

# **Evaluación del éxito de la campaña de repoblación CORVINA 2012**



**Universitat de les Illes Balears**

**Elena García Suárez**

**Trabajo de Fin de Grado**

**4ºGBIO, 2012-2013**



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>9</b>
Área de estudio.....	9
Censos desde embarcación.....	9
Encuestas .....	11
<i>Diseño, edición y distribución de trípticos informativos</i> .....	11
<i>Diseño y edición de la encuesta</i> .....	12
<i>Cumplimentación de las encuestas</i> .....	13
Seguimiento de las capturas de corvina.....	14
Gestión de la información obtenida (bases de datos).....	15
Análisis de los datos.....	15
<i>Descripción de los patrones espaciales</i> .....	15
<i>Tipificación de los pecadores</i> .....	15
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>16</b>
Distribución espacial de los pescadores recreativos .....	16
Encuestas .....	17
Tipificación de los pescadores .....	21
Seguimiento de las capturas de corvina.....	24
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>24</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>26</b>



## INTRODUCCIÓN

El incremento que ha experimentado la población humana en las últimas décadas supone una demanda creciente de recursos de todo tipo (energía, alimentos, bienes, servicios, información...). Todo indica que esta demanda creciente está produciendo cambios a escala de todo el planeta, por lo que para estos cambios se ha acuñado el término *Cambio Global* (Renema *et al.*, 2008). En el caso específico de los ecosistemas marinos, la pesca es uno de los principales agentes que contribuyen al cambio global, afectando a una gran variedad de *recursos naturales renovables*. Una parte de estos recursos son explotados de manera no sostenible (Gutyader *et al.*, 2013), por lo que muchas subpoblaciones (*stocks*; Begg *et al.*, 1999) están en declive e incluso algunas han colapsado desde el punto de vista económico (Cury *et al.*, 2005).

A pesar de su amplio rango de distribución (Fig. 1), la corvina (*Argyrosomus regius*, Asso 1810) está experimentando un declive de abundancia en muchas de las regiones de este rango (Haffray *et al.*, 2012). No se puede descartar que la sobrepesca sea la única causa de este proceso ya que durante este tiempo también se ha producido una fuerte degradación ambiental de las áreas de reproducción potenciales, pero se debe destacar que la corvina es especialmente vulnerable a la sobrepesca debido a las características de su historia vital. Por un lado, la corvina presenta una edad de maduración sexual relativamente tardía (González-Quirós *et al.*, 2011). Además, los individuos de esta especie realizan migraciones reproductoras (González-Quirós *et al.*, 2011), concentrándose en áreas muy específicas (desembocaduras de ríos, torrentes o albuferas) y produciendo ruidos muy característicos como una parte esencial de su comportamiento reproductivo, que los hace muy fácilmente localizables por los pescadores (González-Quirós *et al.*, 2011).



Fig. 1. Distribución de *Argyrosomus regius* e imagen de una captura

En las Islas Baleares, la corvina ha pasado de ser una especie relativamente abundante a ser catalogada como especie en peligro crítico en “Lista vermella dels peixos de les Balears” (Mayol *et al.*, 2000). Esta especie se desembarcaba de manera habitual en las lonjas de Baleares hace relativamente poco tiempo, desapareciendo de las estadísticas oficiales en los años 60. El último ejemplar del que se tiene referencia fue capturado en el Puerto de Andratx en 1974-1975 (Mayol *et al.*, 2000).



La corvina es un depredador apical, es decir, se encuentra en la cúspide de la cadena alimentaria y puede alcanzar una longitud de 230 cm y 103 kg de peso (González-Quirós *et al.*, 2011, Morales-Nin *et al.*, 2012) jugando, por tanto, un papel ecológico de primer orden. Debido a la relevancia ecológica y económica (Monfort, 2010) de esta especie, desde el año 2008 se está desarrollando un programa para su reintroducción con el fin de recuperar a medio plazo una población sostenible de esta especie en las Islas Baleares (*Proyecto de recuperación de la Corvina*). Este programa se enmarca en una línea estratégica más general que pretende fomentar una explotación sostenible de los recursos pesqueros por medio de la concienciación y colaboración de todo el sector pesquero, los gestores y los investigadores. Una de las líneas principales de actuación del *Proyecto de recuperación de la Corvina* consiste en la liberación de juveniles producidos en cautividad (*restocking*). Los juveniles de corvina son producidos en las instalaciones del LIMIA (Laboratori de Investigacions Marines i Aqüicultura, Govern Balear, Govern Balear), centro que fue pionero en España en conseguir la reproducción de la corvina en cautividad en el año 2006, además de tener una amplia experiencia en la cría de numerosas especies como doradas, lubinas, dentones, morrudas, serviola, centollos, pulpos, etc. En el LIMIA se han desarrollado protocolos tanto para obtener puestas de reproductores procedentes del Golfo de Cádiz (*stock salvaje*) como para criarlos hasta alcanzar una talla de liberación óptima (Fig. 2). Hasta el momento se han liberado cerca de 15.000 juveniles de corvina y se ha obtenido información de varios cientos de recapturas. Por ejemplo, han sido recuperados ejemplares que han permanecido más de dos años en libertad, pasando de pesar 500 g a pesar más de 4 kilos y alcanzando la madurez sexual. (Fig. 2).



Fig. 2. Diferentes estadios de desarrollo de la corvina criada en cautividad y ejemplar recapturado.

Actualmente, dentro del *Proyecto de recuperación de la Corvina*, se está llevando a cabo un proyecto de investigación coordinado entre IMEDEA (Institut Mediterràni d'Estudis Avançats; CSIC-UIB) y LIMIA. Este proyecto (*La repoblación como herramienta complementaria para la gestión de*



*recursos marinos*; financiado por el INIA 2011-00056-C02-00) se inició en 2011 y uno de sus objetivos es estimar la esperanza de vida de las corvinas liberadas en la Bahía de Palma. La mortalidad asociada a la pesca se puede estimar a partir de la distribución temporal de las capturas de los juveniles liberados (Blankenship & Leber, 1995). Para ello, dentro de este proyecto se están liberando juveniles marcados y se desarrollan diferentes iniciativas para maximizar la tasa de devolución de pescados marcados por parte de los pescadores comerciales y recreativos. Gracias a la implicación de los pescadores en el programa Corvina, la tasa de peces marcados que son pescados y retornados al IMEDEA-LIMIA es relativamente alta (5-10%). La tasa de recuperación de marcas en otros casos está dentro del rango 0-31.3%: 3-4% para el besugo negro (Blanco *et al.*, 2008), 2.6-23.3% para el esturión blanco (Ireland *et al.*, 2002), 0-31.3% para el bacalao (Svåsand *et al.*, 2000), 4.7-10.7% para el besugo rojo (Kitada & Kishino, 2006), 1.2-16% para el lenguado (Kitada & Kishino, 2006) ó 1.4-3.8% para el salmón (Kitada & Kishino, 2006).

Pero las características biológicas de las corvinas citadas anteriormente hacen suponer que también pueden ser capturadas por los pescadores recreativos de costa. Los juveniles de esta especie se distribuyen, durante al menos varios años, muy cerca de la costa y a poca profundidad (Fig. 3) (Morales-Nin *et al.*, 2012). La vulnerabilidad potencial de la corvina a la pesca desde costa se ha confirmado por algunas devoluciones puntuales de peces marcados por parte de este tipo de pescadores (Gil *et al.*, en preparación). La hipótesis de trabajo que se plantea en este estudio es que el bajo porcentaje de capturas por parte de pescadores recreativos de costa puede deberse a que este sector de pescadores es más difícil de informar y concienciar que los pescadores comerciales, debido a su mayor número y a su heterogeneidad.

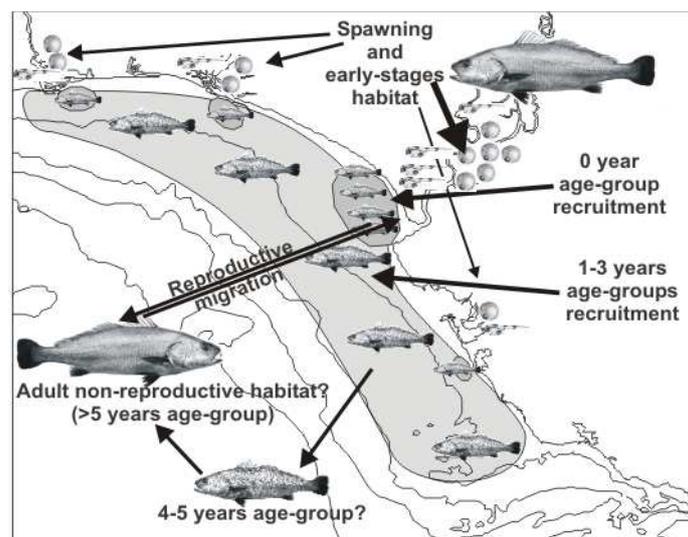


Fig. 3. Ciclo vital de la corvina (*Argyrosomus regius*).

