 17, 18.

Baleares: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18.

Comunidad Valenciana: 1, 3, 4, 5, 6, 16, 17, 18.

Murcia: 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 18.

Andalucía: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 18.

Galicia: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15,

Principado de Asturias: 1, 5, 6, 10,

Cantabria: 1, 5, 6, 7, 9, 10, 11,

País Vasco: 1, 5, 6, 7, 9, 10, 11,

### **6.3. Resultados esperados, y seguimiento y evaluación del éxito del Plan**

El presente Plan de Conservación tiene como objetivo mejorar el estado de conservación de la especie y asegurar su supervivencia en aguas españolas. Se espera que con la puesta en marcha de estas actuaciones se consiga una distribución regional de la especie acorde con la situación actual de nuestras aguas marinas y una abundancia y densidad poblacional máxima de acuerdo con la capacidad de carga de los distintos ecosistemas.

Globalmente, se considerará que esta mejora ha sido conseguida cuando en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas la especie pueda ser transferida de la categoría de “*Vulnerable*” a una categoría menos amenazada, y la Directiva Habitats la deje de considerar como una especie de interés especial, traspasándola de su anejo II al anejo IV.

La ejecución de las acciones 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16 y 18 se evaluará en base a los informes o resultados de las iniciativas ejecutadas. Para evaluar el éxito de las acciones 6, 10, 11, 12 y 17 será necesario llevar a cabo estudios periódicos de seguimiento que permitan valorar el grado de consecución del objetivo propuesto.

## AGRADECIMIENTOS

El equipo de investigación desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

- Cofradia de pescadores de Ciutadella
  - Cofradía de pescadores de Puerto de Alcudi
  - Cofradías de pescadores del País vasco
  - Coordinadores del proyecto ADEPT - DG XIV Unión Europea
  - CRAM – Centre de Recuperació d’ Animals Marins, Premiá (Cataluña)
  - CREMA – Centro de Recuperación de Especies Marinas Amenazadas, Málaga (Andalucía)
  - Direcció General de Pesca del Govern Balear
  - Dirección Provincial (Guipuzcoa) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
  - Gloria Fernández, Fundación Marineland - Mallorca
  - Greenpeace - Mallorca
  - Instituto da Conservação da Natureza de Lisboa (Portugal)
  - Rosa Martínez, Gabinete de Prensa de la Universidad de Barcelona
  - Servei de Audiovisuals de la Universitat de Barcelona
  - Universidad Autónoma de Barcelona
  - Universidad de Valencia
  - Ada Natoli y Rus Hoelzel (Universidad de Durham, Inglaterra).
- 
- Joan Vila, patrón del “PolillaII”
  - Icíar Gaminde y Felipe Klein, patrones del “Salmonete”
  - Txema Brotons, Cati Beltrán, Maria Valls, Monica Revelles, Vicenç Sempere, Carles López, Marta Coll, Guillermo Font de Matas, Marc Gilabert, Rebeca Casals, Eva Visauta, Maria Morell y Elisenda Godoy por el apoyo prestado en el trabajo de campo.

## **Equipo Investigador**

El equipo investigador que ha realizado los trabajos contenidos en la presente memoria es el siguiente:

Àlex Aguilar Vila (director del proyecto)

Assumpció Borrell Thió

Manel Gazo Pérez

María del Mar Fernández Contreras

Gemma Cantos Font

Anna Arderiu i Bofill

Victoria Tornero Álvarez

Silvia Scali

Joan Gonzalvo Villegas

Carles Carreras Huergo