



Máster Internacional en  
GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE  
(7ª edición: 2017-2019)

TESIS

presentada y públicamente defendida  
para la obtención del título de

MASTER OF SCIENCE

Estudio piloto sobre la pesca marítima  
recreativa en Andalucía mediante el uso de  
una aplicación móvil

CYRINE CHENAOU  
Junio 2019

**MASTER EN GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE**  
(7ª edición: 2017-2019)

**Estudio piloto sobre la pesca marítima recreativa en  
Andalucía mediante el uso de una aplicación móvil**

CYRINE CHENAOU

**TESIS PRESENTADA Y  
PUBLICAMENTE  
DEFENDIDA PARA LA  
OBTENCION  
DEL  
TÍTULO DE MASTER OF  
SCIENCE EN GESTIÓN  
PESQUERA SOSTENIBLE**

Alicante

A 1 de Junio de 2019



# **Estudio piloto sobre la pesca marítima recreativa en Andalucía mediante el uso de una aplicación móvil**

CYRINE CHENAOU

Trabajo realizado en el Centro Oceanográfico de Málaga y la Comisión General de Pesca del Mediterráneo, bajo la dirección de Dr. Jorge Baro y Dr. Miguel Bernal.

Y presentado como requisito parcial para la obtención del Diploma Master of Science en Gestión Pesquera Sostenible otorgado por la Universidad de Alicante a través de Facultad de Ciencias y el Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM) a través del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ).

VºBº Tutor

VºBºTutor

Autor

Fdo: Dr. Jorge Baro

Fdo: Dr. Miguel Bernal

Fdo: Cyrine Chenaoui

Málaga, a 1 de Junio 2019



## **Agradecimientos**

La realización del presente trabajo final del Máster fue bajo la supervisión de **Dr. Jorge Baro** y **Dr. Miguel Bernal**, a quienes me gustaría expresar mis agradecimientos, por hacer posible la realización de este estudio. También, querría agradecer a **Matías Lozano Fernández** por brindarme la ayuda, la inestimable orientación y su importante aporte durante la realización del Máster, para hacer este proyecto realidad.

Desearía agradecer a las personas e instituciones que han realizado el máster, el Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos, al Ministerio de Agricultura y Pesca y Alimentación, a la Universidad de Alicante y de manera especial, al **Dr. José Luis Sánchez Lizaso**.

Asimismo, aprecio el haber conocido a mis compañeros del máster y al personal del Centro Oceanográfico de Málaga, de manera especial a **María del Carmen, Manolo, Francina, Olga, María, Cristina** y **Antonio**, agradeciéndoles por su valiosa amistad durante esta etapa de mi vida.

A mi familia **Myriam, Wided** y **Amel**, por ser mi fuente de inspiración en la vida, por ser mi ejemplo a seguir y por apoyarme a lograr mis sueños. A mis amigos **Khouloud, Myriam** y **Rahma** por estar siempre ahí.



## RESUMEN

La pesca marítima recreativa es una actividad importante desde el punto de vista biológico, social y económico y está creciendo día a día en la cuenca mediterránea. Actualmente, el alcance que está teniendo esta actividad sobre los recursos vivos marinos hace necesario disponer de unas herramientas específicas que permitan un control eficaz ya que carece de un seguimiento regular de sus capturas y regulaciones rigurosas en la mayoría de los países del sur de Europa como en España.

Con el objetivo de establecer una metodología de recogida de datos de pesca recreativa, se ha llevado a cabo un estudio piloto en la provincia de Málaga en el que los datos de pesca submarina son declarados por el propio pescador a través de una aplicación móvil.

En total, en 5 meses de recopilación de datos, se han declarado más de un centenar de salidas de pesca y se han capturado más de 30 especies diferentes con un peso total medio que supera los 500 kg.

Con los datos obtenidos a través de esta aplicación, se ha realizado un diagnóstico de la efectividad de esta metodología y se ha propuesto recomendaciones para su mejora y su generalización para todas las modalidades de la pesca marítima recreativa.

**Palabras clave:** Pesca recreativa, pesca submarina, metodología de recopilación de datos, aplicación móvil





## **ABSTRACT**

Marine recreational fisheries represent an important activity from a biological, social and economic perspective and are continuously developing in the Mediterranean basin.

The increasing evidences of these fisheries pressure on marine living resources requires the establishment of specific tools to carry out an effective control since it lacks a regular monitoring of their catches as well as a strict regulation in most Southern European countries such as Spain.

In order to establish a methodology for collecting data on recreational fishing, a pilot study was conducted in the province of Malaga based on a mobile application that allows fishermen to report their spearfishing data.

Overall, in 5 months of data collection, more than a hundred fishing trips were reported and more than 30 different species have been caught with an average total weight exceeding 500 kg.

Based on the data obtained through this application, a diagnosis of the effectiveness of this methodology has been established. Thus, recommendations have been proposed for the improvement and generalization of the methodology for all modalities of marine recreational fisheries.

**Keywords:** Recreational fisheries, spearfishing, data collection methodology, mobile application



## **Acrónimos**

App. Aplicación

CCAA. Comunidad autónoma

CGPM. Comisión General de Pesca del Mediterráneo

CIESM. Consejo Internacional para la Exploración del Mar

CPUE. Captura por unidad de esfuerzo

EEUU. Estados Unidos

FEMP. Fondos europeos de la pesca

MRIP. Marine Recreational Information Program

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration

ODK. Open Data kit

PMR. Pesca marítima recreativa

PRS. Pesca recreativa submarina

UE. Unión Europea

WGRFS. Working Group on Recreational Fisheries Surveys

WGSSF. Working Group on Small Scale and Recreational Fisheries



## Índice general

RESUMEN .....	ii
ABSTRACT .....	iv
Acrónimos .....	vi
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras .....	xii
1. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes y justificaciones .....	1
1.2. La pesca recreativa submarina: Características y legislación vigente .....	3
1.3. Objetivos del estudio .....	5
2. Materiales y métodos.....	6
2.1. Zona de estudio, Descripción y Características .....	6
2.2. Elección y descripción de la App ODK Collect .....	7
2.3. Elaboración de los formularios .....	8
2.4. Proceso de declaración por la ODK Collect .....	10
2.6. Sesgos y calidad de los datos .....	12
2.7. Análisis de los datos .....	12
2.8. Análisis DAFO .....	14
3. Resultados.....	15
3.1. Altas y declaraciones .....	15
3.2. Características socioeconómicas.....	15
3.2.1. Perfil del pescador .....	15
3.2.2. Inversiones y Gastos.....	16
3.3. Hábitos del pescador.....	17
3.4. Esfuerzo pesquero.....	19
3.5. Composición, abundancia y captura por unidad de esfuerzo (CPUE).....	21
3.6. Zonas de pesca .....	28
3.7. Declaración de capturas a través de las fotografías .....	31
4. Discusión .....	35
4.1. Explotación de los resultados .....	35
4.2. Estudios similares .....	36
4.3. Evaluación del estudio mediante el análisis DAFO.....	40
Conclusiones y recomendaciones.....	42
Bibliografía.....	44



## Índice de Tablas

Tabla 1: Preguntas generales que se intentó conseguir respuestas .....	8
Tabla 2: Datos solicitados en cada formulario de la App.....	9
Tabla 3: Etapas a seguir por el pescador submarino para declarar sus capturas por la App e interface gráfica de la App.....	11
Tabla 4: Composición de las capturas, técnica de captura, tallas declaradas por los pescadores y pesos calculados ( $T_{max}$ : Talla máxima media (en cm), $T_{min}$ : Talla mínima media (en cm), $T_m$ : Talla media (en cm), $W_m$ : Peso medio por individuo (en kg) .....	23
Tabla 5: Repartición provincial de las zonas de pesca declaradas .....	28
Tabla 6: Clasificación de las fotografías entregadas por los pescadores según los factores .....	31
Tabla 7: Ejemplos de fotografías enviadas por los pescadores .....	32
Tabla 8: Ejemplos de estudios basándose en la tecnología App como método de recopilación de datos de PMR.....	39





## Índice de Figuras

Figura 1: Reconstrucción de capturas recreativa declaradas oficialmente más las estimadas reconstruidas de datos no declarados en la región CGPM (Pauly y Zeller, 2015) .....	2
Figura 2: Situación geográfica de la provincia de Málaga (Google Maps, 2018).....	6
Figura 3: La pantalla principal del programa “ <i>Perfect Screen Ruler 3.0</i> ” .....	14
Figura 4: Evolución mensual del porcentaje de declaraciones.....	15
Figura 5: Distribución de grupos de edades de los pescadores recreativos submarinos en porcentaje.....	16
Figura 6: Porcentaje de días de pesca declarados en función de los días de la semana .	17
Figura 7: Variación mensual de la distribución semanal de los días de pesca declarados .....	18
Figura 8: Distribución de la hora de inicio de los días de pesca declarados .....	18
Figura 9: Distribución mensual del promedio la hora de inicio de la pesca.....	19
Figura 10: Distribución mensual del esfuerzo pesquero total realizado en horas .....	20
Figura 11: Distribución del esfuerzo pesquero (en horas) en función del porcentaje de salidas de pesca declarados.....	20
Figura 12: Porcentaje de días de pesca declarados en función del estado del mar registrado (n=103) .....	21
Figura 13: Abundancia de especies declaradas por los pescadores en porcentaje .....	22
Figura 14: Distribución de la captura en término de peso (en kg) .....	27
Figura 15: Distribución espacial del esfuerzo pesquero declarado .....	30
Figura 16: Representación gráfica de tallas declaradas y tallas determinadas a través las fotos de la captura.....	34
Figura 17: Modelo conceptual de la recopilación de datos pesqueros dependientes mediante la tecnología App (Bradley et al., 2019; Venturelli et al., 2017).....	38



# 1. Introducción

## 1.1. Antecedentes y justificaciones

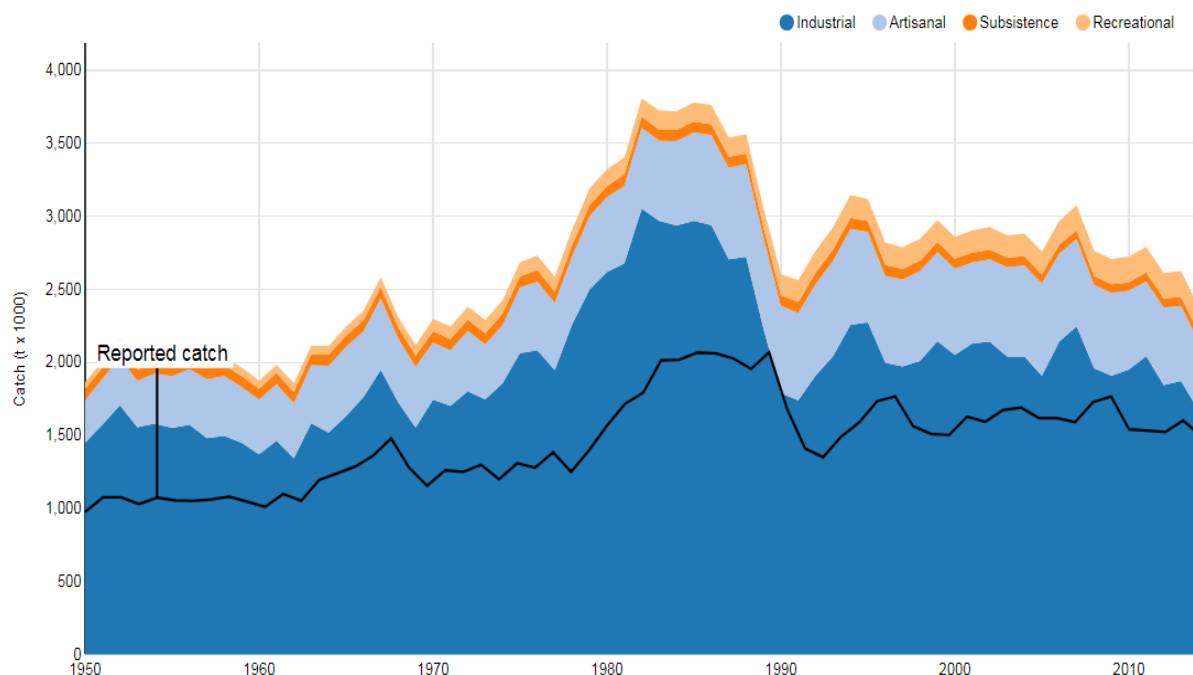
A diferencia de la pesca comercial, la pesca marítima recreativa (en adelante PMR) es una actividad de ocio que consiste en la captura de recursos biológicos marinos sin fines lucrativos o para satisfacer las necesidades nutricionales de subsistencia pero generando una importante actividad económica asociada (FAO, 2012; ICES, 2013).

A nivel global la PMR es una actividad muy popular que es practicada por más de 220 millones de personas en el mundo (FAO, 2017). Su magnitud, tanto a nivel de participación como de esfuerzo pesquero, puede compararse con el de la pesca profesional (Cooke y Cowx, 2006; Herfaut et al., 2013; Hyder et al., 2018; Veiga et al., 2010) en algunas zonas y para algunas especies como es el caso de la caballa ((Hyder et al., 2018) (*Scomber scombrus*) en el estrecho de Skagerrak y el mar del norte (Radford et al., 2018) en termino de biomasa extraída, la captura recreativa ha superado aquella comercial, o el caso del abadejo (*Pollachius pollachius*) cuyo captura recreativa representa el 43% de la captura total en el mar céltico (Radford et al., 2018).

En Europa, la PMR cuenta con más de 8,5 millones de usuarios, de los cuales 3 millones pescan en la región mediterránea en donde su actividad supone un factor económico importante en aquellos países con gran longitud de costa (Hyder et al., 2018), ya que favorece actividades del sector servicios y de la industria naval, además de la construcción y la extensión de las instalaciones portuarias y la creación de empleo estacional, especialmente con el desarrollo del turismo, e incluso el cambio en la fisonomía urbana de las zonas costeras en algunas regiones (Franquesa et al., 2004).

En la región mediterránea, la PMR desempeña un papel cultural importante y representa un importante componente económico del turismo costero que están desarrollando día a día. Pero hasta el día de hoy la recopilación de datos para este sector es limitada, fragmentada y heterogénea entre los países (FAO, 2018; Hyder et al., 2018).

Según los datos de (Pauly y Zeller, 2015) la captura total de pesca de recreo fue de 47 mil de toneladas en 1950 y alcanzó 177 mil toneladas en 2014 (Figura 1). En el mediterráneo europeo, según las estimaciones indirectas, Italia tiene el número más importante de pescadores recreativos con ochocientos mil pescadores y el esfuerzo el más alto con 4800 días de pesca (Hyder et al., 2018) que implica la aparición de efectos sobre los recursos pesqueros y las especies con alto índice de vulnerabilidad (Cheung et al., 2005).



**Figura 1: Reconstrucción de capturas recreativa declaradas oficialmente más las estimadas reconstruidas de datos no declarados en la región CGPM (Pauly y Zeller, 2015)**

Conforme al marco europeo de recopilación de datos (EU Data Collection Framework) y para cumplir con los objetivos de la última reforma del Reglamento de la Unión Europea (UE) número 1380/2013 del Parlamento europeo sobre la Política pesquera Común (PPC) y del Consejo de 11 de diciembre de 2013, y la propuesta de modificación del Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo (Bruselas, 30.5.2018 COM (2018) 368) por el que se modifica el Reglamento (CE) n.º 1224/2009 del Consejo, y se modifican los Reglamentos (CE) n.º 768/2005, (CE) n.º 1967/2006 y (CE) n.º 1005/2008 del Consejo y el Reglamento (UE) 2016/1139 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta al control de la pesca se plantea la necesidad de establecer un mecanismo de recogida de datos de la PMR y de que dicha actividad sea regulada correctamente en aras de la sostenibilidad de los recursos pesqueros.

En este sentido, el Consejo Internacional para la Exploración del Mar CIEM creó el “*Working Group on Recreational Fisheries Surveys*” (WGRFS) en 2009 para planificar y coordinar la recogida y la recopilación de datos de la PMR para incluirlas en la evaluación de las poblaciones. En el Mediterráneo y en el Mar Negro, la gestión y la ordenación de la pesca (profesional y recreativa) se lleva a cabo en conformidad con las recomendaciones de la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) (CGPM, 2016) que está procediendo con la implementación de una metodología armonizada y desarrollando un manual para la recopilación de datos de la pesca recreativa través el “*Working Group on Small Scale and Recreational Fisheries*” (WGSSF) con el objetivo de mejorar el seguimiento y la gestión de la PMR y facilitar la integración de sus datos en las evaluaciones de los stocks (CGPM, 2017; Gaudin y De Young, 2007).

En España, la PMR es una actividad de gran tradición que cuenta con un gran número de aficionados, alcanzado 862903 licencias otorgadas en 2018 (Gordoa et al., 2019), y se desarrolla en el medio marítimo costero que es de elevada importancia, ambas ecológicas como socio-económica y con artes de pesca de anzuelo y fusil y, en muchas ocasiones, comparte los mismos caladeros y recursos que la pesca profesional. Si bien la importancia

de la pesca recreativa en España, como parte activa en la explotación de los recursos biológicos marinos, ha quedado patente en la Ley 33/2014, de 26 de diciembre, por la que se modifica la Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima del Estado y el Real Decreto 347/2011, de 11 de marzo. Hasta la fecha, los planes de seguimiento pesquero se realizan fundamentalmente sobre la flota profesional a través de observadores a bordo, programas informáticos de declaraciones de capturas (Diario Electrónico de a bordo o DEA) y el control en las zonas de desembarco (puertos y lonjas). Para la PMR, actualmente falta un mecanismo de control generalizado, por lo que el conocimiento sobre las capturas, esfuerzos y rendimientos pesqueros son reducidos y sobre zonas y especies muy concretas, en algunas reservas marinas en las que la pesca recreativa está autorizada, se realizan un seguimiento de su actividad, o para algunas especies en concreto.