En cualquier caso, el *restocking* es sólo una de las muchas medidas de gestión pesquera aplicables (Morales-Nin *et al.*, 2010). La explotación sostenible de los recursos renovables implica la implementación de medidas de gestión y control cada vez más sofisticadas (Worm *et al.*, 2009). En el caso de la pesca, estas medidas de control y gestión se aplican de manera casi exclusiva al sector



comercial ya que hasta hace poco se consideraba que el impacto de la pesca recreativa era irrelevante. Pero recientemente se ha demostrado que los efectos de la pesca recreativa son mucho más importantes de lo que se había supuesto, tanto desde el punto de vista de su impacto ecológico como económico o sociológico. Por ejemplo, en Australia se ha puesto de manifiesto que la captura total de varias especies, entre ellas la caballa, por parte de la pesca recreativa equivale al 27-206% de la captura comercial en 2010 para esas mismas especies (Zischke *et al.*, 2012).

En el caso de las Islas Baleares, la estima del volumen de capturas de la pesca recreativa desde embarcación es del mismo orden de magnitud que el volumen de desembarques en lonja de la pesca artesanal, que se cifra en 1209.25 Tm/año (Morales-Nin *et al.*, 2005). Según este mismo estudio, el arquetipo del pescador recreativo es un varón de mediana edad que pesca desde una embarcación sobre fondos de roca o *Posidonia oceanica*, a poca distancia de la costa, desde unos pocos metros hasta una profundidad aproximada de unos 30-40 m. Esta modalidad de pesca recreativa se denomina tradicionalmente *Roquer* y explota una gran diversidad de especies de talla relativamente pequeña, entre las que destacan *Coris julis*, *Diplodus annualris* y *Serranus scriba* (Morales-Nin *et al.*, 2005).

Desde el punto de vista de las capturas por pescador, la pesca desde costa podría parecer menos relevante que la pesca desde embarcación, aunque apenas hay datos objetivos referentes tanto al número de practicantes, a su esfuerzo pesquero (número de pescadores por día) o a sus capturas (CPUEs o capturas por unidad de esfuerzo). Se puede hacer una estimación partiendo del porcentaje de la población de Baleares que se declara pescador recreativo (5.14%) (Morales-Nin *et al.*, 2005) y que, de ellos, hasta un 32.4% manifiesta pescar desde la costa (Morales-Nin *et al.*, 2005), lo que sugiere que el volumen de capturas podría ser mucho más importante de lo que se ha supuesto hasta ahora.

La importancia de la pesca desde costa es evidente en otras regiones como en el sur de Portugal, donde se ha comprobado que, aunque en general las capturas desde costa de especies consideradas comunes sólo corresponden a un 0,8% de los desembarques comerciales, en otras especies como el sargo común (*Diplodus sargus*) este porcentaje aumenta drásticamente hasta un 65% (Veiga *et al.*, 2010).

## OBJETIVOS

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se enmarca dentro de dos líneas de investigación de IMEDEA-Fish ecology Group (<http://ichthyology.webnode.com/>) y del LIMIA:

- 1) Desarrollar protocolos de *restocking* en especies localmente extinguidas.
- 2) Describir las características de la pesca recreativa en general y específicamente de este sector de pescadores recreativos, en cuanto a tipos de pescadores, capturas, esfuerzo pesquero y número de participantes.



De acuerdo con esto, el objetivo general del TFG es también doble:

1) Desarrollar los protocolos necesarios para dar a conocer el *Proyecto de recuperación de la Corvina* y mejorar la tasa de devolución de corvinas marcadas.

2) Poner en marcha alguno de los programas de muestreo necesarios para describir las actividades del sector. Este segundo objetivo es ciertamente ambicioso y complejo, tanto desde el punto de vista logístico como analítico (Fig. 4), por tanto este TFG se centrará en dos aspectos concretos pero muy importantes: la puesta en marcha de un programa de encuestas a los pescadores desde costa y la puesta en marcha de un programa de censos de pescadores desde costa (realizados desde una embarcación). Estos dos aspectos están resaltados en rojo en la Fig. 4.

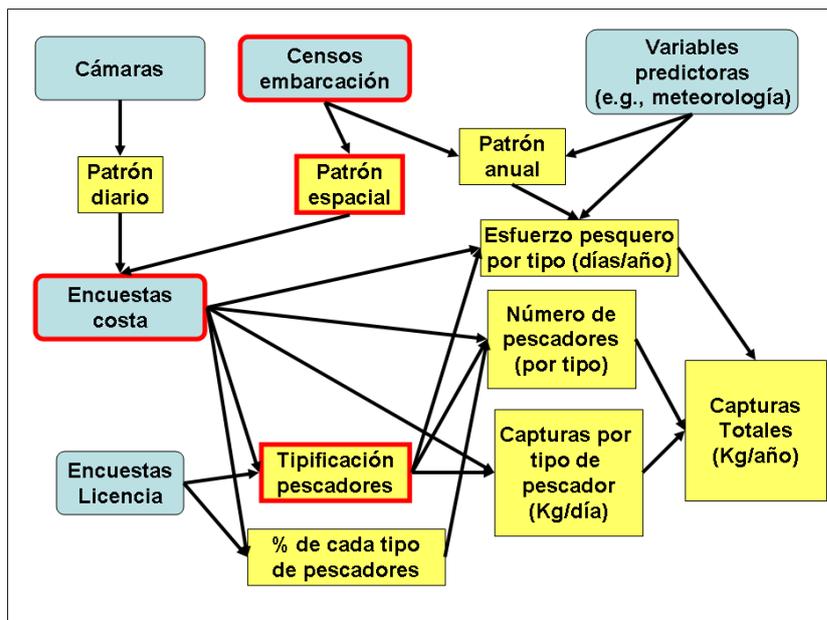


Fig. 4. Esquema general de los programas de muestreo (en azul) y los hitos analíticos previstos. Los aspectos relacionados con el presente TFG están resaltados en rojo.

Los objetivos específicos del TFG son:

1. Dar a conocer el *Proyecto de recuperación de la Corvina* entre los pescadores recreativos de la costa urbana de la Bahía de Palma.
2. Registrar las capturas de corvina por los pescadores recreativos de la costa urbana de la Bahía de Palma.
3. Tipificar a los pescadores recreativos de la costa urbana de la Bahía de Palma en relación a sus características socioeconómicas y su esfuerzo pesquero (días/año).
4. Describir los patrones espaciales de los pescadores recreativos de la costa urbana de la Bahía de Palma.

Los resultados y conclusiones de este trabajo están limitados al espacio temporal que éste abarca (Octubre 2012 a Enero 2013), por tanto en esta memoria se presentan los resultados preliminares de un estudio más general que abarcará hasta finales de 2013.



## MATERIAL Y MÉTODOS

De acuerdo con la Fig. 4, el plan de trabajo se organizó para optimizar el esfuerzo de dar a conocer el programa corvina entre los pescadores recreativos mediante la puesta en marcha de dos programas de muestro claves para la descripción del sector: las encuestas y los censos.

### Área de estudio

Los juveniles de corvina producidos en las instalaciones del LIMIA están siendo liberadas en un lugar cercano al Hospital San Juan de Dios en Es Coll d'en Rabassa, por lo que se creyó oportuno centrar el estudio en esta zona, abarcando así toda la Bahía de Palma (Fig. 5).



Fig. 5. Límites establecidos para delimitar el estudio a la Bahía de Palma.

### Censos desde embarcación

La distribución espacial de los pescadores desde costa se analizó mediante censos realizados desde una embarcación navegando a poca distancia de la costa. La duración de un censo fue de aproximadamente una hora, durante la que se recorrió toda el área de estudio (Fig. 5). Cuando se localizó un pescador, la barca se aproximó a una distancia de aproximadamente 50-100 metros para determinar su posición GPS (Fig. 6).



Fig. 6. Foto realizada durante un censo desde embarcación. 23-dec-2012.

Además, para cada pescador se registró el número de aparejos y su tipo, considerándose cuatro modalidades posibles: *suret*, *carrete*, *spinning* o aparejos para la pesca de pulpo (Fig. 7).





Fig. 7. Modalidades de pesca, de izquierda a derecha: *carrete*, *suret* y *spinning*.