Aunque la investigación sobre la PMR es limitada, un número de estudios ha puesto de relieve su potencial para contribuir a la disminución de abundancia de las especies vulnerables (Coleman et al., 2004; Lewin et al., 2006; Lloret et al., 2008; Pinheiro y Joyeux, 2015; Post et al., 2002; Radford et al., 2018) y inducir un desequilibrio ecológico (Almodovar y Nicola, 2004). De hecho, se ha demostrado que la PMR tiene un impacto sobre algunas especies de interés pesquero y se ha empezado incluir sus capturas en las evaluaciones de determinados poblaciones (v.g. Bacalao del báltico occidental), ya que la falta de estimaciones de capturas de recreo puede generar sesgos de evaluaciones y por lo tanto elaborar planes de gestión erróneos e ineficaces (Eero et al., 2014; Hyder et al., 2018; ICES, 2016; Ryan et al., 2016; Strehlow et al., 2012). Y aunque existen problemas con las estadísticas de pesca en general, es más sencillo y menos complejo recopilarlas para la pesca comercial que para la pesca recreativa, ya que su seguimiento ha implicado desafíos logísticos significativos debido a su extensión espacial y su irregularidad temporal (Hyder et al., 2018).

Recientemente, en España la metodología más empleada para dicho objetivo, ha sido entrevistas "*in situ*" y "*online*". En este contexto, la incorporación de una Aplicación (en adelante App) se presentó como una oportunidad y una herramienta novedosa para obtener datos pesqueros evaluándose la pesca recreativa y favoreciéndose la toma de medidas de gestión y su ordenación en el futuro, ya que la App fue testada en ámbito geográfico restringido para el seguimiento de la pesca recreativa en la Reserva Marina de Cabo de Gata de Níjar en Almería (Lozano y Gallardo, 2014).

En este sentido, el Instituto Español de Oceanografía, en colaboración con la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, ha iniciado el proyecto titulado "*Estudio de la pesca recreativa en el litoral Andaluz*" con Fondos Europeos Marítimos de Pesca (FEMP) y con una duración de 3 años (2018-2020) con el objetivo principal de crear una estructura que permita el seguimiento y la recogida sistemática de información de la actividad pesquera recreativa.

## **1.2. La pesca recreativa submarina: Características y legislación vigente**

La pesca submarina es una antigua técnica de pesca que se ha sido utilizada en todo el mundo durante milenios. Se practica a pulmón libre, equipado con un fusil y por esto el pescador necesita tener buenas condiciones físicas para su práctica.

La pesca recreativa submarina (en adelante PRS) es una modalidad de PMR muy selectiva que se puede practicar desde costa o desde embarcación. A diferencia de las otras modalidades de PMR, los pescadores submarinos tienen la capacidad de identificar un pez objetivo antes de pescarlo, lo que evita el problema de la captura incidental. Sin embargo, la selectividad se dirige hacia los peces de mayor tamaño y esto puede alterar de forma significativa la estructura en edad de las poblaciones de peces. También, la

reducción de los peces depredadores más grandes puede tener un efecto sobre los la composición de las comunidades de peces desequilibrándose el ecosistema. Así mismo, la pesca submarina también puede afectar a especies de peces que poseen un ciclo vital vulnerable o características de comportamiento tales como alta fidelidad al sitio, baja fecundidad o maduración tardía (Almodovar y Nicola, 2004; Frisch et al., 2008; Gillett y Moy, 2006; Lloret et al., 2008; Meyer, 2007; Morales-Nin et al., 2005; Pinnegar et al., 2000).

Existen varias técnicas de pesca submarina según la profundidad a la que se ejerce y el comportamiento del pescador. Las principales son (Font y Lloret, 2013);

- La pesca “*a la caída*” que consiste en caer directamente sobre el pez rápidamente antes de que reacciona.
- La pesca “*al agujero*” que se realiza en los agujeros y grietas del fondo marino. Generalmente esta técnica se utiliza para capturar peces sedentarios y territoriales.
- La pesca “*a la espera*” se realiza después una buena ventilación esperando a que el pez se acerque al fondo marino.
- La pesca “*al acecho*” se realiza nadando pegado al fondo intentando sorprender al pez distraído.
- La pesca “*a la rompiente*” que se realiza generalmente cerca de la costa, en esta técnica el pescador se aprovecha del dinamismo de las olas para capturar los peces en superficie.

La Practica de la PRS en aguas exteriores debe cumplir con la normativa estatal que está compuesta principalmente por la ley 33/2014, de 26 diciembre, por la que se modifica la Ley 3/2001, de 26 de marzo de pesca marítima del estado y el Real Decreto 347/2011, de 11 de marzo, por el que se regula la pesca marítima de recreo en aguas exteriores.

A efectos del mismo real decreto mencionado por encima, la práctica de la PRS está permitida solo con la posesión de una licencia de actividad expedida por el órgano competente de la comunidad autónoma en cuyas aguas se pesca.

En cuanto a los instrumentos de captura, se requiere:

- Usar solamente el arpón manual o impulsado que puede tener uno o varios puntos no explosivos, venenosos, narcóticos, contaminantes eléctricos, electrónicos o focos luminosos para atraer el pez, salvo una linterna manual
- No tener el fusil cargado fuera del agua.
- No usar o tener de artefactos hidro deslizadores y vehículos similares.

También el dicho Real Decreto prohíbe la práctica de la PRS en horario nocturno, desde el ocaso al amanecer, o el tener al mismo tiempo equipos de respiración en inmersión y materiales para propulsión, así que se debe usar un balizamiento para marcar su posición sin alejarse más de 25 m de radio. Por lo tanto, no debe interferir la práctica de la pesca profesional y las instalaciones acuícolas. Asimismo, el anexo I se anuncia la lista de especies autorizadas para pescar, respetando las tallas mínimas establecidas en el Real Decreto 560/1995, de 7 de abril, por el que se establece las tallas mínimas de determinadas especies pesquera, y en anexo II las especies sometidas a medidas especiales de protección.

Cabe destacar que la tenencia de fusiles para la modalidad submarina, está bajo la regulación del Decreto 137/1993 por el que se aprueba el Reglamento de Armas y que la obtención de la licencia de dicha modalidad, es asunto del cumplimiento de los requisitos de la orden del ministerio de Fomento de 14 de octubre de 1997 por la que se aprueban las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas.

Dentro de la Comunidad autónoma de Andalucía (en adelante CCAA), la PMR está regulada mediante la Orden de 29 de noviembre de 2004 por la que se desarrolla el Decreto 361/2003, de 22 de diciembre, por el que se regula la de pesca marítima de recreo en las aguas interiores.

El decreto 361/2003, de 22 de diciembre, define y clasifica las modalidades de pesca marítima de recreo en las aguas interiores. También enumera las infracciones y sanciones aplicadas en la CCAA de Andalucía. Conforme al dicho decreto, está solo permitido capturar peces, y a propósito de la captura de las especies sometidas a medidas especiales de protección enumerada en el primer anexo del mismo decreto, se debe solicitar una autorización otorgada al efecto por la Dirección General de Pesca y Acuicultura.

La expedición, obtención, renovación y concesión de licencias de pesca marítima de recreo está regulada a efectos del Orden de 29 de noviembre de 2004. Además, el dicho orden anuncia los topes máximos de captura de las especies listadas en el anexo del decreto 361/2003. En concreto, hay cuatro clases de licencia de PMR, la clase 4 es en relación de la modalidad submarina, está emitida por la delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca y su vigencia es de un año contado desde la fecha de expedición o renovación y para los mayores de 65 años es ilimitada.

### **1.3. Objetivos del estudio**

El presente estudio tiene como objetivos:

- Evaluar la primera aproximación de la tecnología App como medio de recopilación de datos de pesca recreativa en la modalidad submarina de los pescadores que tienen su residencia en la provincia de Málaga.
- Proponer mejoras de la metodología basada sobre la autodeclaración de capturas recreativas para conseguir a implementarla como mecanismo de control y seguimiento de la pesca recreativa en general en la CCAA de Andalucía.





## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Zona de estudio, Descripción y Características

La provincia de Málaga es una de las ocho provincias que constituyen la CCAA de Andalucía situada al sur de España y limitada al sur por el mar de Alborán, que constituye la zona más occidental del mar mediterráneo (Figura 2).



**Figura 2: Situación geográfica de la provincia de Málaga (Google Maps, 2018)**

Desde un punto de vista geomorfológico, Málaga pertenece a la cordillera Bética que marca la línea de costa, de 175 km de longitud, caracterizada por grandes sistemas de fracturas y formaciones geológicas heterogéneas un litoral con dominancia de fondos arenosos debido a los aportes de sedimentos de los ríos y arroyos (Serrano Lozano y Guerra Merchán, 2004).

La ubicación biogeografía de Málaga posibilita una gran riqueza de comunidades faunísticas y florísticas peculiares, caracterizadas por la coexistencia tanto de especies atlánticas como mediterránea y que han dado a su costa una gran importancia ecológica. La penetración de las aguas atlánticas y su mezcla con las aguas mediterráneas en frente de la costa malagueña conduce a la formación de afloramientos en la zona de Marbella y Málaga de aguas profundas frías cargadas de nutrientes (Arin et al., 2002; Templado et al., 2006) lo que favorece la intensificación de la actividad biológica y la producción de clorofila (Legendre y Le Fèvre, 1991).

Por lo tanto, estas aguas que penetran desde el estrecho de Gibraltar llevan consigo plancton alóctono hacia la cuenca del Alborán y lo acumulan pasivamente. En cuanto al zooplancton de la bahía de Málaga, el grupo más dominante es el de los copépodos, que representa casi el 60 % de la biomasa zooplantónica total, seguido de los cladóceros (Templado et al., 2006; Vives et al., 1975). Más aún, su distribución vertical y horizontal es muy variable e influenciada por el giro anticiclónico, los corrientes costeros, y el sistema de viento del poniente (Yebera et al., 2018; Youssara y Gaudy, 2001).

Analizando la producción de las lonjas de la provincia de Málaga, podemos identificar la ictiofauna de interés pesquero y que se captura en mayores cantidades en particular las grandes especies pelágicas, principalmente migratorias, a las que el Mar Mediterráneo se considera un elemento clave en su ciclo de vida, por ejemplo, los túnidos como el atún rojo (*Thynnus thynnus*), el atún blanco (*Thunnus alalunga*), el bonito (*Sarda sarda*) y la lecha (*Seriola dumerili*). También encontramos los pequeños pelágicos, sobre todo, la sardina (*Sardina pilchardus*), el boquerón (*Engraulis encrasicolus*), la alacha (*Sardinella*

*aurita*), los carángidos (*Trachurus trachurus*, *T. picturatus*, *T. mediterraneus*), los escómbridos (*Scomber scombrus*, *S. japonicus*), los esparidos (*Diplodus sargus*, *D. puntazzo*, *D. cervinus*, etc.).

En cuanto a los cefalópodos encontramos los calamares (*Loligo sp.*), el pulpo (*Octopus vulgaris*) y la sepia (*Sepia officinalis*) (IDAPES, 2017).

Cabe señalar la presencia de mamíferos marinos como los delfines (*Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, etc.), el rorcual común (*Balaenoptera physalus*) y la orca (*Orcinus orca*) (Templado et al., 2006).

En lo que respecta a la comunidad faunística bentónica, es muy compleja y variable según la batimetría y las condiciones biogeográficas que determinan el microclima, encontramos casi todos los grupos; Esponjas, Ascidas, Briozoos, Anélidos, Corales, Moluscos, Echinodermas, Artrópodos, etc. (García Raso et al., 2008).

En cuanto a la flora marina, lo más notorio son las praderas de fanerógamas marinas (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*), ellas más importante del litoral de Málaga se localizan en tres grandes áreas: zona oriental, en el tramo comprendido entre Molino de Papel-Nerja; zona centro, en el tramo comprendido entre Calaburras-Calahonda; y zona occidental, Estepona-Chullera (Consejería del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2017).

## 2.2. Elección y descripción de la App ODK Collect

Existen muchas tecnologías de Apps que tienen características funcionales similares (v.g. *Open MRS*<sup>1</sup>, *EpiCollect*<sup>2</sup>, *koBoToolbox*<sup>3</sup>, etc.). La elección de la App se basa en la posibilidad de crear formularios personalizados permitiéndose un uso rápido y eficiente y un alto nivel de seguridad. De hecho, el “*Open Data kit*” (ODK) software es el programa que mejor cumple los requisitos de las necesidades del estudio y que permite crear de formularios y coleccionar datos sustituyendo a las encuestas en papel y soportando una amplia gama de datos como localización, imágenes, texto libre, opciones múltiples, etc. También, el ODK ha sido usada por los encuestadores en el proyecto “*Pescardata*”, que tiene como objetivo de caracterizar la pesca recreativa en Portugal (Rangel et al., 2018).

El ODK es un conjunto de herramientas de código abierto libre bajo la licencia de “*Apache License V 2.0*” lo que permite recopilar y gestionar datos recogidos por muchos usuarios y realizar análisis estadísticos fiables y potentes, que ha sido desarrollada por el Departamento de Ciencias e Ingeniería Informática de la Universidad de Washington (Brunette et al., 2013) y que se facilita con cinco componentes descargables de su página web oficial<sup>4</sup>;

- ODK Collect: la App que funciona en terminales móviles como tabletas o teléfonos inteligentes con sistema operativo Android
- ODK Aggregate: es un servidor para el almacenamiento de los datos y una herramienta de análisis
- ODK Central: un servidor
- ODK Build: un diseñador de formularios
- ODK XLSForm: un diseñador de formularios basado en Excel
- ODK Briefcase: permite la descarga de datos registrados en el servidor

---

<sup>1</sup> <https://openmrs.org/>

<sup>2</sup> <https://five.epicollect.net/>

<sup>3</sup> <https://www.kobotoolbox.org/>

<sup>4</sup> <https://opendatakit.org/>

### 2.3. Elaboración de los formularios

Con el fin de caracterizar la actividad de PRS, ha sido necesario encontrar respuestas a varias preguntas claves (Tabla 1). Para ello, se han elaborado preguntas de carácter social, como la edad, la experiencia, etc., y otras de carácter económico como los gastos iniciales y anuales, etc. En cuanto a las preguntas de carácter biológico, los datos que se intentan recoger han sido relacionados con la especie, la zona de pesca, la profundidad y la técnica de captura, etc.

También, uno de los requerimientos de la App era conseguir que su utilización fuese sencilla y cómoda para los pescadores y que permitiera recabar informaciones sobre la PRS tanto de tipo socioeconómico como biológico. De hecho, casi todas las preguntas presentaban una lista desplegable de respuestas, para limitar los datos erróneos y facilitar al pescador su cumplimentación.

**Tabla 1: Preguntas generales que se intentó conseguir respuestas**

Preguntas generales
¿Cuál es el perfil de los pescadores submarinos?
¿Cuánto gastan los pescadores submarinos?
¿Dónde se pesca?
¿Qué día de la semana se pesca?
¿Cuántos días se sale a pescar?
¿Cuánto tiempo no se pesca?
¿A qué hora se sale a pescar?
¿Cuántas horas se pescan?
¿Qué especies se capturan?
¿Cuántos pescados se capturan?

La recogida de datos se organizó en 3 formularios;

- *Alta Colaborador Pescasub*: El primer formulario está dedicado a los datos personales
- *Parte Diario Pescasub*: El segundo formulario caracteriza la actividad de pesca de un pescador submarino en un día de pesca. En concreto permite conocer el tiempo de pesca (hora de entrada al agua y tiempo de salida), el punto de salida para pescar (desde la costa o embarcación), el caladero en el que ha estado pescando, el gasto del día, así como el estado del mar y la temperatura del agua. Respecto a la captura, la entrada de datos se hace a través la subida de una foto de la captura o manualmente para que se pueda validar la identificación de especies

y tallas. Se puede completar en una vez, o guardarlo y cambiarlo hasta que se consigue un formulario completamente relleno.

- *No Actividad Pescasub*: este último formulario tiene como objetivo conocer los periodos en los que no se existe ningún día de pesca. Es optativo, se puede rellenar si el pescador no iba a pescar más de un mes.

A continuación, en la Tabla 2, se presenta los datos solicitados a rellenar por los pescadores en cada formulario en detalle:

**Tabla 2: Datos solicitados en cada formulario de la App**

<b>Formulario</b>	<b>Datos solicitados</b>
<b>Alta Colaborador Pescasub</b>	Nombre del Pescador
	Teléfono
	Lugar de residencia
	Fecha de nacimiento
	Años de experiencia
	Gastos de inversión
	Gastos anuales
<b>Parte Diario Pescasub</b>	Fecha de Salida al mar
	– Hora de entrada
	– Hora de salida
	Tipo de pesca
	– Nado
	– Embarcación
	Gasto inicial diario
	Caladero
	Punto de Salida
	Condiciones del mar
	– Temperatura del agua
	– Estado (Marejada, Calma, Rizada)
	– Visibilidad
Capturas: Especies, número, talla mínima y máxima, (opcional: subida de una o dos fotografías de la captura)	
Técnica de pesca (al agujero, a la espera, al acecho, a la caída, a la rompiente)	
<b>No Actividad Pescasub</b>	Periodos de tiempo en los que el pescador no realiza ningún día de pesca

## 2.4. Proceso de declaración por la ODK Collect

La utilización de esta aplicación es sencilla y cómoda para los pescadores recreativos permitiéndose una recogida de datos sin errores y creíbles. Los pescadores pudieron descargar ODK Collect en Google Play. Una vez descargado, el primer paso es de cambiar los parámetros del servidor. De manera predeterminada el URL del servidor es aquel de la ODK y se debe cambiar al enlace de servidor usado en este estudio. Los usuarios identifican una única vez sus informaciones personales y posteriormente rellenan otro formulario para cada salida al mar con sus datos de capturas y pueden guardarlo y modificarlo en cualquier momento antes de subirlo al servidor ODK Agregate (Tabla 3).

Una vez registrado, el pescador puede entrar inmediatamente y enviar la información de captura de su día de pesca. Cabe destacar que el acceso a los datos y la interacción con el usuario está restringido en cada nivel del proceso, al personal autorizado (EU, 2016).

## 2.5. Población de estudio

Según las estadísticas de la Consejería de Agricultura Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, el número total de licencias de PRS activas en la provincia de Málaga en 2018 es 604 (Consejería de Agricultura Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, 2019).

Si consideramos que el tamaño de la población total (N) es de 600 pescadores (número de licencias registradas otorgadas por la consejería en 2018 en la provincia de Málaga), con un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%, la relación [1] da el tamaño mínimo de la muestra es de 234 pescadores.

$$[1] \quad n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2p(1-p)}}$$

n: Tamaño teórico de muestra

p (1-p): Varianza de la población

e: Error muestral

N: Tamaño de la población

Pero, por un lado, las licencias vigentes no necesariamente presentan el total de la población, ya que no significan que los pescadores realmente están activos. La pregunta a la que debía buscar respuesta era ¿cuántos de estos pescadores pescan regularmente? Para llegar al máximo de estos pescadores, se ha contactado a las asociaciones de pesca recreativas. En la Provincia de Málaga hay 13 asociaciones, la única que está dedicada y activa en la modalidad de submarina es el “*Club Deportivo Málaga Pescasub*”<sup>5</sup>.

Para introducir la App a los pescadores se convocó una presentación para enseñar a los pescadores el funcionamiento de la ODK Collect. Se realizó una reunión con los pescadores del club el día 27 de octubre 2018. También, se han usado las redes sociales para llegar al máximo de colaboradores. Se creó una página “*Facebook*”<sup>6</sup>, y se publicó un video explicativo de cómo usar la App en la Red social “*YouTube*”<sup>7</sup>.

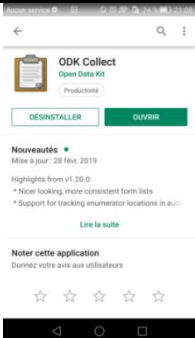
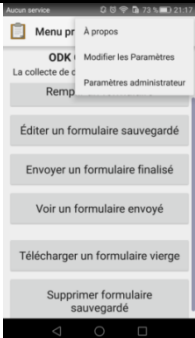
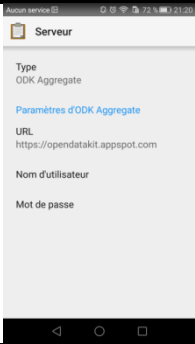
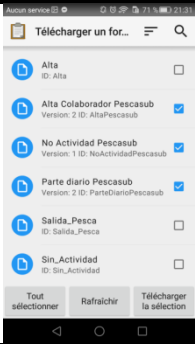
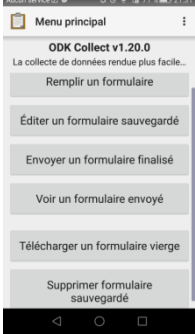

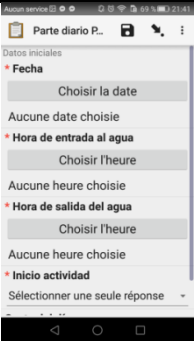
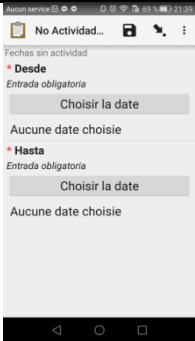
---

<sup>5</sup> <http://www.malagapescasub.es/>

<sup>6</sup> @IEOpescarecreativa

<sup>7</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=3iKExDTol\\_E&t=265s&fbclid=IwAR3kdndIKXRxXfHs5gekoN3oh1R-dFKnaHWDnYSTsRei5mmjbt5JOWEAZe0](https://www.youtube.com/watch?v=3iKExDTol_E&t=265s&fbclid=IwAR3kdndIKXRxXfHs5gekoN3oh1R-dFKnaHWDnYSTsRei5mmjbt5JOWEAZe0)

**Tabla 3: Etapas a seguir por el pescador submarino para declarar sus capturas por la App e interface gráfica de la App**

<p><b>1/ Descargar la App del Google Play</b></p> 	<p><b>2/ Modifier los parámetros de la App</b></p> 
<p><b>3/ Cambiar el URL del servidor, el nombre de usuario y la contraseña</b></p> 	<p><b>4/ Descargar los tres formularios de Pesca submarina</b></p> 
<p><b>5/ Descargar un formulario en blanco</b></p> 	<p><b>6/ Rellenar el formulario "Alta Colaborador Pesca sub"</b></p> 
<p><b>7/ Al rellenar un nuevo formulario "Parte Diario Pesca sub"</b></p> 	<p><b>8/ El formulario "No Actividad Pesca sub"</b></p> 

## 2.6. Sesgos y calidad de los datos

Cada tipo de método de recopilación de datos tiene sus propios riesgos de sesgos, tales como el de recordar las capturas y errores de declaración por los pescadores que ocurren en las encuestas por correo, por teléfono u online (Tarrant et al., 1993; Teixeira et al., 2016) y o el sesgo de representatividad de la muestra, que es un sesgo común en casi todos los métodos de muestreo. Estos sesgos se evalúan para consolidar las estimaciones de captura y de esfuerzo y otras variables. Como la muestra en este estudio es autoseleccionada (Un único club deportivo), es probable que sea poco representativa y agrupa los pescadores más activos y entonces los resultados de la App sean sesgados entonces no ha habido una extrapolación de los resultados por toda la población.

En este sentido, la App debería reducir al mínimo los sesgos y maximizar la precisión de los estimadores de parámetros estudiados como la captura y el esfuerzo, etc. Los sesgos identificados de este método de autodeclaración son:

- El hecho que los pescadores son al mismo tiempo sujetos de investigación y colectores de datos, los por lo cual los resultados pueden ser sesgados por ser de una participación no aleatoria (Venturelli et al., 2017).
- El interés de los pescadores para declarar sus días de pesca, es un factor determinante en la estimación del esfuerzo, en concreto, los pescadores están interesados en pescar no en compartir datos (Bellanger y Levrel, 2017; Venturelli et al., 2017).
- La identificación errónea de especies (Chizinski et al., 2014) y errores de medición por parte de los pescadores recreativos dado que usan una variedad de dispositivos para medir peces que pueda comprometer la precisión y exactitud de las mediciones de talla (Matlock, 2014).
- Sesgo de medición propio al programa usado para medir las fotografías y sesgos de objetos de referencia para medir.

También, para asegurarse de la fiabilidad de la App en términos de exactitud y fiabilidad de datos de captura y para determinar los sesgos que puedan ocurrir tanto en la identificación de las especies capturadas como en la talla de estas, se planificaba unas muestreos de las capturas realizadas por los pescadores. El bio-muestreo es para identificar y medir “in situ” las capturas y después comparar sus resultados con aquellas determinadas a través las fotografías enviadas por los pescadores y las medidas facilitadas por los pescadores. En este sentido, se ha planteado dos temporadas de muestreo “*in-situ*” para recopilar los datos de captura cada 2-3 meses de recogida de datos (la primera en enero y la segunda en abril de 2019). En estas salidas se planteaba entrevistar tanto a los pescadores que no estaban dados de alta como quienes que están usando la App para declarar sus capturas con los mismos formularios de la App y apuntar todas las informaciones que se consideraron útiles para destacar los errores que podrían tener lugar entre las dos metodologías de recogida de datos (entrevista *in-situ* y auto declaración a través la App).

Por falta de colaboración de los pescadores y límites técnicos, no se ha podido hacer esta etapa del estudio.

## 2.7. Análisis de los datos

Los datos recopilados desde el día 27 de octubre 2018 hasta el día 4 de abril 2019 han sido descargados del servidor en formato .csv, y han sido tratados mediante el programa Microsoft Office Excel 2007 y Microsoft Office Access 2007. La base de datos es de tipo relacional, la App ODK ha sido diseñada para recopilar datos de pescadores individuales,



por lo que se creaba un sistema de identificación en el que a cada pescador se le asignaba un código de identificación único a cada móvil y tarjeta SIM de ese pescador respectivamente “*Device\_ID*” y “*SIM\_Serial*”. Antes de examinar los datos, los formularios erróneos o que les faltan casi todas las informaciones necesarias para el análisis han sido eliminados. Después, se ha ejecutado un análisis de estadística descriptiva para explotar los primeros resultados.

En primer lugar, con el propósito de caracterizar el estado socioeconómico de los pescadores en la muestra, se ha analizado el rango de edad y las inversiones hechas antes de empezar la actividad. Para definir el grado de experiencia de los pescadores, se ha decidido establecer 3 niveles de experiencia según el número de años en los que se llevaba practicando esta actividad. Así, se consideró “*Experto*” aquel pescador que lleva más de 10 años pescando, “*Intermedio*” aquel que lleva entre 3 y 10 años y “*Novel*” aquel que lleva menos de 3 años.

En segundo lugar, con el objetivo de explorar las capturas los pecadores submarinos en termino de especies y de peso, se ha caracterizado las variables consideradas en este estudio (familias y especies capturadas, tamaño relativo medio, peso total medio, etc.). Y también se ha determinado el nivel trófico medio y la vulnerabilidad intrínseca media de la captura declarada como ha sido descrita por Stergiou y Karpouzi (2002), ya que las especies con niveles tróficos que oscilan entre 4,1 y 4,4 son carnívoros con preferencias a los peces y cefalópodos y las especies que tienen niveles tróficos más bajos entre 3,2 y 3,7 perteneciéndose al grupo de los omnívoros con preferencia a alimentación de origen animal. En cuanto la vulnerabilidad intrínseca, está clasificada por Cheung et al. (2005) en 4 grupos según la moda; Especies de vulnerabilidad muy alta (moda=80), alta (moda=60), moderada (moda=40) y finalmente especies de vulnerabilidad baja (moda=20).

En último lugar, para comprobar las informaciones de captura que mandan los pescadores a través la App (especies y tallas de la captura), se ha analizado las fotografías entregadas cuando existían.

El análisis de las fotografías subidas por los pescadores cuando las ha habido, se ha realizado en base a 3 indicadores:

- La identificación de las especies
- El número de individuos capturados
- La capacidad de medir sus tallas

Para evaluar el cumplimiento del factor, se han asignado 3 índices aleatorios

- 0: no se cumple
- 1: se cumple a 100%
- 0,5: se cumple con incertidumbre elevada (ángulo de visión o perspectiva no permite la medida con certeza)

Las fotografías han sido clasificadas según la calidad y, se han identificado las especies presentes y su número, se han comprobado con los informaciones facilitados por los pescadores y han sido medidas usando el programa gratuito “*Perfecta Screen Ruler 3.0*”<sup>8</sup> cuando fuese posible (existencia de objeto medible como referencia) (Figura 3). Se calculan las medidas reales con simple regla de tres.

---

<sup>8</sup> <https://perfect-screen-ruler.soft112.com/>



**Figura 3: La pantalla principal del programa “Perfect Screen Ruler 3.0”**

El peso estimado de la captura está estimado según la relación longitud- peso [2];

$$[2] \quad W = aL^b$$

Donde

W: peso total

L: Longitud Total

a y b coeficientes características de la especie, están determinadas desde Fishbase<sup>9</sup>.

### **2.8.Análisis DAFO**

Para caracterizar los límites que presenta el estudio, y sugerir recomendaciones en cuanto a la mejora de esta metodología desarrollada a lo largo de este estudio, se ha aplicado un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), que permite reorientarla y mejorarla adecuadamente a nivel técnico y operacional, dado que es un método sencillo y eficaz cuyo objetivo es ayudar a plantear estrategias y proponer cambios para la mejora de la App ODK Collect hasta que alcanza su óptimo, mientras enfocándose sobre sus fortalezas y aprovecharse de los oportunidades presentes.

<sup>9</sup> <https://www.fishbase.se/search.php>



### 3. Resultados

#### 3.1. Altas y declaraciones

A lo largo del periodo de recopilación de datos, se han declarado un total de 106 días de pesca y se han rellenado 23 formularios “*No Actividad Pescasub*” por un total de 21 pescadores que se han dado de alta en la App de los cuales cuatro pescadores no han declarado ningún día de pesca y dos han declarado casi el 45 %.

El análisis del tiempo transcurrido entre la actividad de pesca y el envío del formulario permite reflejar la calidad de los datos de capturas, por lo tanto, cuanto más corto sea el tiempo, más precisos y completos serán los datos. De hecho, el 83% de los pescadores han declarado su actividad en el mismo día o al día siguiente de la salida y el 96% dentro de los cinco primeros días.

En cuanto al flujo de declaraciones (Figura 4), los dos primeros meses (noviembre y diciembre) han sido aquellos con mayor tasa de declaraciones de días de pesca (más del 60%).

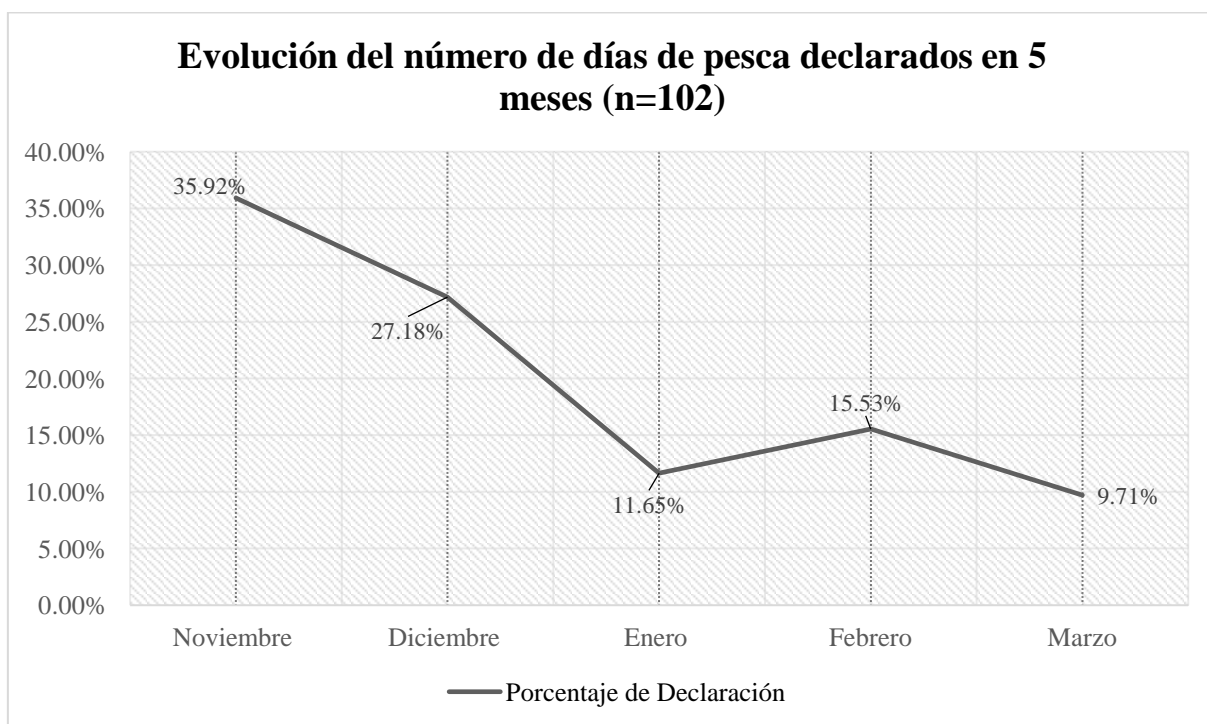


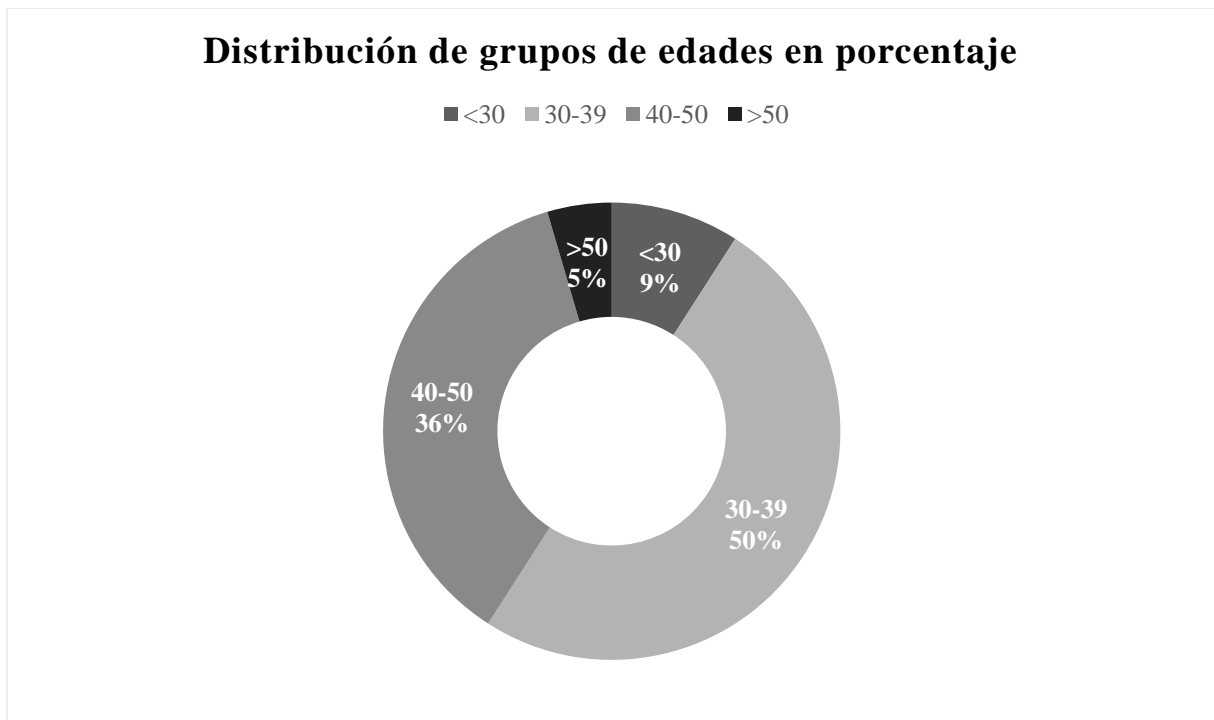
Figura 4: Evolución mensual del porcentaje de declaraciones

#### 3.2. Características socioeconómicas

##### 3.2.1. Perfil del pescador

- **Edad**

La edad de los pescadores submarinos varía entre 28 y 56 años con un promedio de 39 años  $\pm$  7 años. Por grupo de edades (Figura 5), el más abundante es el que comprende a los pescadores de entre 30 y 40 años (50%) seguido de los que tienen entre 41 y 50 años (36 %).