Toda esta información se almacenó en una PDA dotada de GPS. Se utilizó el software Cybertraker ([http://www. http://cybertracker.org/](http://www.cybertracker.org/)) para gestionar y facilitar la adquisición de datos. La aplicación que se ha diseñado y desarrollado con este software permite la captura automática de fecha, hora y posición GPS. Se diseñó una secuencia de pantallas que permitió minimizar el tiempo necesario para registrar los datos, así como los errores inherentes a la adquisición de datos de campo (Fig. 8).



Fig. 8. PDA y un ejemplo de pantalla para el registro de datos.

Durante el periodo de estudio se completaron un total de dos censos desde embarcación, ambos por la mañana y durante el fin de semana ya que es el periodo durante el cual se puede encontrar un mayor número de pescadores (Morales-Nin *et al.*, 2005). Está previsto llevar a cabo nuevos censos a diferentes horas del día y tanto en fin de semana como en días laborables, ya que la distribución espacial puede variar en función de estas variables, especialmente de la hora del día. Por ejemplo, podría ser más probable encontrar más pescadores en las zonas de playa a partir de la tarde. Por tanto, en el futuro, los censos se distribuirán durante determinadas horas del día de acuerdo con la distribución temporal de pescadores (estimada a partir de las imágenes suministradas por una serie de cámaras fijas, Fig. 4).



## Encuestas

La finalidad de las encuestas a pescadores fue doble: por una parte divulgar el *Proyecto de recuperación de la Corvina* para maximizar la tasa de retorno de corvinas marcadas y por otra, caracterizar a los pescadores. Para ello, el protocolo utilizado fue:

- 1) Entrega de un tríptico informativo del programa Corvina,
- 2) Explicación verbal de los objetivos principales del programa.
- 3) Explicación del protocolo a seguir por el pescador en el caso de una captura de corvina.

4) Explicación del programa de recompensas: los pescadores que colaboran comunicando recapturas o cediendo las corvinas capturadas son recompensados con un obsequio simbólico (material de pesca de bajo coste) y participan en el sorteo de material de pesca por valor de 300 euros. Además de servir como incentivo directo, se pretendía con estos sorteos el efecto multiplicador de su repercusión mediática en los medios de comunicación locales (Fig. 9).

- 5) Cumplimentación de la encuesta.



Fig. 9. Recortes de periódico. Izquierda: Última Hora (07/08/2012); derecha: El Mundo-El Día de Baleares (04/09/2012).

### **Diseño, edición y distribución de trípticos informativos**

Se ha demostrado con anterioridad que una de mejores formas de entrar en contacto con los pescadores recreativos es mediante entrevistas personales y la entrega de un tríptico informativo (Cardona *et al.*, 2010). Por tanto, se diseñó un tríptico que se distribuyó a todos los pescadores entrevistados (Fig. 10).





Fig. 10. Tríptico entregado a cada pescador para información sobre la corbina.

### ***Diseño y edición de la encuesta***

La modalidad de la encuesta fue “*face-to-face*”, consistente en que el entrevistador va haciendo una batería de cuestiones y va registrando personalmente las respuestas dadas por el encuestado. Esta modalidad supone un mayor esfuerzo pero permite un buen control de calidad de las respuestas (Cardona *et al.*, 2010). La mayoría de las cuestiones estuvieron motivadas por el objetivo de tipificación y clasificación de los pescadores recreativos, pero otras pretendían estimar la frecuencia de capturas de corvina, así como dar a conocer el *Proyecto de recuperación de la Corvina* entre los pescadores e incentivarlos para que comuniquen futuras capturas de corvina. Las preguntas cuyo objetivo fue la tipificación de los pescadores se basaron en la combinación de encuestas utilizadas con el mismo fin por Pollock *et al.* (1994), McGlennon & Kinloch (1997), Veiga *et al.* (2010) y Smallwook *et al.* (2011).

Como en el caso de los censos desde embarcación, las preguntas de la encuesta se implementaron en una PDA mediante el programa Cybertracker ([http://www. http://cybertracker.org/](http://www.cybertracker.org/)). (Fig. 8). La aplicación desarrollada permitió la captura automática de fecha, hora y posición GPS. La encuesta constó de las siguientes cuestiones, que en todos los casos sólo permitieron una respuesta cerrada (se elige la respuesta de una lista limitada de posibilidades):



- 1) Fecha
- 2) Hora
- 3) Latitud
- 4) Longitud
- 5) Foto Pescador
- 6) Entrevistador
- 7) Sexo
- 8) Edad
- 9) Número de cañas
- 10) Tipo de caña
- 11) ¿Quiere Contestar la Encuesta? (FIN CONDICIONAL)
- 12) Nombre
- 13) Origen
- 14) Tipo de anzuelo
- 15) Tipo de cebo
- 16) ¿A que hora has llegado?
- 17) ¿Cuánto tiempo más estarás?
- 18) ¿Cuántos peces has pescado hoy?
- 19) Foto capturas
- 20) ¿Te hemos entrevistado antes? (FIN CONDICIONAL)
- 21) ¿Conoce Programa Corvina?
- 22) Medio
- 23) ¿Has pescado alguna?
- 24) ¿Habitualmente pescas así? (pesca desde costa urbana)
- 25) ¿Cuándo fue la última vez así?
- 26) Frecuencia habitual
- 27) ¿Vienes siempre aquí?
- 28) Sitios más habituales (10 sectores posibles)
- 29) Importancia de la captura para volver
- 30) ¿Cómo afectan otros pescadores?
- 31) ¿Qué especies intentas pescar? (lista cerrada)
- 32) ¿Sabes lo que es el spinning?
- 33) ¿Pescar calamares desde costa?
- 34) Máximo de calamares pescados
- 35) ¿Cuántas especies conoces? (lámina con 5 especies comunes)
- 36) Un buen día: ¿Cuántos peces?
- 37) Un buen día: ¿Qué especies?
- 38) Un buen día: ¿Qué talla?
- 39) Cuando tengo tiempo, voy a pescar...(1 a 5 [siempre])
- 40) ¿Practicas captura/suelta?
- 41) ¿Cómo son tus capturas? (1 a 5 [muy buenas])
- 42) ¿Cómo es tu equipo de pesca?
- 43) ¿Conoces el cupo capturas/día?
- 44) ¿Conoces la marca de tu caña?
- 45) ¿Conoces el número del anzuelo?
- 46) ¿Años de Experiencia?

### ***Cumplimentación de las encuestas***

Hasta el momento, se han completado un total de 88 encuestas. La frecuencia media de realización de encuestas fue de dos días por semana durante un periodo de diez semanas. En cuanto a la hora, de acuerdo con el carácter preliminar de este estudio, se realizó aleatoriamente, a la espera de resultados más precisos de los patrones temporales (distribución de los pescadores a lo largo del día, Fig. 4).

Respecto a la distribución espacial de las encuestas, se ha completado un itinerario prefijado de aproximadamente 12 Km de longitud dividido en 10 sectores distribuidos a lo largo de la costa



urbana de la Bahía de Palma (Dique exterior, Auditorium-Sa Riera, La Seu, Portixol-Can Pere Antoni, Portixol-Molinar, Cala Gamba, Es Carnatge, Can Pastilla-Port, S'arenal y S'Arenal-Port (Fig. 11) atendiendo a su longitud y al número medio de pescadores recreativos presentes en cada zona, de tal manera que ha sido posible un muestreo de un sector en un tiempo estimado de entre una y dos horas.

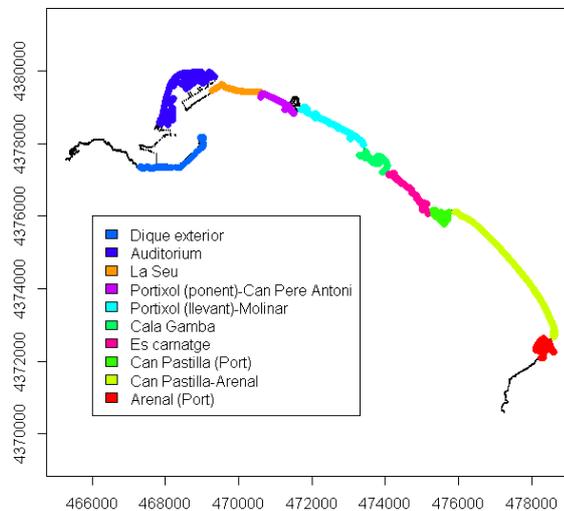


Fig. 11. Delimitación de los diez sectores en los que se dividió el área de estudio.