**Figura 5: Distribución de grupos de edades de los pescadores recreativos submarinos en porcentaje**

- **Experiencia**

Los años de experiencia promedios son de 7 años  $\pm$  4 años con el 86.36% de los pescadores afirmaban llevar 10 años o más pescando (Expertos) y el 9 % entre 1 y 3 años, lo que nos indica una alta experiencia de los pescadores submarinos.

### 3.2.2. Inversiones y Gastos

En relación a los gastos que se realizan, se ha diferenciado 3 tipos; los que se hacen cuando se inicia la actividad, los anuales y los diarios.

- **Inversiones iniciales**

Los costes iniciales de la actividad incluyen la compra del equipo personal (traje, gafas, aletas, fusil, ordenador, etc.) y en algunos casos embarcación y amarre. El coste medio al iniciar la actividad es de 9.656 euros. En el caso de los pescadores que realizan su actividad “desde embarcación” (n=6) el gasto se eleva hasta los 40.000 euros, mientras que los que realizan su actividad "a nado" (desde tierra, n=15) el gasto inicial es de 3.241 euros.

- **Gastos anuales**

Los gastos anuales, fundamentalmente basados en el alquiler de un amarre, los certificados médicos, cuotas de licencia y asociaciones y renovación de equipos de buceo, son de alrededor de 1.000 euros por pescador. En el caso de los pescadores con embarcación, estos gastos anuales se elevan hasta los 1.943 euros, mientras que los que realizan su actividad desde tierra, el gasto anual es de 465 euros de media.

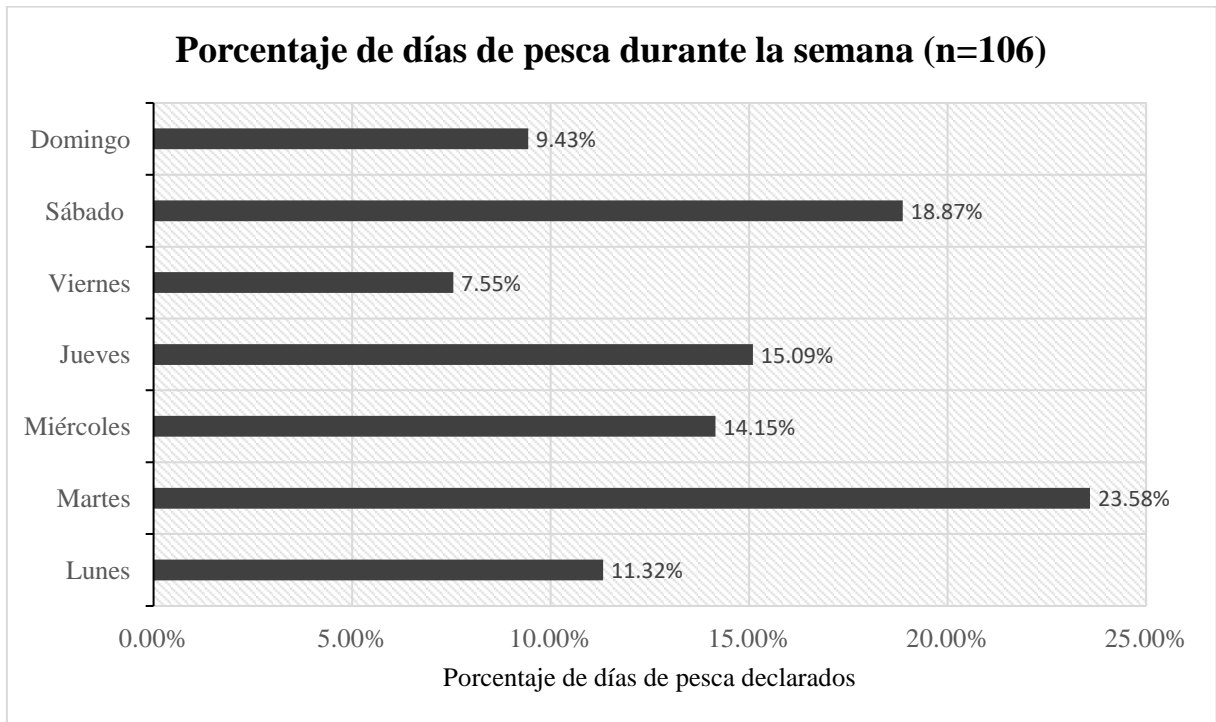
- **Gastos diarios**

Los gastos diarios son los que se generan fundamentalmente en los desplazamientos hasta el caladero y en el caso de la pesca con embarcación, los gastos de gasolina y en algunos casos del barquero (persona que se queda al cuidado de la embarcación mientras el resto bucea). También pueden incluirse gastos de hostelería. El gasto medio diario asciende a

23 euros por pescador ( $\pm 14,80$ ) ( $n= 89$ ). Si la actividad se realiza desde embarcación ( $n=21$ ), el gasto asciende a 35 euros ( $\pm 16,86$  euros) y si se realiza a nado ( $n=68$ ) el gasto es de 19 euros ( $\pm 11$  euros).

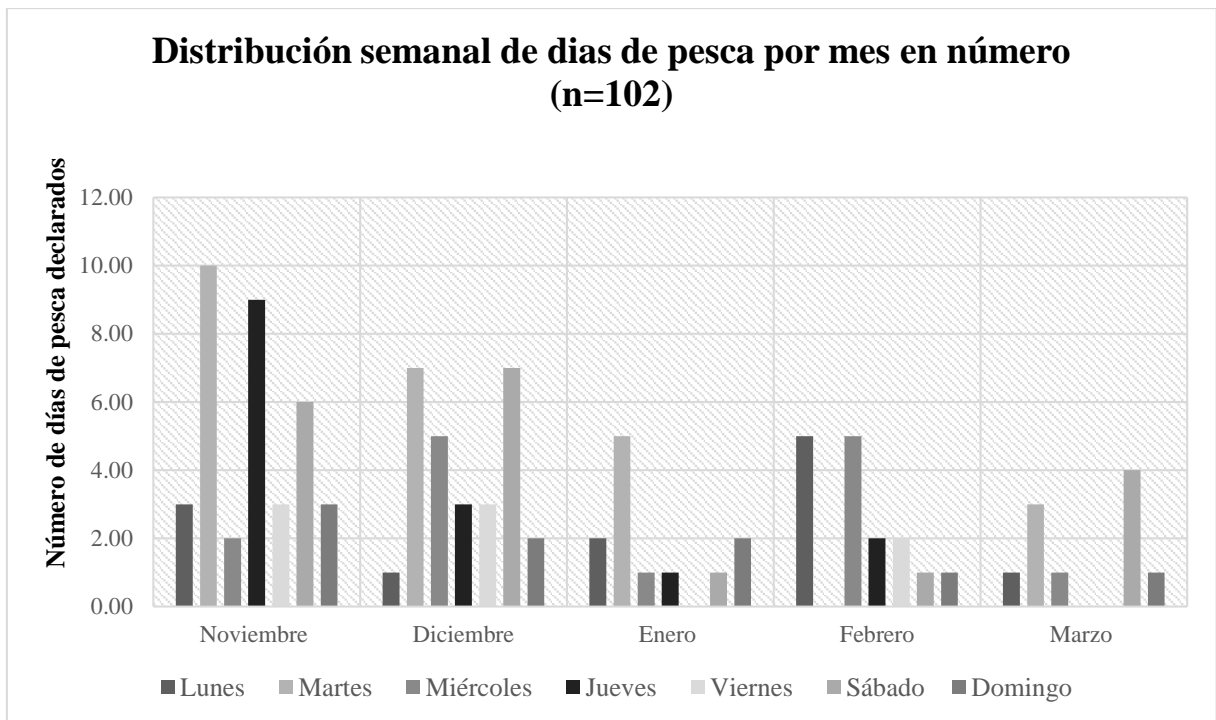
### 3.3. Hábitos del pescador

Los pescadores suelen practicar la pesca todos los días de la semana (Figura 6). Los días con mayor frecuencia son los martes (23,6 %), seguidos por los sábados y los jueves (18,9 % y 15 % respectivamente).



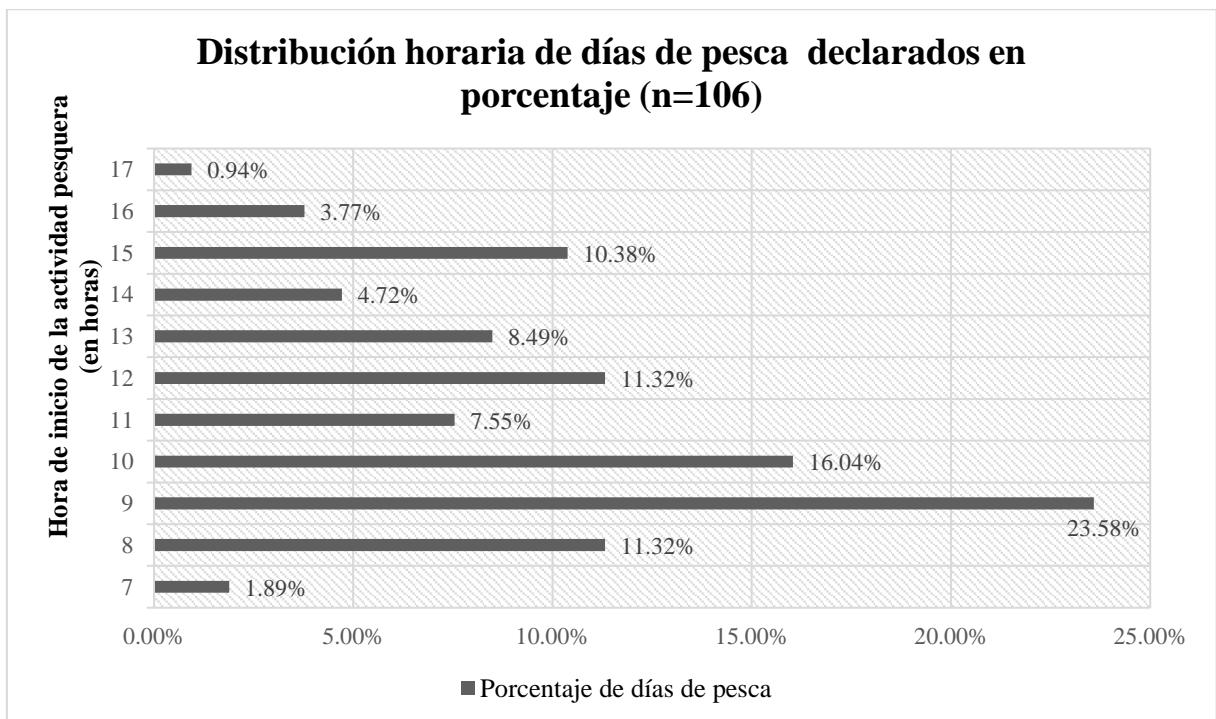
**Figura 6: Porcentaje de días de pesca declarados en función de los días de la semana**

Analizándose los días con más actividad de pesca por mes (Figura 7), el martes es el día de la semana con más actividad de pesca declarada para los tres primeros meses de recopilación de datos. En febrero los días registrados con más actividad de pesca son el lunes y el miércoles, y en marzo es el martes y el sábado.



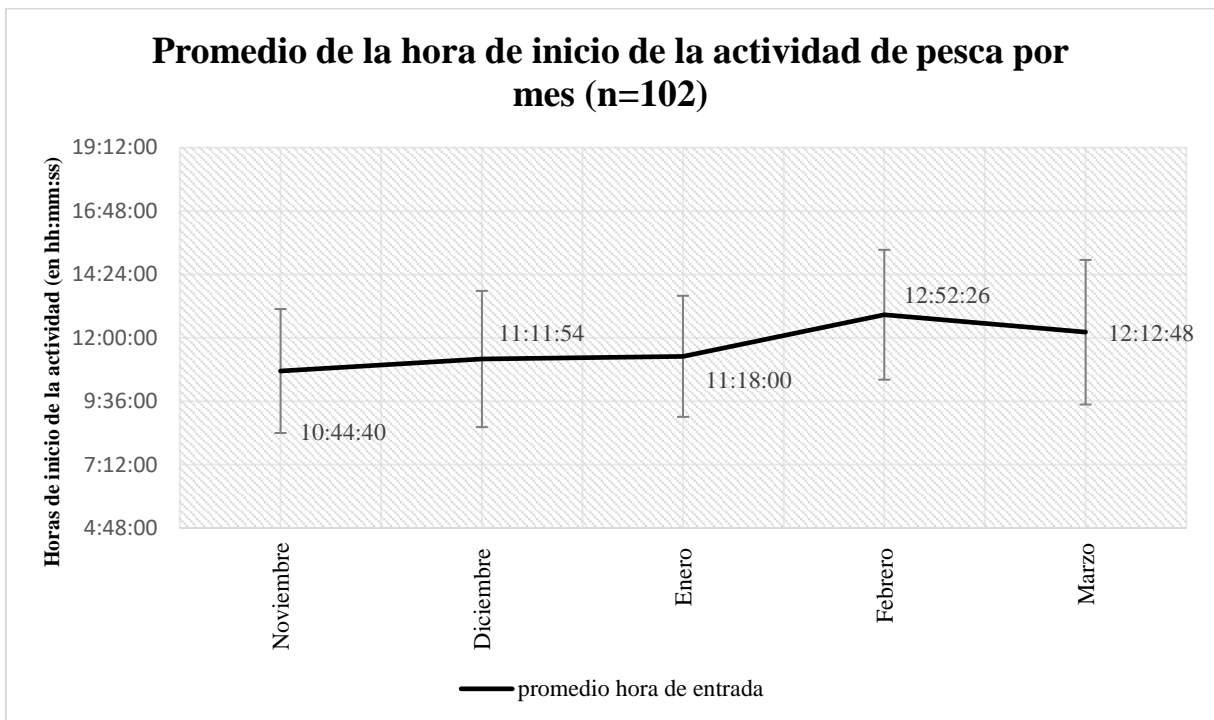
**Figura 7: Variación mensual de la distribución semanal de los días de pesca declarados**

El 66 % de las salidas se realizan en horario de mañana (hasta las 12 del mediodía) siendo la hora promedio de salida a las 9:48 (desde las 07:30 hasta las 12:00), siendo que la mayoría de las salidas de pesca declaradas se han empezado a las 9 (23,58%), y a las 10 de la mañana (16%). Mientras que, por la tarde, la hora de salida es sobre las 14:24 (desde las 12:01 hasta las 17:00) (Figura 8).



**Figura 8: Distribución de la hora de inicio de los días de pesca declarados**

La variación del promedio de la hora de inicio de la pesca durante los meses de recogida de datos (Figura 9), está aproximativamente entre las 11 y las 13 respectivamente en noviembre y en febrero.



**Figura 9:** Distribución mensual del promedio la hora de inicio de la pesca

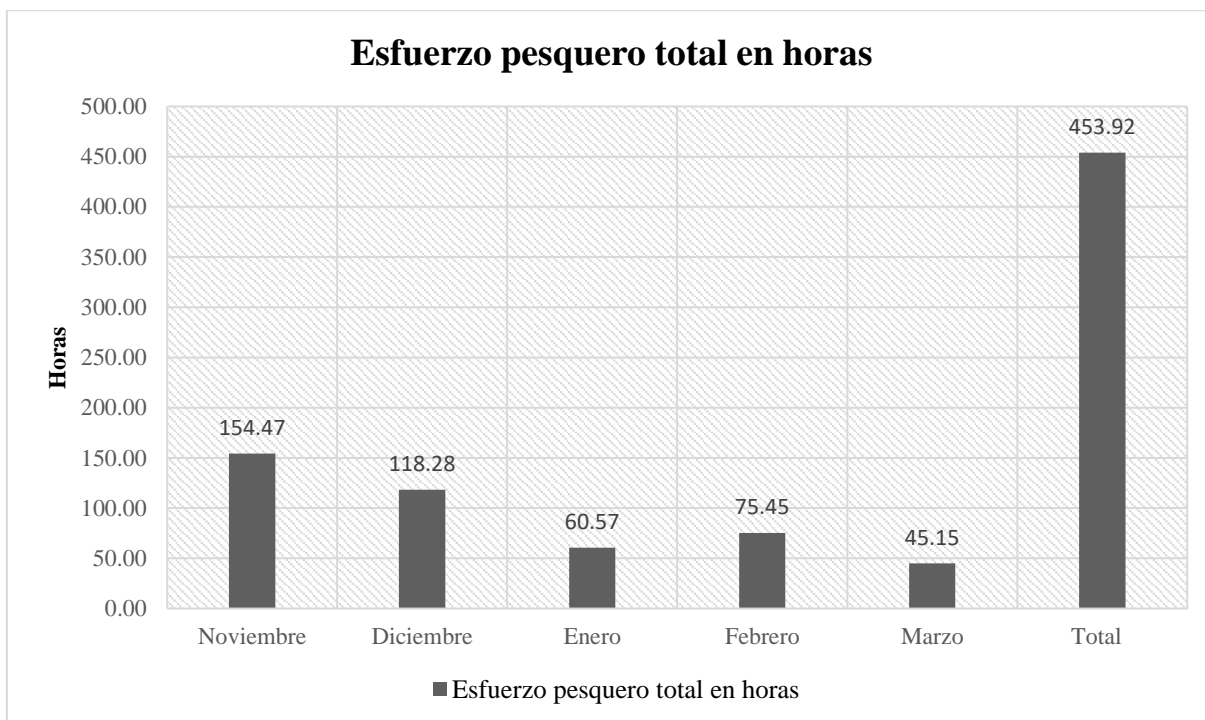
### 3.4. Esfuerzo pesquero

Para el análisis del esfuerzo pesquero se han tenido en cuenta un total de 106 días de pesca declarado y 17 pescadores. El esfuerzo total acumulado en horas es casi 471 horas (n=106).

El esfuerzo de pesca medio realizado en horas (desde que el pescador entra al agua para iniciar su actividad hasta que termina), es de alrededor de 4:26 horas. Si la actividad se realiza desde embarcación el tiempo de pesca aumenta hasta las 5 horas y 21 minutos, mientras que, si la pesca se realiza desde tierra, el tiempo medio es de 4 horas y 7 minutos. Los dos primeros meses de declaración (noviembre y diciembre) se caracterizan con el mayor esfuerzo registrado.

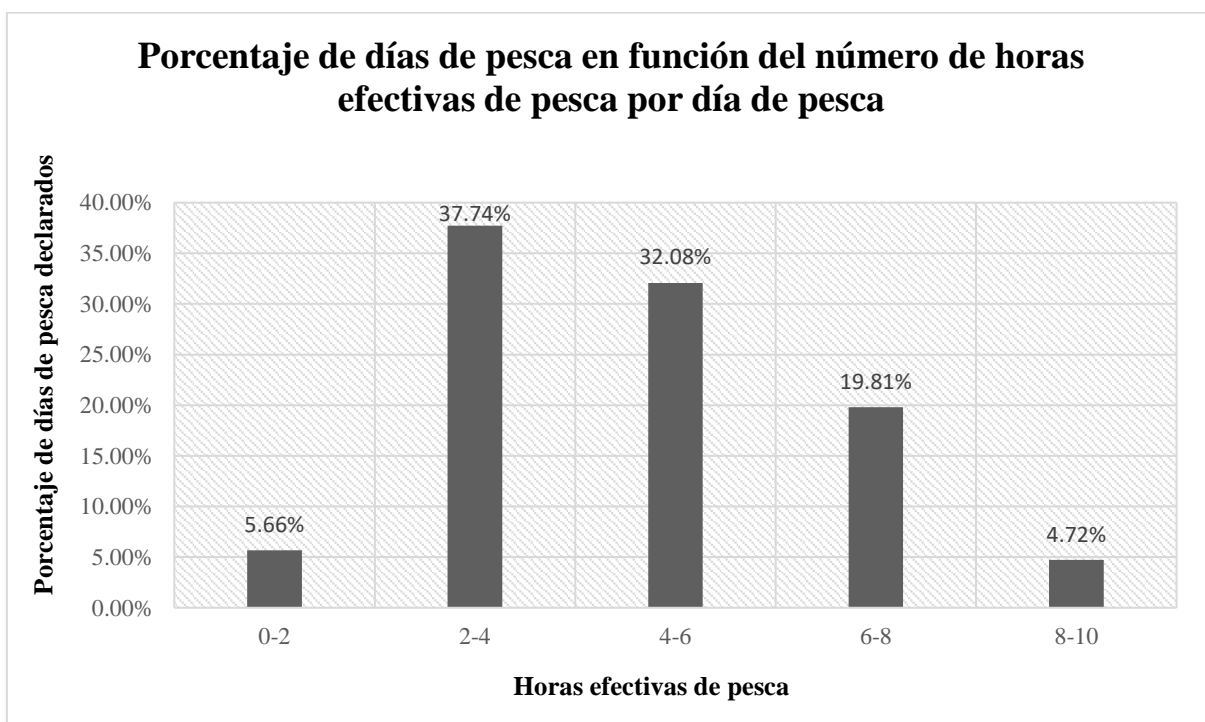
Cabe destacar que, de las 106 salidas declaradas, 33 salidas fueran sin capturas y 73 con capturas.





**Figura 10: Distribución mensual del esfuerzo pesquero total realizado en horas**

En el 38% de los días de pesca declarados, se ha efectuado un esfuerzo pesquero de entre 2 a 4 horas, en el 32% de entre 4 y 6 horas y únicamente en el 20% de las declaraciones, el esfuerzo ha sido de entre 6 y 8 horas.



**Figura 11: Distribución del esfuerzo pesquero (en horas) en función del porcentaje de salidas de pesca declarados**

### 3.5. Composición, abundancia y captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

El 45% de las capturas han sido realizadas "a la espera", seguidas por "al acecho" (30%) y no ha habido capturas utilizando la técnica de "a la rompiente".

La profundidad media de pesca es de 11,6 m (n=143) y la visibilidad media es de 4,9m. El 51% de las salidas de pesca se registraron con una visibilidad entre 2 y 5, el 33% una visibilidad entre 5 y 10, y el 13,21% con una visibilidad menos de 2. Únicamente el 2,83% de las salidas se efectuaban con una visibilidad mayor de 10.

La temperatura media es de  $15,69^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$  (n=106). En cuanto al estado del mar la mayoría de las salidas se efectuaban a mar "calma".

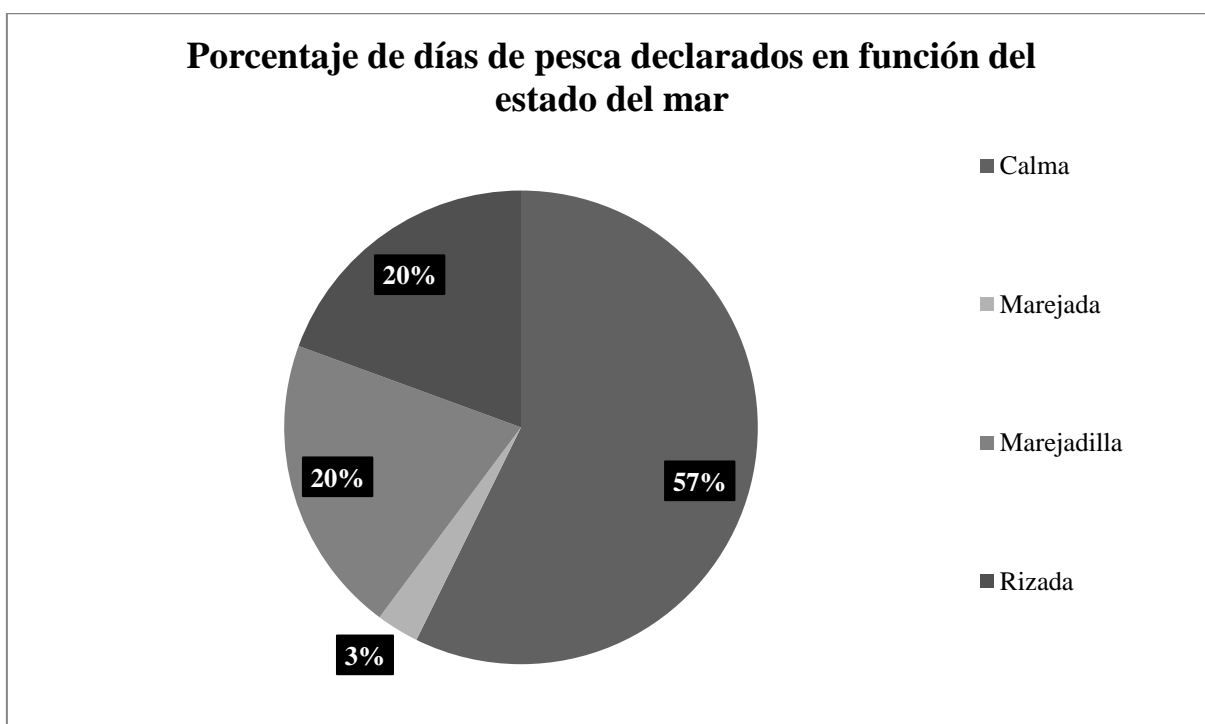


Figura 12: Porcentaje de días de pesca declarados en función del estado del mar registrado (n=103)

El total de los individuos capturados durante el periodo analizado ha sido de 236 individuos (Tabla 4). Esta captura ha incluido 33 especies de peces de 17 familias, de las cuales la familia de Sparidae ha sido la mayor representada, ya que 10 de las 33 especies declaradas por los pescadores pertenecen a esa familia.

Analizándose la selectividad, se han basado sobre las tallas mínimas declaradas, de hecho, la talla mínima declarada de la captura ha sido de 15 cm registrada para las especies *Pagrus auriga*, *Diplodus puntazzo*, *D. sargus*, *D. cervinus* y la talla máxima ha sido de 140 cm para el congrio *Conger conger* seguida por 70 cm para la corvina *Argyrosomus regius*. Así mismo, el 60% de la captura declarada pertenece un rango de tallas mínimas entre 15 y 30 cm y 27% perteneciendo al rango 30-45 cm. El promedio de la talla mínima declarada excluyendo las extremas es alrededor de 31 cm.

Respecto a la talla media calculada de la captura total, el promedio ha sido casi 34 cm.

En término de abundancia absoluta (Tabla 4), de los 236 individuos capturados la familia Sparidae ha sido la mayor representada con 150 individuos.

La especie más capturada ha sido *D. sargus* con una abundancia que alcanza casi el 40% de la captura total, seguida por el *D. puntazzo* y *D. cervinus*, que representan casi el 16% de la captura total (Figura 13).



Figura 13: Abundancia de especies declaradas por los pescadores en porcentaje

**Tabla 4: Composición de las capturas, técnica de captura, tallas declaradas por los pescadores y pesos calculados (T<sub>max</sub>: Talla máxima media (en cm), T<sub>min</sub>: Talla mínima media (en cm), T<sub>m</sub>: Talla media (en cm), W<sub>m</sub>: Peso medio por individuo (en kg))**

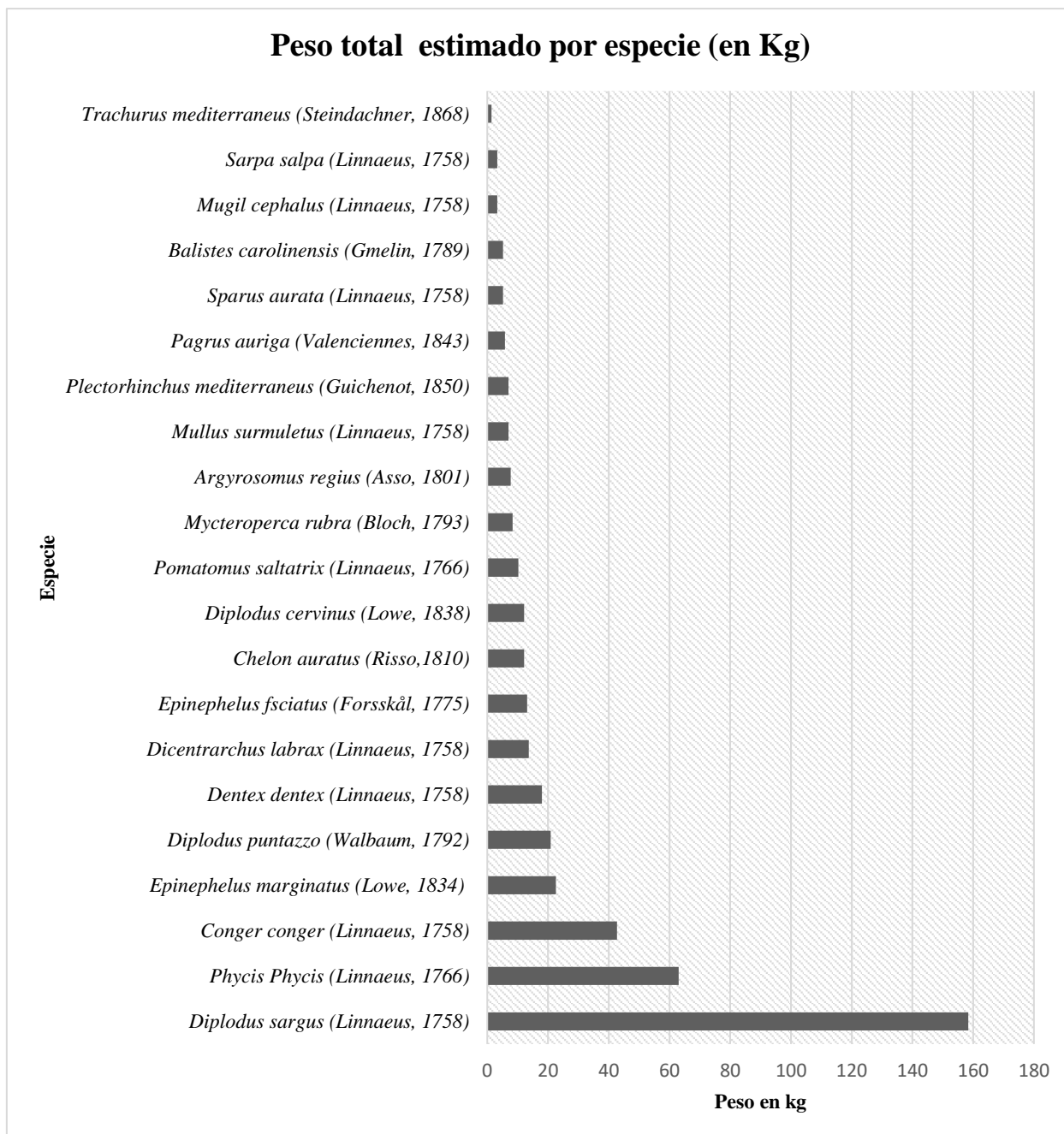
Familia	Nombre vernáculo	Nombre binomio	Técnica de pesca				T <sub>min</sub>	Promedio T <sub>max</sub>	Promedio T <sub>min</sub>	Promedio T <sub>m</sub>	Promedio de W <sub>m</sub>
			Al acecho	A la espera	A la caída	Al agujero					
<b>Balistidae</b>	Pez escopeta/Ballesta	<i>Balistes carolinensis</i> (Gmelin, 1789)	X	X			28	40	34	35,25	1,72
<b>Carangidae</b>	Jurel	<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	X								
	Jurel mediterráneo	<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	X		X		27,8	27,8	27,8	27,8	0,7
<b>Clupeidae</b>	Alacha	<i>Sardinella aurita</i> (Valenciennes, 1847)	X								
<b>Congridae</b>	Congrio	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)				X	140	149	140	144,5	15,4
<b>Gadidae</b>	Brótola de roca	<i>Phycis phycis</i> (Linnaeus, 1766)			X	X	20	52	35,6	36,33	7,5
<b>Haemulidae</b>	Borriquete	<i>Plectorhinchus mediterraneus</i> (Guichenot, 1850)	X	X		X	16	40	27,25	28,37	1,4
<b>Labridae</b>	Bodión	<i>Labrus bergylta</i> (Ascanius, 1767)			X	X	21	22	21,5	21,49	0,23

Familia	Nombre vernáculo	Nombre binomio	Técnica de pesca				T <sub>min</sub>	Promedio T <sub>max</sub>	Promedio T <sub>min</sub>	Promedio T <sub>m</sub>	Promedio de W <sub>m</sub>
			Al acecho	A la espera	A la caída	Al agujero					
<b>Moronidae</b>	Lubina/Robalo	<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)		X	X		30	53	38,5	39,5	1,7
<b>Mugilidae</b>	Lisa	<i>Chelon auratus</i> (Risso, 1810)		X	X		46,45	46,45	46,45	46,45	1,86
	Lisa/Mújol	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)		X	X		42,64	42,64	42,64	42,64	0,83
<b>Mullidae</b>	Salmonete de fango	<i>Mullus barbatus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)				X					
	Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X		19,45	26	21,61	23	0,46
	Salmonetes	<i>Mullus spp.</i>		X			25	26	25	26	
<b>Pomatomidae</b>	Anjova	<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)			X		30	35	30	32,5	1,28
<b>Sciaenidae</b>	Corvallo	<i>Sciaena umbra</i> (Linnaeus, 1758)				X	39	39	39	39	1,68
	Corvina	<i>Argyrosomus regius</i> (Asso, 1801)		X			70	70	70	70	3,85
<b>Scombridae</b>	Tonino	<i>Scomber colias</i> (Gmelin, 1789)			X		26,87	26,87	26,87	26,87	0,35

Familia	Nombre vernáculo	Nombre binomio	Técnica de pesca				T <sub>min</sub>	Promedio T <sub>max</sub>	Promedio T <sub>min</sub>	Promedio T <sub>m</sub>	Promedio de W <sub>m</sub>
			Al acecho	A la espera	A la caída	Al agujero					
<b>Serranidae</b>	Abadejo Mediterráneo	<i>Epinephelus fasciatus</i> (Forsskål, 1775)		X		X	35	75	43,3	48,5	3,27
	Mero	<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)			X	X	45	63	50,37	50,8	3,77
	Tachano	<i>Mycteroperca rubra</i> (Bloch, 1793)		X	X	X	39	55	43,75	45	2,7
<b>Soleidae</b>	Lenguado	<i>Solea Solea</i> (Linnaeus, 1758)			X		15,7	15,67	15,67	15,67	0,034
<b>Sparidae</b>	Bargo/Bocinegro	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	X								
	Chopa	<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)					30,4	30,43	30,43	30,43	0,78
	Dentón	<i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758)		X			50	60	52,5	55	3,13
	Dorada	<i>Sparus aurata</i> (Linnaeus, 1758)		X			40	40	40	40	1,6
	Pargo Sama/Capitón/Pluma	<i>Dentex gibbosus</i> (Rafinesque, 1810)		X			16	25	20,5	22,75	0,4
	Salema	<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758)		X	X		33,85	33,85	33,85	33,85	0,54

Familia	Nombre vernáculo	Nombre binomio	Técnica de pesca				T <sub>min</sub>	Promedio T <sub>max</sub>	Promedio T <sub>min</sub>	Promedio T <sub>m</sub>	Promedio de W <sub>m</sub>
			Al acecho	A la espera	A la caída	Al agujero					
	Sargo breado	<i>Diplodus cervinus</i> (Lowe, 1838)		X	X	X	15	42	25	25,96	0,7
	Sargo común	<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	15	51,26	26,66	28,3	1,8
	Sargo picudo	<i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792)		X	X	X	15	38,65	27,33	28	0,9
	Urta	<i>Pagrus auriga</i> (Valenciennes, 1843)		X			15	45	25	27,16	1,74
<b>Sphyraenidae</b>	Barracuda/esp etón	<i>Sphyraena sphyraena</i> (Linnaeus, 1758)	X								
<b>Total</b>								<b>38</b>	<b>32,7</b>	<b>34</b>	<b>521,5</b>

El peso total estimado de la captura es alrededor de 521 kg. El 77 % de la captura ha sido representada por seis especies de las cuales tres son depredadores superiores (*Diplodus sargus*, *Phycis phycis*, *Conger conger*, *Dentex dentex*, *Epinephelus marginatus* y, *D. puntazzo*) (Figura 14).