### Seguimiento de las capturas de corvina

Durante el periodo 2012-2013 está previsto liberar de 8.000 a 10.000 juveniles de corvina. Con ellos se pretende analizar la viabilidad de los juveniles liberados para determinar las posibilidades de restablecer una población sostenible (proyecto de investigación INIA 2011-2014). Todas las corvinas liberadas al mar fueron previamente marcadas con un código numérico que permite conocer la fecha y lugar de su liberación mediante una base de datos elaborada con tal fin. El pasado 2 de Agosto de 2012 se liberaron en la Bahía de Palma 3.000 juveniles, y el 22 de Noviembre de 2012 se liberaron otros 1.000 individuos más en el mismo lugar, siendo todos ellos la base para uno de los dos objetivos de este Trabajo de Fin de Grado (TFG), que se lleva a cabo entre Octubre de 2012 y Febrero de 2013. Por tanto, se ha colaborado en el proceso de marcado y liberación de las dos sueltas (Fig. 12).





Fig. 12. Liberación de corvinas (22/11/2012).

## Gestión de la información obtenida (bases de datos)

Todos los datos generados en cada día de muestreo (censos y encuestas) se volcaron desde la PDA a un ordenador mediante un software de sincronización. Asimismo, después de cada salida se realizó un control de calidad exhaustivo de todas las respuestas de las encuestas. La información depurada se exportó a una hoja de cálculo estándar (Excel) para su posterior análisis.

Además, se implementó una base de datos específica para gestionar la participación de cada pescador en el programa de recompensas (sorteo anual de 300 euros en material de pesca) y se diseñó otra base de datos para gestionar la información relacionada con las posibles recapturas de corvina.

## Análisis de los datos

### *Descripción de los patrones espaciales*

Para determinar el patrón espacial de la distribución de pescadores, los datos de cada censo (posiciones de GPS de la embarcación) fueron proyectados sobre el punto más próximo de la costa. A continuación, se computó el número de aparejos de cada sector y finalmente se estandarizó el número aparejos por km de costa de cada sector.

Estos análisis se completaron mediante las librerías *mapproj* y *maps* de R package (<http://www.r-project.org/>).

### *Tipificación de los pecadores*

Para definir grupos (=tipos) de pescadores formados pescadores de características lo más parecidas que fuera posible, se calculó el grado de similitud/diferencias entre los pescadores encuestados en base a las respuestas a las cuestiones de la encuesta. Se espera que las respuestas a cada pregunta sean interdependientes (por ejemplo, que los pescadores muy experimentados responderán de manera similar a muchas de las cuestiones) y por tanto que los patrones de covariación en las respuestas permitieran identificar grupos de pescadores. Para ello, se calculó la distancia de Gower (dada la naturaleza categórica de las variables consideradas; Borcard *et al.*,



2011) entre todos los pescadores. La matriz de distancias resultante fue factorizada mediante un análisis de coordenadas principales (Borcard *et al.*, 2011), cuyos primeros ejes fueron utilizados para delimitar  $k$  grupos con la máxima homogeneidad. Para ello se utilizó el método de *k-means* (Legendre & Legendre, 1998; Borcard *et al.*, 2011). Para definir el número óptimo de grupos (mínimo número de grupos explicando el máximo de variabilidad entre ellos), se evaluó la varianza explicada por un número creciente de grupos ( $k$ ) y se comparó este valor con el esperado en el caso de ausencia total de estructura (mediante un método de *bootstrap* no paramétrico, Manly, 2007). Finalmente, se evaluó qué variables mostraban diferencias significativas entre grupos de pescadores (test chi-cuadrado).

En el caso de las especies que los pescadores esperan y/o desean pescar, los datos iniciales (matriz de presencia/ausencia de cada especie en la lista de especies objetivo del pescador) fueron sometidos a un análisis de correspondencias (Borcard *et al.*, 2011) y a un proceso de categorización (tipos de capturas) similar al descrito para los pescadores (*k-means*).

Estos análisis se completaron mediante las librerías *cluster*, *vegan*, *ecodist*, *lattice* y *ellipse* de R package.

## RESULTADOS

### Distribución espacial de los pescadores recreativos

Se han completado dos censos desde embarcación (24-nov-2012 y 23-dec-2012), abarcando toda el área de estudio (desde el Dique Exterior hasta el Club Nautic de s'Arenal; Fig. 4) y que han permitido detectar 176 pescadores recreativos (86 y 90 respectivamente). El número total de aparejos fue de 212 (una media de 1.2 aparejos por pescador). El tipo de aparejo más frecuente fue *carrete*, seguido de *suret* (Fig. 13).

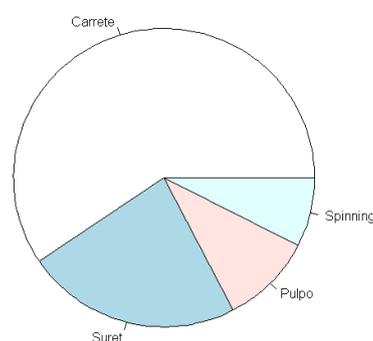


Fig. 13. Distribución por tipo de aparejo.

Respecto a la distribución espacial (una vez eliminados los pescadores de pulpo), en ambos censos, la mayor densidad de aparejos por km se observó en el Dique exterior, mientras que en la parte interior del Puerto de Palma no se detectó ningún pescador (Fig. 14 y Fig. 15).



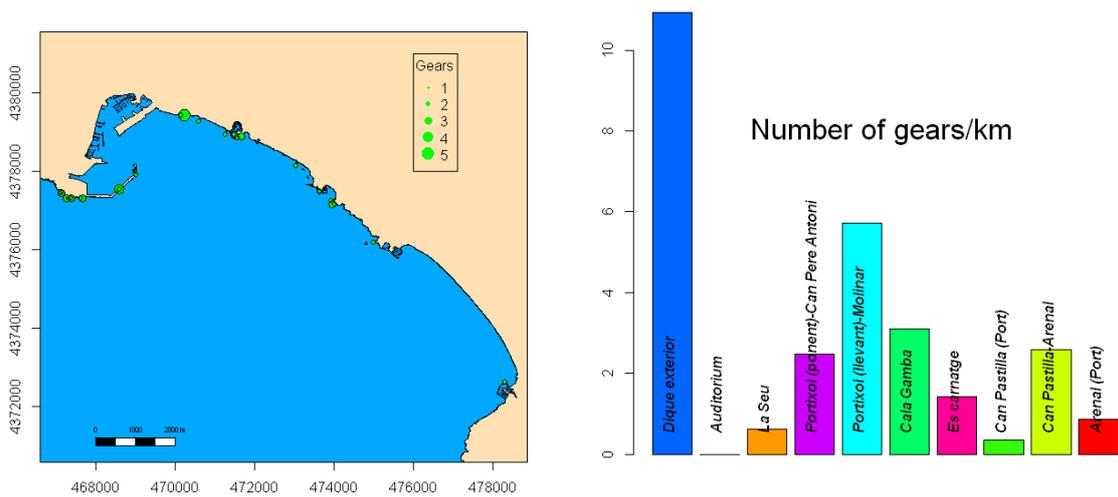


Fig. 14. Resultados del censo realizado el 24-non-2012.

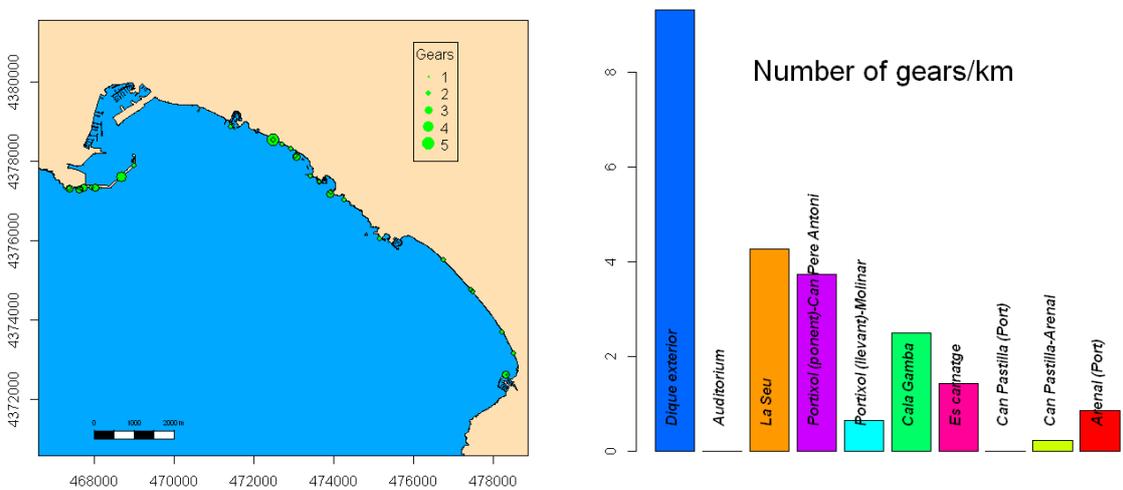


Fig. 15. Resultados del censo realizad el 23-dic-2012

La abundancia de pescadores en el resto de sectores muestra un patrón más irregular y se deberá esperar a disponer de más información para describir adecuadamente el patrón espacial.