**Figura 14: Distribución de la captura en término de peso (en kg)**

El nivel trófico medio de la captura de pesca submarina fue de 3,5 (n=235) y la vulnerabilidad intrínseca media es de 53,8 (n= 235).

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) calculada por el total del esfuerzo ejercido en horas es alrededor de 1,1 Kg/hora/pescador, por el esfuerzo pesquero ejercido cuando ha habido captura es de 1,48 Kg/hora/pescador, y por el esfuerzo ejercido por día es de 4,91 kg/día/pescador.



### 3.6. Zonas de pesca

Se han realizado salidas en cuatro provincias, siendo Málaga la más frecuentada (casi 77%), seguida por Cádiz, Granada y Almería (11 % ,11% y 1% respectivamente).

En la provincia de Málaga, se han registrado 22 zonas de pesca diferente, siendo que la zona del “Faro Cabopino-Calahonda” es la que donde se ha registrado más de días de pesca (37 salidas). En total, 4 zonas de pesca han sido identificada en Cádiz con la zona “Km-90 Algeciras-Tarifa” ha sido el mayor declarada, y 3 zonas en Granada siendo “La Herradura” la más declarada. Cabe señalar un único día fue declarado que en la provincia de Almería en la zona “Almerimar” (Tabla 5).

**Tabla 5: Repartición provincial de las zonas de pesca declaradas**

<b>Provincia</b>	<b>Zona de pesca</b>	<b>Número de salidas declaradas</b>
<b>Almeria</b>		<b>1</b>
	Almerimar	1
<b>Cádiz</b>		<b>12</b>
	Km-90 Algeciras-Tarifa	8
	Los Cabezos	2
	Los lances	1
	Zahara de los atunes	1
<b>Granada</b>		<b>12</b>
	La Herradura	9
	Adra-Motril	2
	Calahonda-Tajos de Castell	1
<b>Málaga</b>		<b>81</b>
	Faro Cabopino Calahonda	37
	Punta Chullera Estepona	6
	Marbella Puerto Banus San Pedro	5
	Nerja	4
	Bahia de Málaga	3
	Benalmádena	3
	Faro de Carboneras	3
	Malagueta	3

<b>Provincia</b>	<b>Zona de pesca</b>	<b>Número de salidas declaradas</b>
	Cala barranco de maro	2
	Castillo duquesa	2
	La Alberquilla	2
	Casares	1
	De la Araña a la Cala	1
	La Cala de Mijas	1
	La Mezquitilla	1
	Los baños del Carmen	1
	Nueva Andalucía	1
	Pedregalejo	1
	Playa torrecilla	1
	Punta de Guadalmanza	1
	Punta salto de la Mora	1
	Torre de la Sal	1

En cuanto a la repartición espacial del esfuerzo pesquero por mes, la zona del Faro Cabopino-Calahaonda ha sido la zona donde se ha realizado el porcentaje más elevado de días de pesca durante los 5 meses (Figura 15).

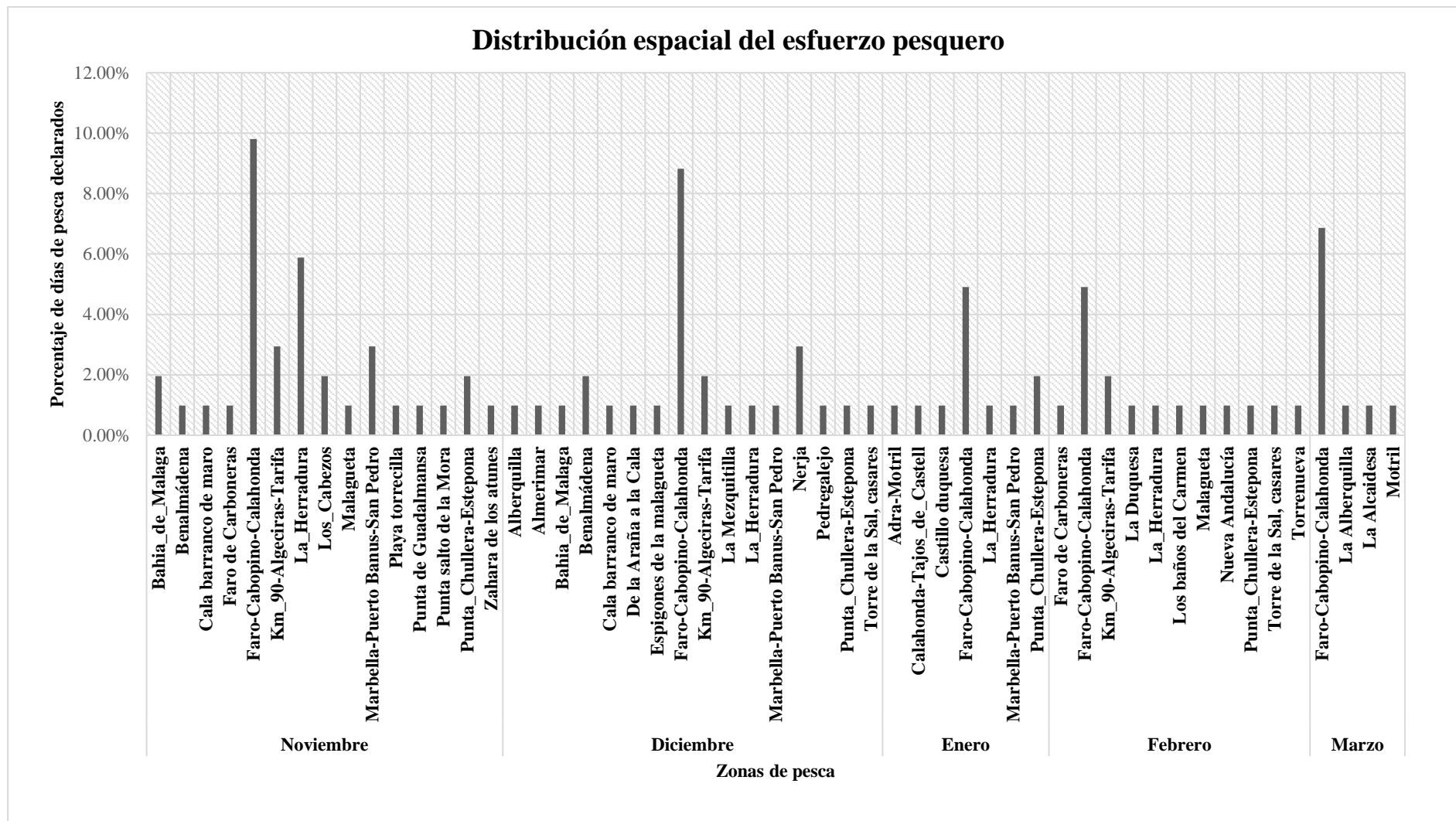


Figura 15: Distribución espacial del esfuerzo pesquero declarado

### 3.7. Declaración de capturas a través de las fotografías

De las 73 salidas en las que se ha obtenido al menos una captura, en 68 se ha declarado dichas capturas a través de una fotografía (93%). En la tabla siguiente (Tabla 6) se pueden observar los resultados obtenidos a partir de dichas fotografías.

**Tabla 6: Clasificación de las fotografías entregadas por los pescadores según los factores**

Factor	Resultado			Dificultadas encontradas/Observaciones
	0	1	0,5	
<b>Identificación de la especie</b>	4,00%	94,67%	1,33%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La posición de las especies no permite la identificación de las especies con certeza</li> <li>• El ángulo de visión o de perspectiva de la fotografía no permitía la identificación de la especie</li> </ul>
<b>Número de individuos</b>	1,33%	98,67%	0%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La posición de las especies no permite la identificación de número de individuos capturados</li> </ul>
<b>Medida de tallas</b>	26,67%	62,67%	10,67%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ángulo de visión o de perspectiva de la fotografía no permite la obtención de tallas correctas</li> <li>• El objeto de referencia puesto por el pescador es de longitud desconocida</li> <li>• La ausencia de objeto referencia</li> </ul>

En casi 99% de las fotografías enviadas por los pescadores se ha determinado el número de individuos capturados (en una única fotografía no se ha podido determinar el número de individuos capturados) y en casi el 95% de las fotografías se ha podido determinar la especie capturada. En cuanto a la determinación de la longitud, el 63% de fotografías se ha asumido que su lectura daba una medida de tallas aproximada a la real y solo en el 27% no se ha podido determinar la talla del individuo capturado.

En la Tabla 7, se ilustran los diferentes problemas que se pueden encontrar en la lectura de las fotografías enviadas por los pescadores. Para futuras declaraciones de captura, se ha contactado los pescadores y se les ha indicado como tomar mejores fotos de los individuos capturados según las dificultades encontradas en la lectura de las fotografías entregadas.

Tabla 7: Ejemplos de fotografías enviadas por los pescadores

a/ No cumplimiento de los tres factores



La posición de la captura no permite la identificación, la medida o la determinación de número de individuos capturados

b/ No cumplimiento del factor “Medida de tallas”



Captura de cuatro individuos, identificable pero no medible

c/ Cumplimiento del factor “Medida de tallas” a 50%



La determinación del número de individuos capturados y las especies es posible, pero el ángulo de visión de la fotografía no permite una medida de longitud total correcta.

d/ Cumplimiento de los tres factores



Captura de un *Diplodus puntazzo*

A través las fotografías recibidas de los pescadores, 30 especies fueron identificadas y 194 individuos fueron medidos.

La diferencia entre las tallas declaradas y aquellas medidas por las fotos, varía según la especie. Es mínima para las especies más capturadas. En el caso de las especies más capturadas como el Sargo común *D. sargus*, el promedio de la talla media declarada ha sido  $28,3 \pm 6,9$  cm (n=88) y aquel de la talla determinada a través la fotografía ha sido  $27,8 \pm 6$  cm (n=74). En cuanto al *D.cervinus*, el promedio de las tallas determinadas a partir de las fotos ha sido  $30,53 \pm 8,1$  (n=14) y declarado  $25,96 \pm 7,2$  (n=18) y para el *D.puntazzo* el promedio de la talla determinada a partir de las fotos ha sido  $30,22 \pm 6,44$  (n=24), y aquella declarada ha sido  $28 \pm 7,3$  (n=23) (Figura 16).

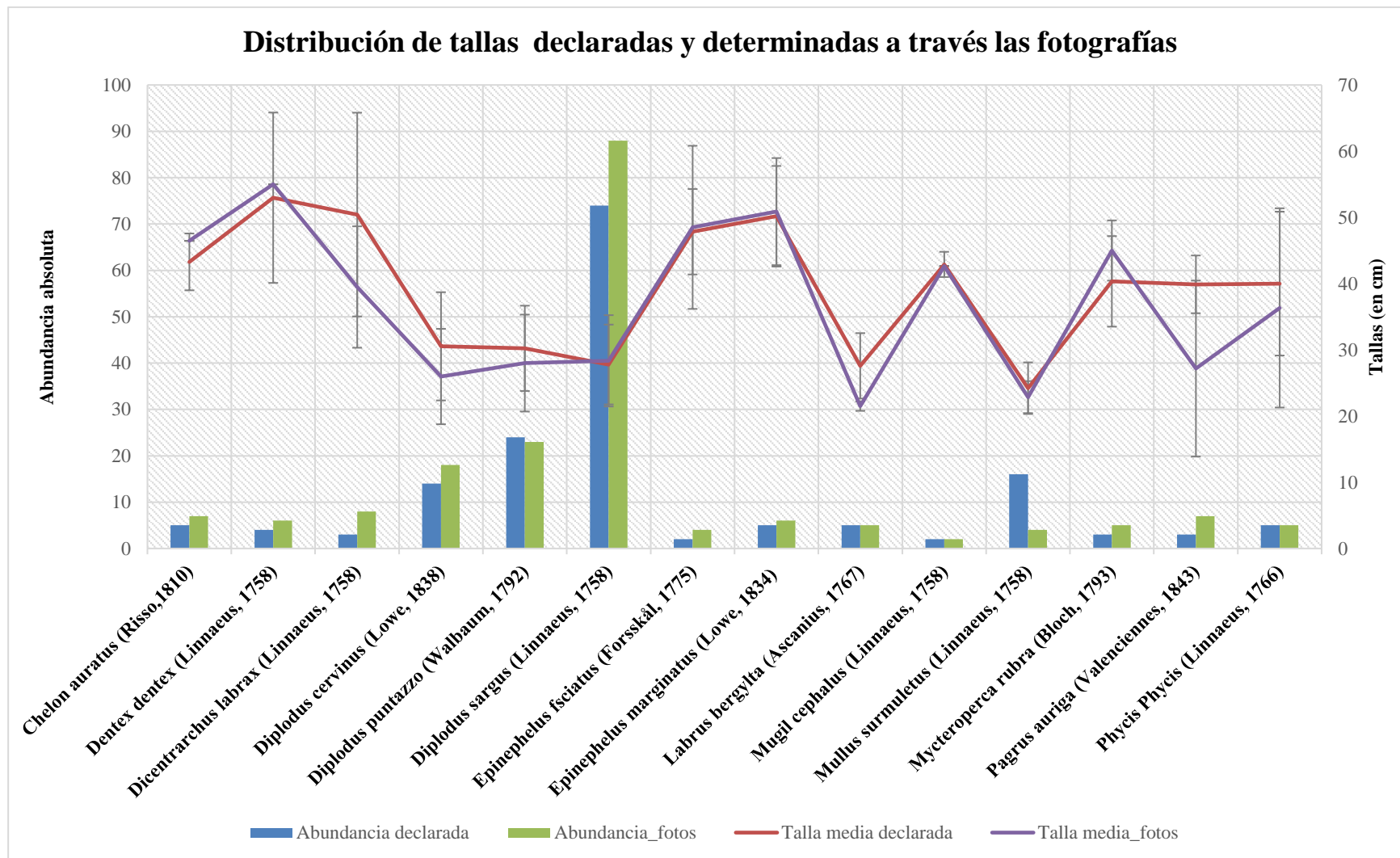


Figura 16: Representación gráfica de tallas declaradas y tallas determinadas a través las fotos de la captura

## 4. Discusión

### 4.1. Explotación de los resultados

Los resultados de este estudio piloto han demostrado la eficacia y funcionalidad de la tecnología App como método de recopilación de datos de la PRS, donde el acceso a los pescadores es muy difícil debido a las características peculiares de esta modalidad de pesca. De hecho la creciente disponibilidad de teléfonos inteligentes, la integración de una App para obtener datos de PMR en general es una oportunidad, ya que se puede recopilar cantidades ilimitadas de datos de captura, de hecho en solo 5 meses de recopilación de datos, 17 pescadores han declarado 106 salidas de pesca, lo que revela el potencial que tiene esta metodología para generar importantes datos de esfuerzo y captura en tiempo casi real (83,02% de las salidas fueran declaradas el mismo día o al día siguiente de su ocurrencia) y con bajo sesgo de recuerdo, y esto se debe a la comodidad que presentan las Apps en el uso y la accesibilidad.

El análisis de los datos recopilados ha permitido responder a las preguntas puestas al inicio del estudio, aún si no se puede generalizar esos resultados y hacer estimaciones para toda la población ya que el número de pescadores participándose en el estudio ha sido limitado. Cabe señalar que la participación ha sido baja y menor de lo que se esperaba (21 pescadores han dado de alta de un total de 154 socios del club Pescasub Málaga) debido a varios factores, principalmente a la dificultad inicial en la instalación del ODK Collect y la no compatibilidad del sistema operativo de sus móviles con aquel de la App.

En cuanto al aspecto económico, el análisis de los datos económicos confirma el hecho de que la actividad económica generada por la PRS es considerable. De hecho, el coste diario gastado por kilo de captura se estima a alrededor 8,5 euros. Aunque estos valores de inversiones iniciales y de gastos anuales y diarios (por salida de pesca) son valores aproximados, indican que la actividad económica generada por la PRS en la costa malagueña puede ser importante y se necesita desarrollar más las solicitudes de datos económicos en la App en el futuro.

También, el uso de la App ha demostrado su eficacia en el seguimiento de en “*donde y cuando*” de los pescadores submarinos pescan. Sin embargo, a nivel de los hábitos de pesca del pescador submarino, no se ha podido deducir tendencias anuales o las variaciones y los cambios en el comportamiento de los pescadores vis à vis el esfuerzo pesquero, ya que se necesita un análisis de series temporales más largas y una muestra de pescadores más numerosa. Cabe destacar que la ODK Collect ha podido recopilar datos puntuales en el tiempo que no se puede conseguir con los métodos convencionales.

En cuanto a las zonas de pesca donde se suele pescar, los pescadores han declarado nuevas zonas de pesca no propuestas en la lista desplegable del formulario, así se distribuyan en cuatro de las cinco provincias costeras de Andalucía aún si la frecuencia más alta ha sido de las zonas de pesca ubicadas en la provincia de Málaga. Por un lado, esto confirma la dificultad de conseguir realizar encuestas in-situ ya que la PRS es muy difusa en el espacio y, por otro lado, apoya el uso de este tipo de herramientas para conseguir datos e informaciones para caracterizar la PRS. El análisis de la frecuencia de cada zona de pesca declarada en función del mes, ha permitido destacar que esas últimas cambian en función del tiempo. Sin embargo, el hecho de escoger la ubicación del lugar de pesca y el medio para llegarlo (desde embarcación o a nado) necesita un estudio más específico, sobre la dimensión económica de la PRS (v.g. precio por unidad de esfuerzo PPUE) así mismo la dimensión pesquera y biológica (CPUE, rendimiento por unidad de esfuerzo YPUE, diversidad biológica y talla media de especies objetivo (Hunt, 2005; Hunt et al., 2013).



A pesar de las limitaciones de este estudio en termino de cantidades de datos recopilados, el análisis del esfuerzo y la captura confirma la presión ecológica que puede ejercer la PRS en termino de selectividad (Lloret et al., 2008) sobre las especies especialmente de vulnerabilidad intrínseca y nivel trófico altos (v.g. *E. marginatus*, *Conger conger*, *Mycteroperca rubra*, etc.) (Tabla 4), ya que el 76 % de la captura en termino de especies declaradas pertenecen al intervalo de vulnerabilidad moderada a alta (>40 de 100), así mismo la vulnerabilidad intrínseca media de la captura es alrededor de 54. En termino de abundancia absoluta, los *Diplodus sp.* han representado el 55 % de la captura y que tienen un nivel trófico alrededor de 3, y una vulnerabilidad media de 50,6.

En termino de peso, las especies más capturada (*Diplodus sargus*, *Phycis physis*, *Conger conger*, *Dentex dentex*, *Epinephelus marginatus*) (Figura 14) tienen un promedio de vulnerabilidad intrínseca de 66 y un nivel trófico entre 4 y 4,5 salvo el *D. sargus*. De hecho, está confirmado que la extracción de individuos grandes maduros, puede afectar el potencial reproductivo ya que las hembras más grandes son proporcionalmente más fecundas y desovan huevos y larvas con mejores tasas de supervivencia (Berkeley et al., 2004; Birkeland y Dayton, 2005). Aun si no se podía determinar el sexo de la captura o su estado de madurez, pero las tallas mínimas declaradas son relativamente altas (v.g. *E. marginatus*: 45 cm, *D. dentex*: 50 cm, *Diplodus sp.*: 15 cm).

Todavía cabe señalar que la solicitud de fotografías de las capturas ha permitido comprobar las capturas en término de identificación de especies y de número de individuos capturados, así como ha permitido de medir las tallas de los individuos de forma aproximada y compararlas con aquellas declaradas por los pescadores. Conviene subrayar que no se ha señalado errores de identificación cuando el pescador declaró y al mismo tiempo envió una foto de su captura. Además, al comparar las tallas medias de las especies capturadas, las diferencias han sido mínimas en el caso de los *Diplodus sp.*, *E. marginatus*, *E. fasciatus* y *M. surmuletus*, lo que puede confirmar el potencial que tiene la App a sacar informaciones de captura más detalladas que las metodologías convencionales.

#### 4.2. Estudios similares

Acerca de los métodos de recopilación de datos de PMR, generalmente se ha usado metodologías convencionales para alcanzar este objetivo como las encuestas en papel, por teléfono o por correo, o las entrevistas in-situ ,etc. que están limitadas en el tiempo y en el espacio y con elevados sesgos (Griffiths et al., 2013) limitándose conseguir una gestión sostenible de la PMR (Venturelli et al., 2017). También, se ha usado métodos integrados, como las entrevistas sin-situ, y encuestas de intercepción, encuestas itinerantes in-situ y seguimiento aéreo (Hartill et al., 2013; Holdsworth et al., 2018; Ma et al., 2018). Así que, se describieron varios métodos de auto declaración de capturas, por ejemplo, Baker y Oeschger, (2009) evaluaron el uso de mensajes de texto SMS como medio de declaración de capturas, pero este método tenía limitaciones técnicas en cuanto a la recopilación de datos voluminosos como las fotos. Otro ejemplo es del uso del monitoreo pasivo acústico del esfuerzo pesquero de la modalidad desde embarcación (ICES, 2018).

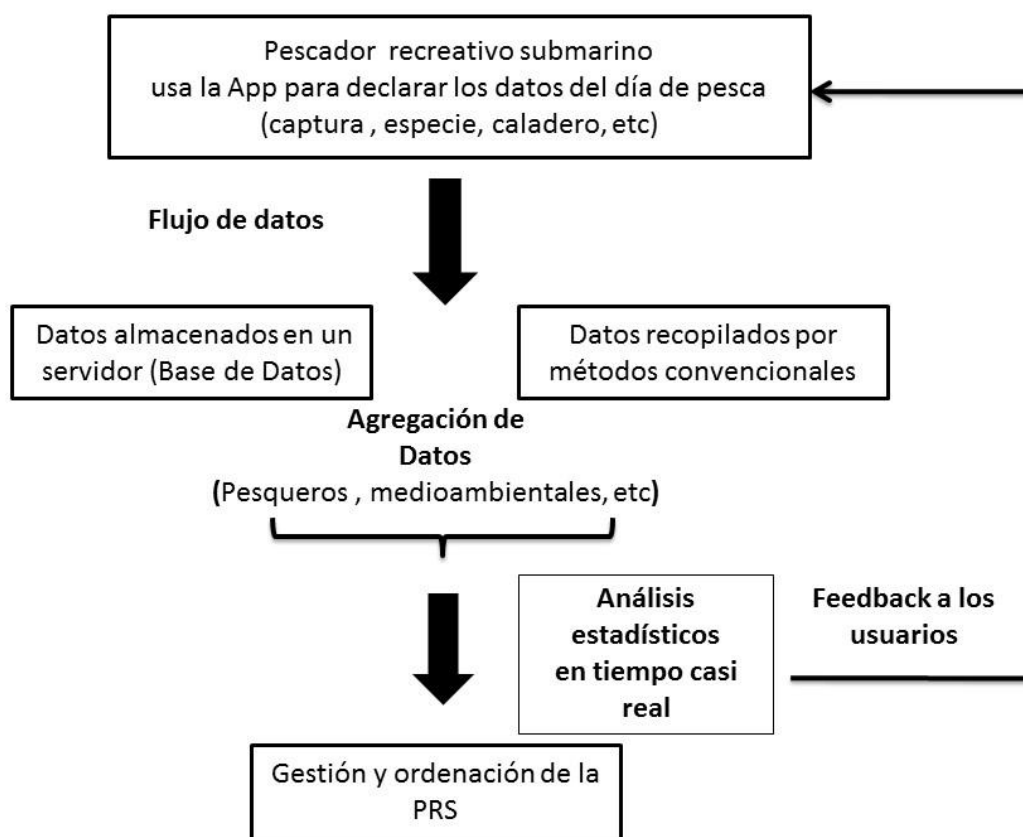
Siguiendo el desarrollo de la ciencia ciudadana, que ha permitido una facilidad al acceso a la información al menor coste (Hyder et al., 2018; Silvertown, 2009), se ha prestado atención también al desarrollo de métodos de recopilación de datos en tiempo real involucrándose el pescador recreativo como elemento clave en la investigación. De hecho, las tecnologías móviles tienen el potencial de generar datos dependientes de la pesca en cualquier momento y lugar en el que los pescadores pesquen, a medida que los

teléfonos inteligentes y las tabletas digitales se han vuelto más potentes y adecuados ya que las Apps son un enfoque novedoso para la recopilación de datos científicos. A pesar de que el número de Apps científicas ha aumentado, el uso de esta herramienta en pesca queda limitado sobre todo para la PMR (Gutowsky et al., 2013).

Algunas Apps han sido desarrolladas para la recopilación de datos de la PMR con caña la más importante es “*FishBrain*” y “*Fishfriender*” que tienen una extensión espacial global, otras han sido usadas a una extensión espacial más reducida como en algunos estados de los Estados Unidos (EEUU) (v.g. *iAngler*, *IGFA catchlog*, etc.) o en Dinamarca (v.g. *Fangstjournalen*).

Considerando que el uso de las aplicaciones tiene un gran potencial para recopilar conjuntos de datos extensos con un esfuerzo relativamente pequeño, varios autores ya lo han intentado probar y validar como alternativa a los métodos convencionales de recopilación de datos de captura y esfuerzo de la PMR en general tanto como para especies y modalidades determinadas. En los EEUU, se siguen desarrollando varios estudios pilotos y nuevas Apps para mejorar la calidad de los datos y crear una base de datos de PMR más robusta. Sirva de ejemplo el caso de la pesquería recreativa del Pargo Rojo *Lutjanus campechanus* en los estados del Golfo de México, donde se ha estudiado el uso de la tecnología App como un suplemento de fuente de datos para el MRIP. De hecho, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica “*National Oceanic and Atmospheric Administration*” (NOAA) acaba de certificar a finales de 2018, las Apps “*Snapper Check*”, “*Fish/Hunt FL*” y “*Tails n’ Scales*” respectivamente en estados de Alabama, Florida y Mississippi como estadísticamente válidas (Tabla 8), para la declaración de capturas de Pargo rojo y el seguimiento de las capturas de pesca recreativa en general junto con las otras herramientas de recopilación de datos convencionales dentro del “*Marine Recreational Information Program*” (MRIP) (NOAA, 2019). De hecho, Stunz et al.(2014, 2016) han estudiado el uso de la App “*iSnapper*” como una metodología piloto para rastrear la captura del Pargo rojo en la costa de Texas y recopilar datos socioeconómicos de los pescadores de recreo en la modalidad pesca con caña (Tabla 8), lo cual era una herramienta robusta, para conseguir datos casi en tiempo real y para una mejor estimación del esfuerzo y la CPUE de esta especie. Otro ejemplo es de la comparación de los datos de la App “*iAngler*” para la recopilación de datos de captura de recreo del Róbalo blanco *Centropomus undecimalis* (Tabla 8) con los datos del MRIP en el estado de Florida indica que la App tiene una capacidad de dar datos de capturas representativos, ya que son similares a los del MRIP para el mismo periodo de tiempo (Jiorle et al., 2016).

Estos ejemplos de utilización de las Apps de recogida de datos no son exhaustivos, sino que parecen ser un modelo a reproducir, modificándolo en función de las características de nuestro estudio y adaptándolo a las especificidades del entorno de la PMR y la PRS en la CCAA de Andalucía y la región mediterránea en general. Por otra parte Venturelli et al.,(2017), propone un modelo conceptual del funcionamiento de las Apps como herramienta de recopilación de datos de la PMR. El pescador es un elemento clave en la declaración de los datos, usa la App para compartir sus capturas, estos datos se almacenan en un servidor. Los científicos analizan la calidad de los datos y elaboran estadísticas y formulan conclusiones que permitan a los gestores de ordenar la actividad de PMR (Figura 17).



**Figura 17: Modelo conceptual de la recopilación de datos pesqueros dependientes mediante la tecnología App (Bradley et al., 2019; Venturelli et al., 2017)**

En este sentido es necesario establecer normas técnicas y de funcionamiento para el uso de las Apps. Bradley et al., (2019) subrayó la necesidad de definir las metas de la utilización de la tecnología App, en caso contrario, puede parecer obsoleta y no supera nunca la fase piloto. Venturelli et al. (2017) intentó presentar una estandarización de las Apps en la modalidad desde embarcación y con caña (*Angeling*) con el fin de tener datos salientes comparables entre ellos. Teniendo en cuenta su estandarización hemos comparado nuestra metodología con estudios pilotes de Apps en regiones diferentes y con modalidades diferentes por falta de trabajos en la modalidad submarina (Tabla 8). La mayoría de las Apps citadas en la (Tabla 8), han enfocado el uso de la App en la caracterización del esfuerzo y las capturas de una especie determinada (*Lutjanus campechanus*) que tiene una temporada de pesca limitada en tiempo lo que ha permitido su integración en la gestión de esta pesquería (*Snapper Check, Tails n' Scales, iAngler*). Pero también, hay otros que no están usados como requisito en la gestión de la PMR, pero generan datos importantes para su caracterización (v.g. *Fangstjournalen*).

**Tabla 8: Ejemplos de estudios basándose en la tecnología App como método de recopilación de datos de PMR**

Nombre de la App	Sistema Operativo	Modalidad de PMR	Área de la App	Tiempo de prueba	Objetivos	Especies objetivo	Proceso de Validación	Uso en la gestión	Referencias
<b>ODK Collect</b>	Android	Submarina	Provincia de Málaga	5 meses	Caracterización socioeconómica /Cuantificación del esfuerzo y capturas	Todas las especies	No	No	Estudio Actual
<b>Snapper Check</b>	iOS/Android	Desde embarcación (Angling)	Alabama (Golfo de México)	2014-Día de hoy	Censo completo Determinación de esfuerzo y capturas	Pargo Rojo ( <i>Lutjanus campechanus</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas “<i>in situ</i>”</li> <li>• Muestreo biológico “<i>in situ</i>”</li> </ul>	Si	(Alabama Department of Conservation and Natural Resources, 2018; Atlantic Coastal Cooperative Statistics Program, 2016; NOAA, 2018a)
<b>Tails n’ Scales</b>	Android / iOS	Desde embarcación (Angling)	Mississippi	2015-Día de hoy	Estimación de esfuerzo	Pargo Rojo ( <i>Lutjanus campechanus</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas de punto de acceso</li> <li>• Muestreo visual</li> <li>• Encuestas telefónicas</li> <li>• Muestreo biológico “<i>in situ</i>”</li> </ul>	Si	(Mississippi Department of Marine Resources, 2017; NOAA, 2018b)
<b>i Snapper</b>	iOS	Desde embarcación (Angling)	Texas	2011-2015	Estimación de esfuerzo+ Encuestas socioeconómicas	Pargo Rojo ( <i>Lutjanus campechanus</i> ) + Otras especies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas “<i>in situ</i>”</li> </ul>	No	(Atlantic Coastal Cooperative Statistics Program, 2016; Stunz et al., 2014, 2016)
<b>iAngler</b>	iOS/Android	Desde embarcación (Angling)	Florida (Golfo de México)	2015-Día de hoy	Estimación de esfuerzo	Pargo Rojo ( <i>Lutjanus campechanus</i> ) + Róbalo blanco ( <i>Centropomus undecimalis</i> )	No datos	Si	(Jiorle et al., 2016; NOAA, 2018b)
<b>Fangstjournalen</b>	iOS/Android	Desde embarcación (Angling)	Dinamarca	2016-Día de hoy	Estimación de esfuerzo	Todas las especies	No	No	(Skov, 2018)

### 4.3. Evaluación del estudio mediante el análisis DAFO

#### ➤ Debilidades

En lo referente a las debilidades, se destaca la baja participación de los pescadores recreativos submarinos con base en la provincia de Málaga (la población total es alrededor de 600 pescadores), solamente 21 pescadores han dado de alta en cinco meses y 17 han declarado sus capturas, lo que no ha permitido extrapolar los resultados a toda la población.

Con respecto al aspecto técnico de la App, debido al sistema operativo del ODK Collect, los pescadores que tienen teléfonos móviles operando con iOS o Windows Mobile (Los sistemas operativos más usados en España junto con el Android) (Global Stats, 2019) se han excluido. También, la instalación de la ODK Collect es incomoda y complicada, ya que, si el pescador no ha asistido a la reunión organizada dentro del proyecto del estudio o no ha visto el video explicativo, no puede usarla correctamente. De hecho, al cambiar los parámetros del servidor, el pescador puede cometer un error en la contraseña o el nombre del servidor, lo que aumenta el riesgo de abandonar la declaración. Además, la interface grafica de la ODK Collect es muy rudimentaria y básica y relativamente mal organizada y no está optimizado de manera que no facilita su manejo al pescador no experimentado a su uso. Así que las herramientas que presente la ODK Collect son básicas y no atractivas para el pescador como por ejemplo la falta de la posibilidad del seguimiento de sus datos de capturas o zonas de pesca o de generación de gráficos de tendencias a los usuarios del histórico de sus días de pesca, ya el pescador dado de alta solo puede ver los formularios ya entregados de una manera estática y no interactiva.

A nivel de los formularios, cada usuario de la App (el pescador) está identificado según su móvil “*Device ID*” y su tarjeta SIM “*SIM ID*” y no con su número de licencia, esto puede generar un sesgo en el caso si el pescador cambia estos dos elementos, no habría una manera para identificar si el mismo pescador está declarando u otro que se ha dado de alta. Otro punto a señalar, que en el primer formulario “*Alta Colaborador Pescasub*” no se solicita el género del pescador y en el formulario “*Parte Diario Pescasub*”, un sesgo que puede ocurrir por la solicitud del lugar de residencia del pescador y no la provincia donde ha sido otorgada la licencia. También, la ausencia de solicitud de coordenadas GPS para la zona de pesca puede generar un sesgo en cuanto a la determinación exacta de la ubicación. Así que la falta de los correos electrónicos de los pescadores, no ha permitido realizar una encuesta “*on-line*” de “*feedback*” para poder saber las opiniones de los participantes en este estudio piloto en relación del uso de la App como método de declaración de la actividad pesquera recreativa.