## Encuestas

De las 88 encuestas completadas, cerca de un 20% de los pescadores rehusaron contestar la encuesta (Fig. 16). De entre los pescadores que sí han accedido a contestar a la encuesta, cerca de un 11% han sido interceptados en más de una ocasión.



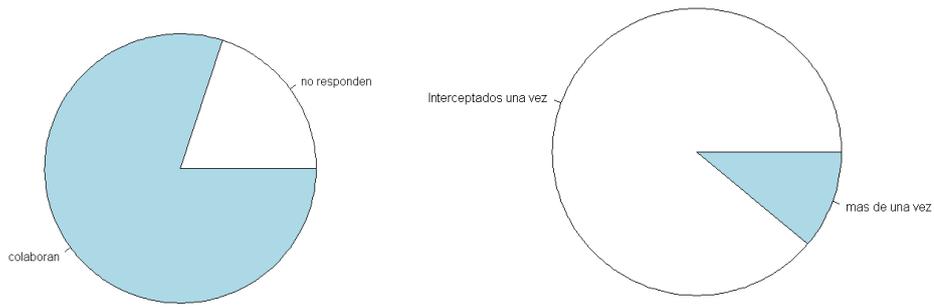
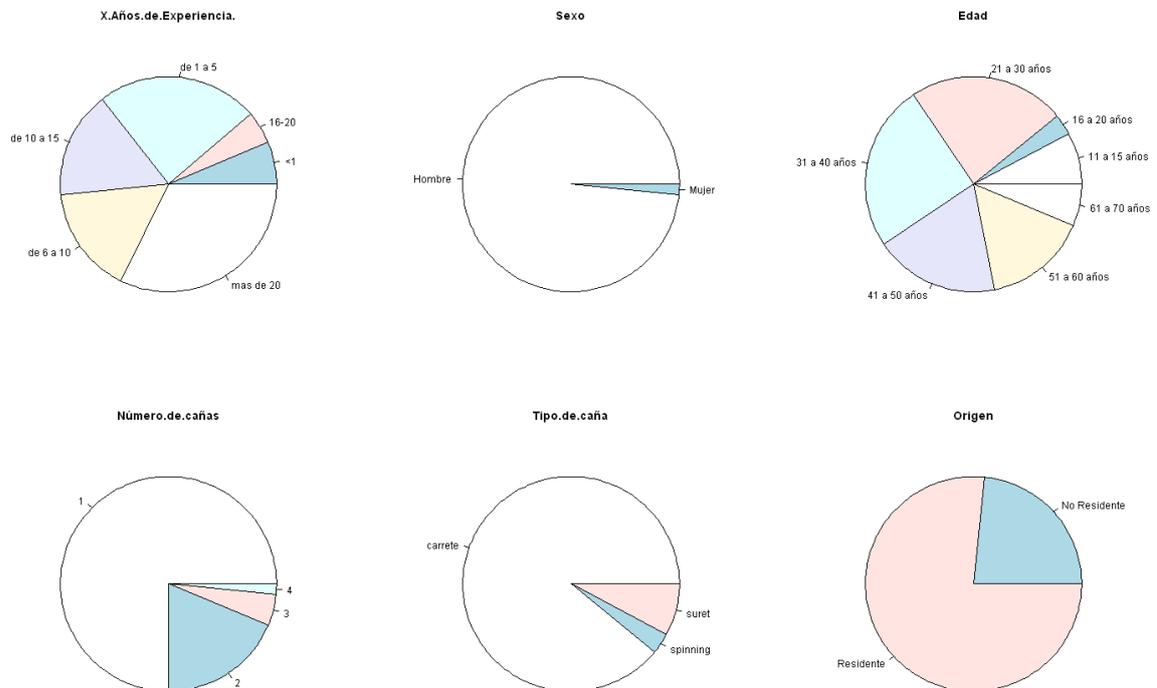
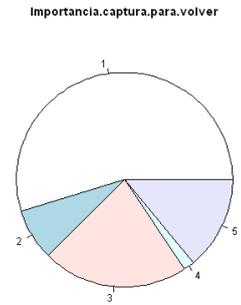
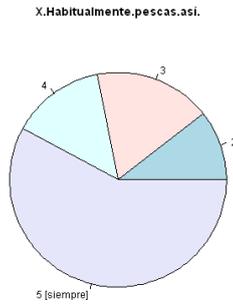
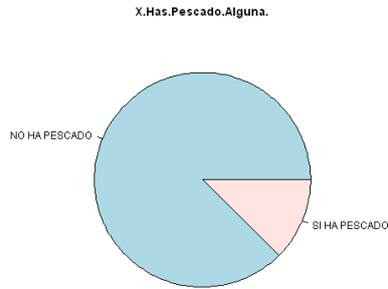
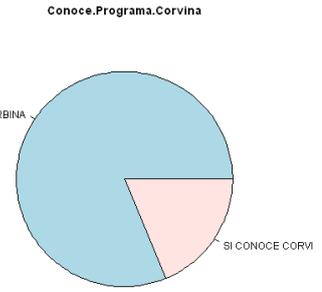


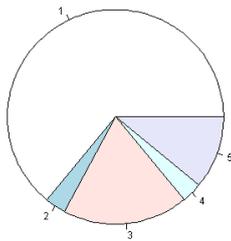
Fig. 16. Porcentaje de pescadores que no quieren responder la encuesta y porcentaje de pescadores que han sido detectados en más de una ocasión.

En los casos en que un mismo pescador ha sido detectado varias veces, sólo se ha tenido en cuenta la primera encuesta (encuesta completa) para completar la tipificación de los pescadores. Los resultados de estas encuestas se resumen en la figura siguiente (Fig. 17):

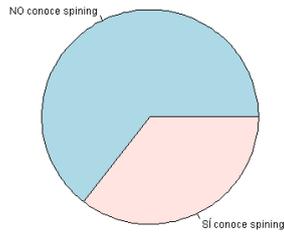




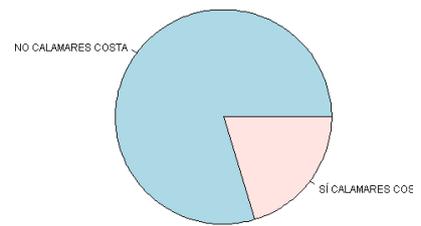
**X.Cómo.afectan.otros.pescadores.**



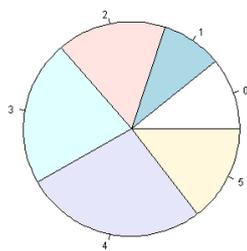
**X.Sabes.lo.que.es.el.spinning.**



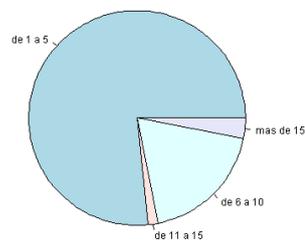
**X.Pescar.calamares.costa.**



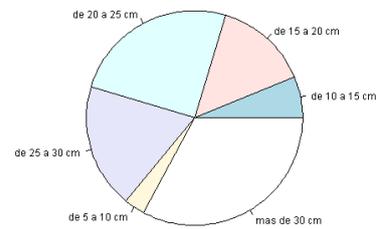
**X.Cuántas.especies.conoces.**



**Un.buen.día**



**Un.buen.día.Tallas**



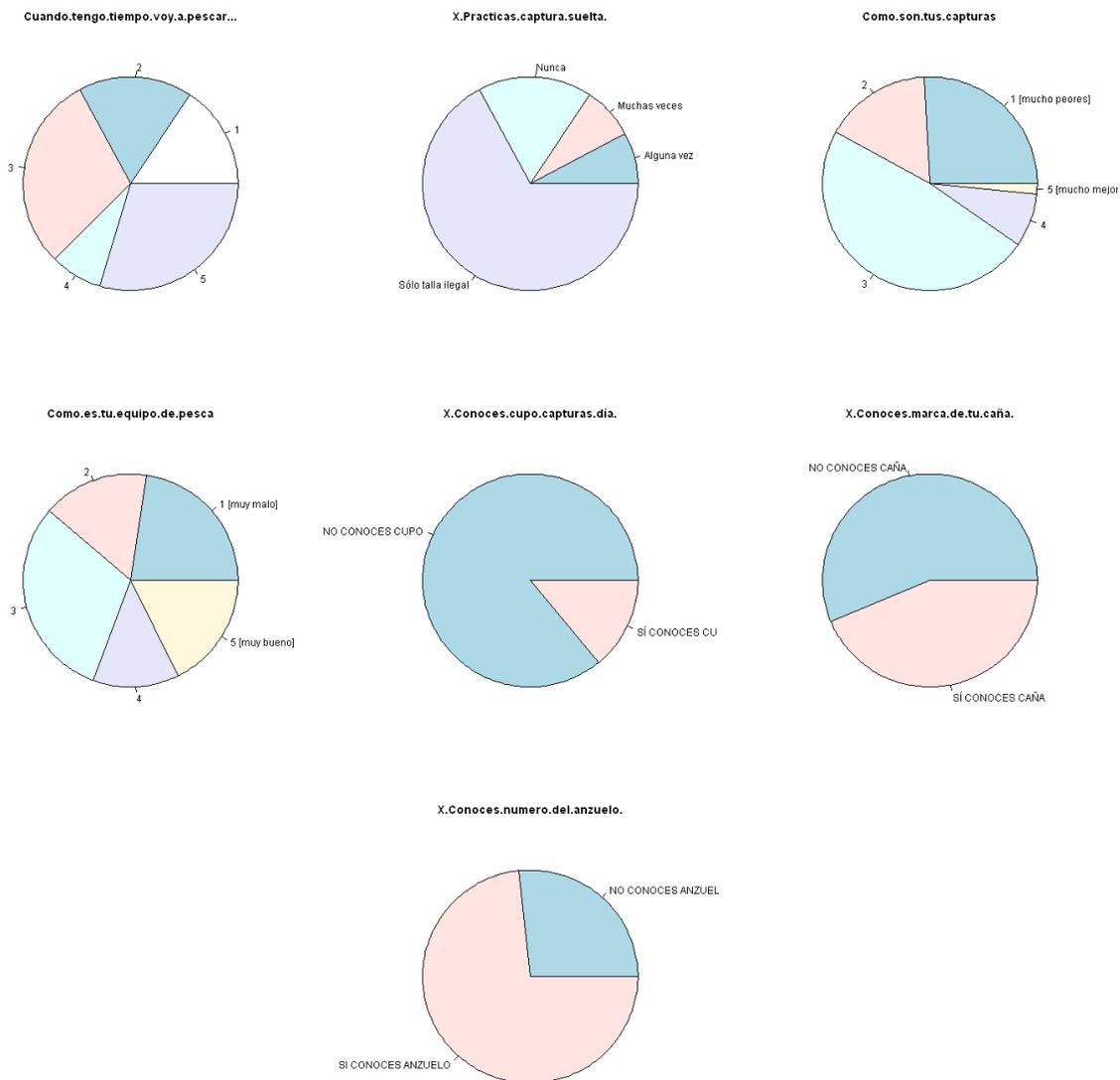


Fig. 17. Porcentajes de cada respuestas en 25 preguntas de la encuesta.

Respecto a la duración de la jornada de pesca, la mediana fue de 3.45 horas. La duración fue transformada en una variable cualitativa (dependiendo de que la duración de la jornada fuera mayor o menor que la mediana).

En relación a las especies deseadas (que se quieren pescar) y esperadas (que se esperan pescar), se complementaron las respuestas en una sola matriz de presencia/ausencia. El resultado del análisis de correspondencias de esta matriz explica un porcentaje relativamente bajo de la variabilidad. Los dos primeros ejes explican cerca de un 20% pero incluyendo hasta 8 ejes se explica un 80% de la variación. La división en grupos mediante el método *k-means* (a partir de la similitud entre pescadores medida como distancia Euclídea considerando estos 8 ejes), mostró un óptimo en 4 grupos. La prevalencia (en porcentajes) de capturas deseables y/o esperables de cada grupo y para las especies más frecuentes, se muestra en la Fig. 18. El primer grupo de especies objetivo (verde)



queda definido por la lubina y la dorada. El segundo grupo de especies objetivo (amarillo), probablemente relacionado con pescadores más realistas y experimentados, esta formado esencialmente por la salpa. El tercer grupo de especies objetivo (marrón) esta formado por un grupo muy variado de especies, mientras que el cuarto (blanco) se esta formado por especies propias de fondos de *Posidonia/roca* (*Coris julis* y *Serranus scriba*).

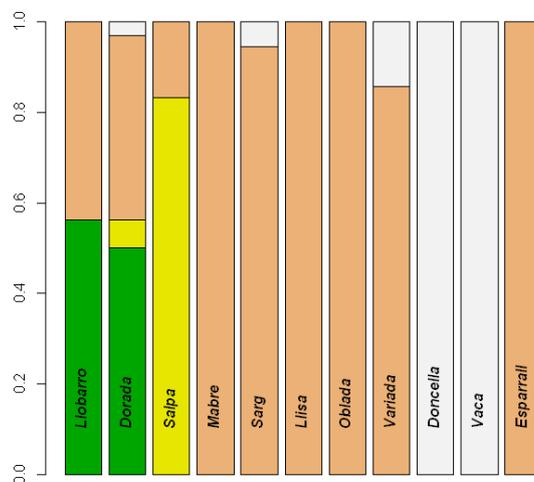


Fig. 18. Porcentajes de cada tipo de pescador en cuanto a especies que desea o espera pescar.

## Tipificación de los pescadores

Finalmente, la matriz formada por las 25 preguntas mostradas en la Fig. 17, más la duración de la jornada (codificada como una variable cualitativa; más o menos que la mediana), más el tipo de especies capturadas (Fig. 18), fue utilizada para determinar los principales tipos de pescadores recreativos. Las 27 variables consideradas son categóricas. El análisis de coordenadas principales obtenido a partir de la matriz de semejanza/diferencia entre pescadores (definida mediante la distancia de Gower) se muestra en la Fig. 19. El método de *k-means* permitió diferenciar 4 tipos de pescadores, que se indican en colores diferentes (Fig. 19).



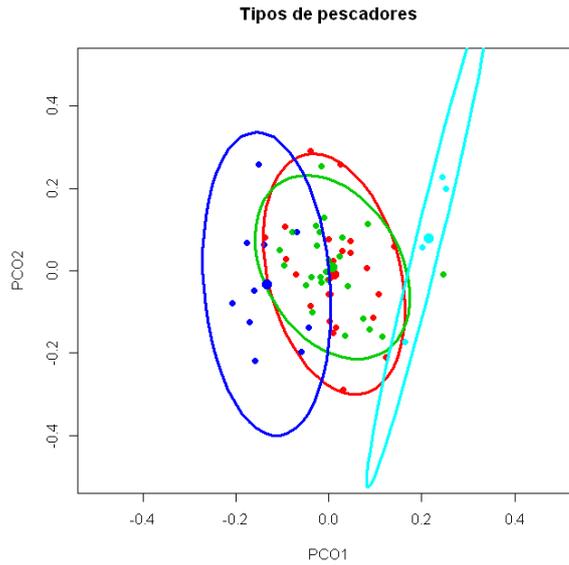
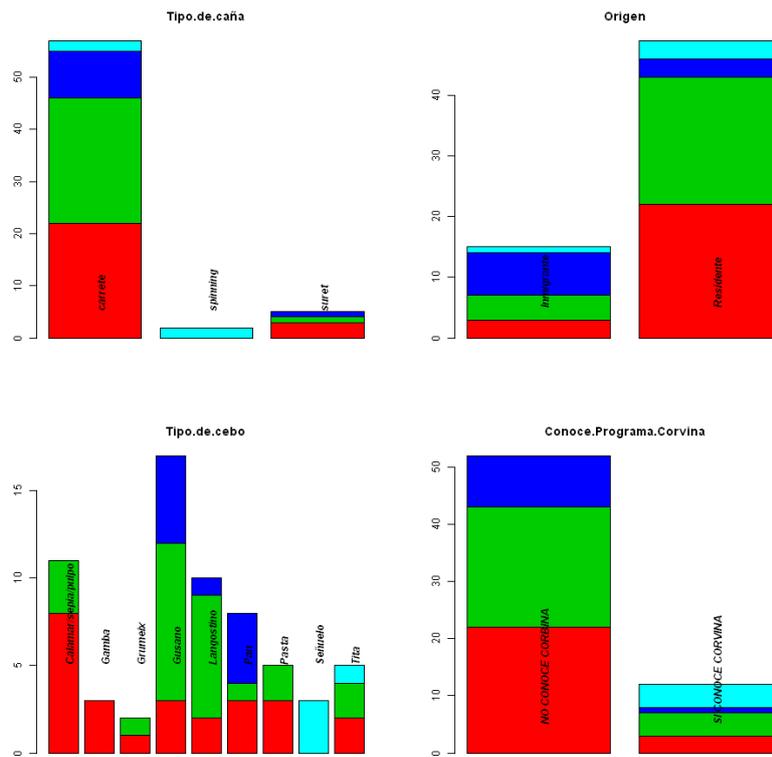


Fig. 19. Biplot (dos primeros ejes) de un análisis de coordenadas principales obtenido a partir de una matriz de semejanza entre pescadores. Se indican las elipses (95%) de los cuatro tipos de pescadores identificados mediante *k-means*.

A continuación, se analizó la distribución de las respuestas de cada tipo de pescador (mediante un test chi-cuadrado). Las 12 variables que muestran diferencias significativas entre tipos de pescador se muestran en la Fig. 20.



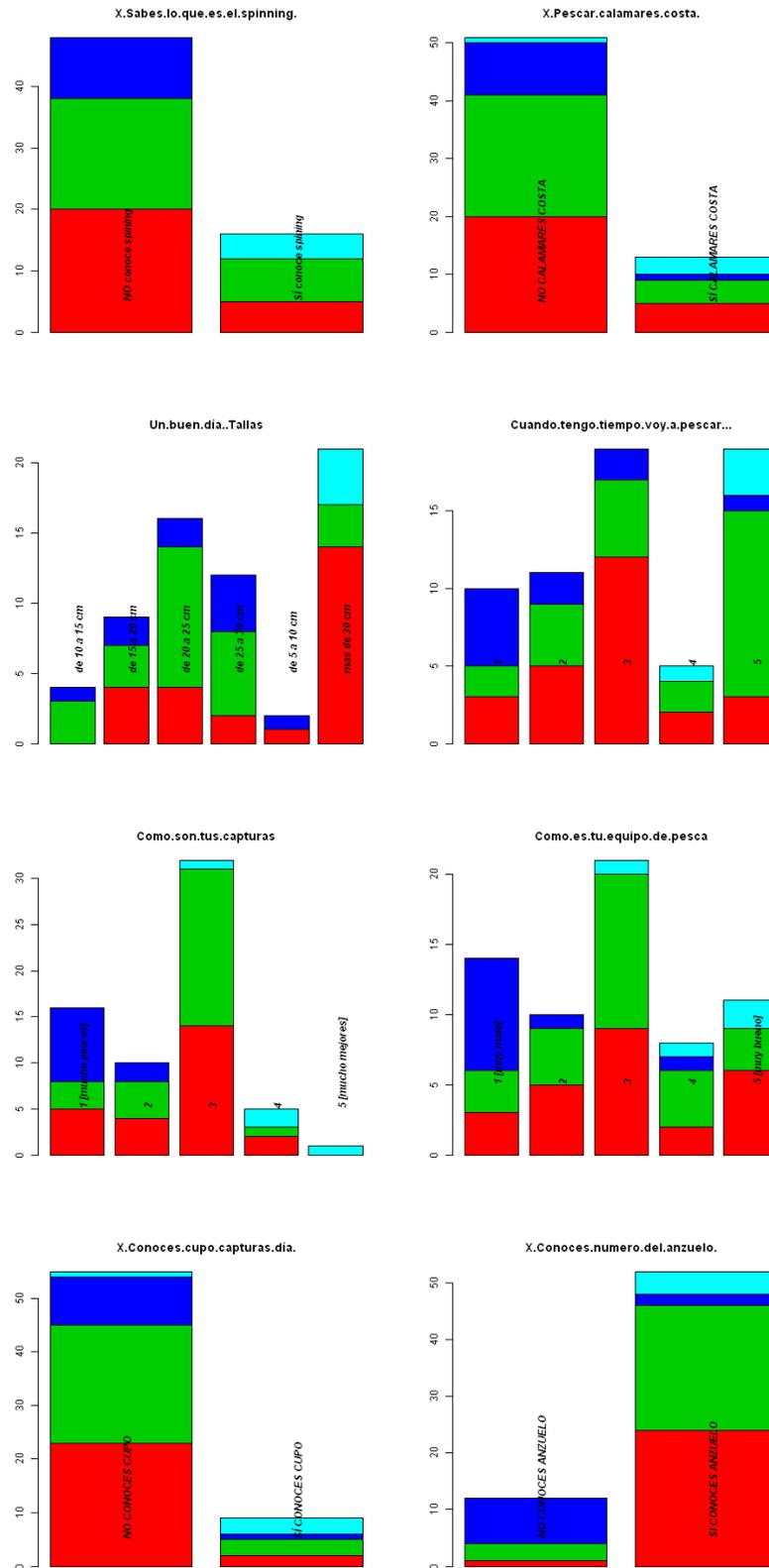


Fig. 20. Preguntas con diferencias entre tipos de pescadores.

El patrón resultante es aún poco claro, aunque parece diferenciarse un tipo de pescador más experimentado (en azul más claro), que practica con mayor frecuencia estilos de pesca más técnicos



(*spinning*, pesca de calamares desde costa), empleando señuelo como cebo, conoce el *Proyecto de recuperación de la Corvina*, es más exigente con el tamaño de las capturas esperadas (más de 30 cm), dedica su tiempo libre preferentemente a pescar, se considera a si mismo por encima de la media en relación tanto a sus habilidades como a la calidad de su equipo y conoce detalles específicos como el cupo máximo de capturas legalmente permitido o el tamaño del anzuelo con el que está pescando. En el otro extremo se encontraría un tipo de pescador (en azul más oscuro) menos experimentado. Las dos categorías intermedias son aún difíciles de interpretar, probablemente debido a que el número de encuestas completadas es relativamente reducido.

## Seguimiento de las capturas de corvina

Aunque durante el periodo de estudio no se produjo ninguna captura de corvina por parte de pescadores recreativos desde costa, sí se reportaron 9 capturas por parte de la flota comercial, de las que ninguna se corresponde a los individuos liberados en la presente campaña (2012-2013).

Cabe destacar que el grado de conocimiento del *Proyecto de recuperación de la Corvina* entre los pescadores recreativos es relativamente bajo (algo menos de un 25%; Fig. 17). Además, parece que las capturas de corvina no son infrecuentes ya que algo más del 11% de los pescadores entrevistados declara haber pescado alguna corvina y casi el 7% de los que declaran no conocer el proyecto, aseguran haber pescado alguna corvina.

## DISCUSIÓN

A continuación se realizará un análisis de los resultados obtenidos hasta el momento, teniendo en cuenta que el estudio se encuentra aún en una fase de iniciación, y que por lo tanto algunos de los patrones observados puede cambiar al incrementarse el número de muestras.

En cuanto a la distribución espacial de los pescadores recreativos, si comparamos los dos censos realizados (Fig. 14 y Fig. 15) observamos grandes diferencias de distribución en algunos sectores, pero queda claro qué sector es el más concurrido (Dique exterior). Este resultado puede ser debido a la comodidad o preferencia de los pescadores a la hora de acceder a este sector. Pero también puede ser que el número de capturas que obtienen los pescadores es más elevado que en otros sectores, debido a la distribución de las poblaciones de peces a lo largo de la costa.

También podemos observar que el tipo de aparejo utilizado más frecuentemente es el *carrete*, con una proporción dominante respecto al resto de técnicas. Este dato nos podrá ayudar a la hora de hacer una estimación de las especies de peces más capturadas, ya que el uso de cada técnica favorecerá la captura de unas especies y no otras. La media de aparejos por pescador también será un factor importante para realizar una estimación aproximada del número de capturas por cada tipo de pescador.

En lo referente a las encuestas se debe mencionar que su formato no ha sido estático a lo largo del transcurso de este TFG, sino que debido al proceso de maduración de la técnica, ha ido sufriendo modificaciones tanto en el orden de las preguntas como en las posibilidades de respuesta



con el fin de mejorar la obtención de resultados y optimizar la relación esfuerzo/resultados. Existe un tanto por ciento aceptable de pescadores que acceden a contestar, circunstancia muy favorable para reforzar la relación esfuerzo/resultados en nuestro estudio. Además, el hecho de encontrar un valor de pescadores entrevistados en más de una ocasión de un 11% es muy positivo, ya que nos ayudará a poder determinar la distribución de éstos tanto temporal como espacialmente, así cómo a estimar la tasa de capturas totales en la Bahía de Palma por unidad de tiempo.

Según Veiga *et al.* (2010), el 99% de los pescadores recreativos desde costa son hombres rondando una edad media a los 48 años. Pues bien, podemos decir que, aunque la zona geográfica sea diferente y podría existir una diferencia en el patrón de pescador tipo, los resultados obtenidos hasta el momento en este estudio se asemejan mucho a los anteriormente citados.

Los porcentajes de cada respuesta a las 25 preguntas de la encuesta realizadas no son aún lo suficientemente fiables como para analizarlos, sin embargo sí que se puede hacer un estudio de los porcentajes de cada tipo de pescador en cuanto a especies que desea o espera pescar (Fig. 18), resultando así cuatro tipos de pescador diferentes descritos en los resultados. Aún así, es posible que a medida que el estudio vaya madurando esta clasificación pueda variar.

Respecto a la tipificación de los pescadores descrita en los resultados, decir que aunque los patrones presentados aquí sean una aproximación inicial, se espera obtener una caracterización parecida a la aquí comentada, es decir, un tipo de pescador poco experimentado, un tipo muy experimentado y otros tipos, ya sean dos o más, de pescadores con características intermedias entre ambos. Se espera además poder establecer diferencias más claras de las conseguidas hasta el momento entre los tipos intermedios.

Aunque la campaña de difusión de los objetivos del programa corvina entre los pescadores recreativos desde costa aún no ha producido resultados concretos en relación a la comunicación de capturas de corvinas, se ha puesto de manifiesto su necesidad debido al escaso grado de conocimiento del programa entre los pescadores recreativos desde costa. Además, se puede decir que dichas capturas pueden ser relevantes, y gracias al elevado número de pescadores que han sido informados sobre el proyecto, se espera que en los próximos meses se produzcan capturas de corvina y que éstas sean retornadas. Esta información permitirá determinar la importancia relativa de las capturas de corvina por pesca recreativa, en relación a la pesca comercial.

Una vez más hay que insistir en que con este TFG se han puesto en marcha y se han depurado los métodos y los protocolos de muestreo para llevar a cabo una correcta evaluación el éxito del *Proyecto de recuperación de la Corvina*, dentro del cual se ha llevado a cabo este TFG.



## BIBLIOGRAFÍA

- Begg, G.A. and Waldman, J.R. 1999. An holistic approach to fish stock identification. *Fisheries Research* 43, pp. 35-44.
- Blanco, E., Nagasawa, K. & Umino, T. 2008. Stock enhancement program for black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) in Hiroshima Bay: Monitoring the genetic effects. *Aquaculture* 276, pp. 36-43.
- Blankenship, H. L. & Leber, K. M. 1995. A responsible approach to marine stock enhancement. *American Fisheries Society Symposium* 15, pp.167-175.
- Borcard D., F. Gillet & P. Legendre. 2011. *Numerical Ecology with R*. Springer, New York, 302 pp.
- Cardona-Pons, F., Morales-Nin, B., Sutton, S.G. 2010. Scientists and recreational fishers: Communication manners and its efficiency. *Fisheries Research* 106, pp. 575-578.
- Cury, P.M., Mullon, C., Garcia, S.M., Shannon, L.J. 2005. Viability theory for an ecosystem approach to fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 62 (3), pp. 577-584.
- González-Quirós, R., Del Árbol, J., García-Pacheco, M.D.M., Silva-García, A.J., Naranjo, J.M., Morales-Nin, B. 2011. Life-history of the meagre *Argyrosomus regius* in the Gulf of Cádiz (SW Iberian Peninsula). *Fisheries Research*, 109 (1), pp. 140-149.
- Guyader, O., Berthou, P., Koutsikopoulos, C., Alban, F., Demanèche, S., Gaspar, M.B., Eschbaum, R., Fahy, E., Tully, O., Reynal, L., Curtil, O., Frangoudes, K., Maynou, F. 2013. Small scale fisheries in Europe: A comparative analysis based on a selection of case studies. *Fisheries Research*, 140, pp. 1-13.
- Haffray, P., Malha, R., Ould Taleb Sidi, M., Prista, N., Hassan, M., Castelnaud, G., Karahan-Nomm, B., Gamsiz, K., Sadek, S., Bruant, J. S., Balma, P., Bonhomme, F. 2012. Very high genetic fragmentation in a large marine fish, the meagre *Argyrosomus regius* (Sciaenidae, Perciformes): Impact of reproductive migration, oceanographic barriers and ecological factors. *Aquatic Living Resources*, 25 (2), pp. 173-183.
- Ireland, S. C., Beamesderfer, R. C. P., Paragamian, V. L., Wakkinen, V. D. & Siple, J. T. 2002. Success of hatchery-reared juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) following release in the Kootenai River, Idaho, USA. *Journal of Applied Ichthyology* 18, 642-650.
- Kitada, S. & Kishino, H. 2006. Lessons learned from Japanese marine finfish stock enhancement programmes. *Fisheries Research* 80, pp. 101-112.
- Legendre, P. and Legendre, L. F. J. 1998. *Numerical Ecology*. Ed. Elsevier.
- Mayol, J., A. Grau, F. Riera y J. Oliver. 2000. Llista vermella dels peixos de les Balears. *Quaderns de pesca* 4: 126 pp.
- Manly, B. F. J. 2007. *Randomization, Bootstrap And Monte Carlo Methods in Biology*. Ed. Chapman & Hall.
- McGlennon, D., Kinloch, M. A. 1997. Evaluation of the bus-route creel survey method in a large Australian marine recreational fishery II. Pilot surveys and optimal sampling allocation. *Fisheries Research* 33, pp. 89-99.
- Monfort, M.C. 2010. Present market situation and prospects of meagre (*Argyrosomus regius*), as an emerging species in Mediterranean aquaculture. *Food & Agriculture Organization of the United Nations* 7, 288 pp.



Morales-Nin, B., Geffen, A.J., Pérez-Mayol, S., Palmer, M., González-Quirós, R., Grau, A. Seasonal and ontogenic migrations of meagre (*Argyrosomus regius*) determined by otolith geochemical signatures. 2012. *Fisheries Research*, 127-128, pp. 154-165.

Morales-Nin, B., Grau, A.M., Palmer, M. 2010. Managing coastal zone fisheries: A Mediterranean case study. *Ocean and Coastal Management*, 53 (3), pp. 99-106.

Morales-Nin, B., Moranta, J., García, C., Tugores, M.P., Grau, A.M., Riera, F., Cerdà, M. 2005. The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): Some implications for coastal resource management. 2005. *ICES Journal of Marine Science*, 62 (4), pp. 727-739.

Pollock, K. H., Jones, C.M. and Brown, T.L. 1994. Angler survey methods and their application in fisheries management. *American Fisheries Society*, Special Publication 25, Bethesda, Maryland.

Renema, W., Bellwood, D.R., Braga, J.C., Bromfield, K., Hall, R., Johnson, K.G., Lunt, P., Meyer, C.P., McMonagle, L.B., Morley, R.J., O'Dea, A., Todd, J.A., Wesselingh, F.P., Wilson, M.E.J., Pandolfi, J.M. 2008. Hopping hotspots: Global shifts in marine biodiversity. *Science*, 321 pp. 654-657.

Svåsand, T., Kristiansen, T. S., Pedersen, T., Salvanes, A. G. V., Engelsen, R., Nævdal, G. & Nødtvedt, M. 2000. The enhancement of cod stocks. *Fish and Fisheries* 1, pp.173-205.

Smallwood, C. B., Pollock, K. H., Wise, B.S., Hall, N.G. and Gaughan, D. J. 2011. Quantifying recreational fishing catch and effort: a pilot study of shore-based fishers in the Perth Metropolitan area. *Fisheries Research Report No. 216*.

Veiga, P., Ribeiro, Goncalves, J.M.S. and Erzini, K. 2010. Quantifying recreational shore angling catch and harvest in southern Portugal (north-east Atlantic Ocean): implications for conservation and integrated fisheries management. *Journal of Fish Biology*, 76, pp. 2216-2237.

Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C., Fogarty, M.J., Fulton, E.A., Hutchings, J.A., Jennings, S., Jensen, O.P., Lotze, H.K., Mace, P.M., McClanahan, T.R., Minto, C.i.n., Palumbi, S.R., Parma, A.M., Ricard, D., Rosenberg, A.A., Watson, R., Zeller, D., 2009. Rebuilding global fisheries. *Science* 325, pp. 578–585.

Zischke, M.T., Griffiths, S.P., Tibbetts, I.R. 2012. Catch and effort from a specialised recreational pelagic sport fishery off eastern Australia. *Fisheries Research* 127–128 , pp. 61–72