En cuanto al análisis de datos, la determinación de pesos de capturas está muy sesgada, tanto desde la lectura de las fotografías (El 60% de las fotografías cumple los factores necesarios para conseguir tallas de capturas lo más correctas posibles), como desde las medidas declaradas por el pescador en caso de falta de fotos de captura. También la falta de muestreo biológico no ha permitido la cuantificación de sesgos que puedan ocurrir en la medición de la captura por los pescadores (En ningún caso del estudio se ha demostrado a los pescadores como se debe medir la captura) ya que no se sabe qué tipo de medidas son facilitadas por los pescadores (Talla total, talla estándar, etc.).

Así como al medir las capturas mediante las fotografías, no se corrigen las tallas de aquellas que tienen un ángulo de visión o perspectiva no adaptable a la medición y no se ha considerado los errores sistémicos del programa “*Perfect Screen Ruler*”, ya que este programa no considera el ángulo de visión, la distancia focal del objeto o la perspectiva

(está desarrollado para medir pequeños objetos o áreas en las pantallas) y calcula solo la correspondencia entre un píxel y las tallas reales de un objeto de referencia.

➤ **Amenazas**

La falta de estudios anteriores usando la misma metodología en la recopilación de datos de PRS, o estudios caracterizando esta actividad en la provincia de Málaga, no ha permitido la comparación de los resultados del presente estudio.

➤ **Fortalezas**

Durante todo el periodo del estudio, no se ha señalado problemas técnicos declarados por parte de los pescadores involucrados en el estudio o científicos aun si la ODK Collect funciona solamente el sistema operativo Android (ej. Perdidas de informaciones en la transferencia desde el móvil del pescador al servidor, disfuncionamiento de la App, etc.), ya que la App ODK Collect es libre y gratuita.

También, el formulario no es muy largo, se ha comprobado que el tiempo su relleno no supera 5 minutos, ya que la organización de las informaciones solicitadas en 3 formularios permite al pescador ahorrar tiempo en rellenarla y tiene la posibilidad de registrar los cambios sin entregarlo hasta su finalización. Además, el pescador puede acceder al histórico de sus formularios ya enviados.

La App consiguió proporcionar datos sobre el comportamiento de los pescadores en término de tiempo lugar de pesca, así que, ha sido una herramienta de encuestas para determinar esfuerzo y captura. Así mismo, la posibilidad de entregar fotografías de la captura ha permitido a los científicos de verificar las especies capturadas y declaradas por los pescadores.

La presentación de la App en el club de pescadores submarinos, la mediatización del proyecto en las redes sociales (Facebook, YouTube, etc.), así que la elaboración de un informe mensual presentándose el progreso de los resultados han permitido de guardar el interés de los pescadores submarinos en seguir participándose en el estudio y declarándose sus actividades de pesca.

➤ **Oportunidades**

La predisposición de las asociaciones y clubes de PRS y PMR en general a colaborar en estudios similares, permite el desarrollo del enfoque eco-sistémico en la gestión de la PMR en el mediterráneo.

También la reglamentación europea favorece el desarrollo de metodologías de recopilación de datos de PMR.

## Conclusiones y recomendaciones

En base de los resultados obtenidos en este estudio, se han formulados estas conclusiones:

- El uso de la tecnología App es una herramienta dotada de varias ventajas facilitándose la recopilación de datos de PRS en tiempo casi real y a menores costes.
- Para cubrir toda la población de pescadores de recreo, es necesario disponer de una base de datos de pescadores y seleccionar una muestra de pescadores de recreo que represente una variedad de tipos de frecuencia de pesca utilizando un muestreo aleatorio estratificado. Sin embargo, el desafío consiste en disponer de esta muestra, ya que los pescadores submarinos no podían ser asignados a los puertos de origen y no se dispone de información sobre su frecuencia de pesca. En este sentido, la aproximación a los distintos clubes de pesca es una manera barata y directa de llegar a un número importante de pescadores. Para que la frecuencia de los pescadores sea lo más parecido al conjunto, habría que dilucidar si los pescadores que están asociados son aquellos que son más activos (los que más pescan) o bien, si las asociaciones son estructuras sociales a las que los pescadores se unen para poder conocer a personas con las mismas aficiones sin tener en cuenta la frecuencia de la actividad. Por falta de colaboración de los pescadores y límites técnicos, no se ha podido hacer esta etapa del estudio.
- Se debe agregar que, una única reunión con los pescadores no ha sido suficiente para solicitar su participación en la declaración de sus salidas de pesca, puesto que organizar presentaciones regulares y reuniones con los clubes de PMR asegura de mantener la voluntad de los pescadores a declarar sus días de pesca. Como la comunicación y divulgación es una parte importante del estudio, dado que los pescadores son la fuente clave de informaciones y una parte integral del proyecto y por lo tanto su cooperación es esencial para el éxito del estudio. Se necesita que entiendan mejor el propósito de la App, sus metas y el valor de los datos producidos, para que participen y siguen proporcionando datos de su actividad pesquera.
- En cuanto al formulario “*No actividad*”, a corto plazo ha permitido, si realmente los pescadores no están declarando o no están activos. A largo plazo permitirá a identificar los pescadores no activos y determinar la población real de los pescadores submarinos en la provincia de Málaga.
- Cabe señalar que, no se ha podido evaluar si el uso de la App puede afectar el comportamiento de los pescadores.
- Existen muchas otras vías para futuras investigaciones sobre este tema, especialmente si se revisa la App actual para recopilar otros datos importantes de PRS y PMR en general.

A continuación, se desarrolla una serie de recomendaciones, deducida tras este estudio y según el análisis DAFO realizado, con el fin de mejorar la metodología App en la recogida de datos de la PRS y la PMR en general en un futuro próximo:

- Mejorar la App ODK/ Cambiar la App usada:
  - Aplicable a todos los sistemas operativos
  - Mejorar su introducción y uso
- Mejorar la información recogida por los formularios:
  - Ubicación de la zona de pesca a través de Google Maps o introducción de coordenadas GPS
  - Peso de las capturas
  - Provincia de expedición de licencia
  - Correo Electrónico del pescador
- Incluir las metodologías convencionales
  - Encuestas “*in-situ*”
  - Encuestas “*On-line*”
- Mejorar la comunicación con los pescadores
  - Elaboración de un guía de especies pesqueras que permita su identificación e información sobre tallas mínimas de captura o vedas.
  - Elaboración de un guía de normativa para cada modalidad de pesca y excepciones (áreas marinas protegidas)
- Extensión del estudio
  - Continuar el actual estudio puesto que cinco meses de recogida de datos no permiten caracterizar la PRS en la provincia de Málaga.
  - Extender estudio para cubrir todas las modalidades de PMR en todas las provincias costeras de la CCAA de Andalucía.
- Intentar de reproducir el estudio en otras áreas geográficas mediterráneas (españolas y europeas)
  - Conseguir a caracterizar la PMR mediterránea
  - Estandarizar el uso de la metodología App



## Bibliografía

- Alabama Department of Conservation and Natural Resources. (2018), *Alabama Snapper Check: Summary of estimation procedures*, Alabama, disponible en: <https://www.fisheries.noaa.gov/recreational-fishing-data/survey-certification-marine-recreational-information-program>.
- Almodovar, A. y Nicola, G.G. (2004), «Angling impact on conservation of Spanish stream-dwelling brown trout *Salmo trutta*», *Fisheries Management and Ecology*, Vol. 11, pp. 173-182.
- Arin, L., Moran, G.A.X. y Estrada, M. (2002), «Phytoplankton size distribution and growth rates in the Alboran Sea (SW Mediterranean): short term variability related to mesoscale hydrodynamics», *Journal of Plankton Research*, Vol. 24 No. 10, pp. 1019-1033.
- Atlantic Coastal Cooperative Statistics Program. (2016), *Inventory and comparison of for-hire data collections in the Atlantic and Gulf of Mexico*, Arlington, VA.
- Baker, M.S. y Oeschger, I. (2009), «Description and Initial Evaluation of a Text Message Based Reporting Method for Marine Recreational Anglers», *Marine and Coastal Fisheries*, Taylor & Francis Group, Vol. 1 No. 1, pp. 143-154.
- Bellanger, M. y Levrel, H. (2017), «A cost-effectiveness analysis of alternative survey methods used for the monitoring of marine recreational fishing in France», *Ocean and Coastal Management*, Elsevier Ltd, Vol. 138, pp. 19-28.
- Berkeley, S.A., Chapman, C. y Sogard, S.M. (2004), «Maternal age as a determinant of larval growth and survival in a marine fish, *Sebastes melanops*», *Ecology*, Vol. 85 No. 5, pp. 1258-1264.
- Birkeland, C. y Dayton, P.K. (2005), «The importance in fishery management of leaving the big ones», *Trends in Ecology & Evolution*, Elsevier Current Trends, Vol. 20 No. 7, pp. 356-358.
- Bradley, D., Merrifield, M., Miller, K.M., Lomonico, S., Wilson, J.R. y Gleason, M.G. (2019), «Opportunities to improve fisheries management through innovative technology and advanced data systems», *Fish and Fisheries*, No. January, pp. 1-20.
- Brunette, W., Sudar, S., Worden, N., Price, D., Anderson, R. y Borriello, G. (2013), *ODK Tables: Building Easily Customizable Information Applications on Android Devices*, disponible en: <https://opendatakit.org/assets/files/dev-final34.pdf> (accedido 8 enero 2019).
- CGPM. (2016), *Textos fundamentales de la Comisión General de Pesca del Mediterráneo*, Rome, disponible en: <http://www.fao.org/3/b-i5450s.pdf>.
- CGPM. (2017), *Scientific Advisory Committee on Fisheries (SAC) Report of the first meeting of the Working Group on Small-Scale and Recreational fisheries (WGSSF)*, Rome, disponible en: [https://gfcml.sharepoint.com/EG/Report/v2/2017/WGSSF/GFCM\\_WGSSF\\_2017\\_Report.pdf?slrid=25912b9e-2024-4000-76e3-45261319b562](https://gfcml.sharepoint.com/EG/Report/v2/2017/WGSSF/GFCM_WGSSF_2017_Report.pdf?slrid=25912b9e-2024-4000-76e3-45261319b562).

- Cheung, W.W.L., Watson, R., Morato, T., Pitcher, T.J. y Pauly, D. (2005), «Intrinsic vulnerability in the global fish catch», *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 333 No. March, pp. 1-12.
- Chizinski, C.J., Martin, D.R. y Pope, K.L. (2014), «Self-confidence of anglers in identification of freshwater sport fish», *Fisheries Management and Ecology*, Vol. 21 No. 6, pp. 448-453.
- Coleman, F.C., Figueira, W.F., Ueland, J.S. y Crowder, L.B. (2004), «The impact of United States recreational fisheries on marine fish populations.», *Science*, American Association for the Advancement of Science, Vol. 305 No. 5692, pp. 1958-1960.
- Consejería de Agricultura Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. (2019), «Nº de Licencias de Pesca Tramitadas», disponible en: <https://ws142.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/lipe/paginas/publicas/licencias/consultaLicenciasPublicas.xhtml> (accedido 15 mayo 2019).
- Consejería del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. (2017), *Gestión sostenible del medio marino andaluz: Informe final de resultados 2017*, Sevilla.
- Cooke, S.J. y Cowx, I.G. (2006), «Contrasting recreational and commercial fishing: Searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments», *Biological Conservation*, Vol. 128 No. 1, pp. 93-108.
- Eero, M., Strehlow, H. V., Adams, C.M. y Vinther, M. (2014), «Does recreational catch impact the TAC for commercial fisheries?», *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 72 No. 2, pp. 450-457.
- EU. (2016), «Reglamento (UE) 2016/679 Del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos».
- FAO. (2012), *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries TG13 - Recreational Fisheries*, Rome, Italy.
- FAO. (2017), *GLOBEFISH Highlights*, FAO, Rome, Italy, disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7332e.pdf>.
- FAO. (2018), *The state of Mediterranean and Black Sea fisheries*, General Fisheries Commission for the Mediterranean, Rome, disponible en: [https://gfcml.sharepoint.com/Publications/SOMFi/Graphic Design/SOMFi 2018/14Jan Somfi Web.pdf](https://gfcml.sharepoint.com/Publications/SOMFi/Graphic%20Design/SOMFi%2018/14Jan%20Somfi%20Web.pdf) (accedido 14 febrero 2019).
- Font, T. y Lloret, J. (2013), *Análisis De La Pesca De Recreo En Las 10 Áreas Lic Del Proyecto Life+Indemares*, disponible en: [https://www.indemares.es/sites/default/files/analisis\\_pesca\\_recreativa.pdf](https://www.indemares.es/sites/default/files/analisis_pesca_recreativa.pdf).
- Franquesa, R., Gordo, A., Mina, T., Nuss, S. y Borrego, J.R. (2004), «The recreational fishing in the Central and Western European Mediterranean frame», *Report of the sixteenth annual conference of the European Association of Fisheries Economists : Rome, 5-7 April 2004*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 22.
- Frisch, A.J., Baker, R., Hobbs, J.-P.A. y Nankervis, L. (2008), «A quantitative

- comparison of recreational spearfishing and linefishing on the Great Barrier Reef: implications for management of multi-sector coral reef fisheries», *Coral Reefs*, Springer-Verlag, Vol. 27 No. 1, pp. 85-95.
- García Raso, J.E., Gofas, S., Salas Casanova, C., Manjon-Cabeza, E., Urra, J. y García Muñoz, J.E. (2008), *El mar más rico de Europa: Biodiversidad del litoral occidental de Málaga entre Calaburras y Cabo Pino*, Málaga.
- Gaudin, C. y De Young, C. (2007), *Recreational fisheries in the Mediterranean countries: a review of existing legal frameworks.*, *Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean.*, disponible en: <http://www.fao.org/3/a1500e/a1500e00.htm>.
- Gillett, R. y Moy, W. (2006), *Spearfishing in the Pacific Islands. Current status and management issues*, editado por FAO/FishCode Review, No. 19., FAO, disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0774e.pdf>.
- Google Maps. (2018), «Málaga - Google Maps», disponible en: <https://www.google.es/maps/place/Málaga/@36.79108,-5.8100372,8z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0xd72ea35fca22853:0x303d278a575cb00!8m2!3d36.7211113!4d-4.4210306> (accedido 22 noviembre 2018).
- Gordoa, A., Dedeu, A.L. y Boada, J. (2019), «Recreational fishing in Spain: First national estimates of fisher population size, fishing activity and fisher social profile», *Fisheries Research*, Elsevier, Vol. 211 No. September 2018, pp. 1-12.
- Griffiths, S.P., Zischke, M.T., Tonks, M.L., Pepperell, J.G. y Tickell, S. (2013), «Efficacy of novel sampling approaches for surveying specialised recreational fisheries», *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, Vol. 23 No. 3, pp. 395-413.
- Gutowsky, L.F.G., Gobin, J., Burnett, N.J., Chapman, J.M., Stoot, L.J. y Bliss, S. (2013), «Smartphones and Digital Tablets: Emerging Tools for Fisheries Professionals», *Fisheries*, Taylor & Francis Group, Vol. 38 No. 10, pp. 455-461.
- Hartill, B., Bian, R., Rush, N. y Armiger, H. (2013), *Aerial-access recreational harvest estimates for Snapper, Kahawai, Red Gurnard, Tarakihi and Trevally in FMA 1 in 2011-12 New Zealand Fisheries Assessment Report 2013/70*, disponible en: <http://fs.fish.govt.nz> (accedido 20 febrero 2019).
- Herfaut, J., Levrel, H., Thébaud, O. y Véron, G. (2013), «Ocean & Coastal Management The nationwide assessment of marine recreational fishing: A French example», *Ocean and Coastal Management*, Vol. 78, pp. 121-131.
- Holdsworth, J.C., Hartill, B.W., Heinemann, A. y Wynne-Jones, J. (2018), «Integrated survey methods to estimate harvest by marine recreational fishers in New Zealand», *Fisheries Research*, Vol. 204, pp. 424-432.
- Hunt, L.M. (2005), «Recreational Fishing Site Choice Models: Insights and Future Opportunities», *Human Dimensions of Wildlife*, Taylor & Francis Group, Vol. 10 No. 3, pp. 153-172.
- Hunt, L.M., Sutton, S.G. y Arlinghaus, R. (2013), «Illustrating the critical role of human dimensions research for understanding and managing recreational fisheries within a social-ecological system framework», *Fisheries Management and Ecology*, John

- Wiley & Sons, Ltd (10.1111), Vol. 20 No. 2-3, pp. 111-124.
- Hyder, K., Weltersbach, M.S., Armstrong, M., Ferter, K., Townhill, B., Ahvonen, A., Arlinghaus, R., et al. (2018), «Recreational sea fishing in Europe in a global context- Participation rates, fishing effort, expenditure, and implications for monitoring and assessment», *Fish and Fisheries*, Vol. 19 No. 2, pp. 225-243.
- ICES. (2013), *Report of the ICES Working Group on Recreational Fisheries Surveys 2013 (WGRFS) 22-26 April 2013, Esporles, Spain.*, disponible en: [https://www.ices.dk/sites/pub/Publication Reports/Expert Group Report/SSGIEOM/2017/WGRFS/wgrfs\\_2017.pdf](https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/SSGIEOM/2017/WGRFS/wgrfs_2017.pdf).
- ICES. (2016), *Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group 2016 (WGBFAS), 12 - 19 April 2016*, ICES Headquarters, Copenhagen., disponible en: [http://www.ices.dk/sites/pub/Publication Reports/Expert Group Report/acom/2016/WGBFAS/01 WGBFAS Report 2016.pdf](http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2016/WGBFAS/01%20WGBFAS%20Report%202016.pdf).
- ICES. (2018), *Report from the Working Group on Recreational Fisheries Surveys (WGRFS), 11–15 June 2018, Faro, Portugal, ICES CM 2018/EOSG:19*, disponible en: [http://www.ices.dk/sites/pub/Publication Reports/Expert Group Report/EOSG/2018/WGRFS/WGRFS\\_2018.pdf](http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/EOSG/2018/WGRFS/WGRFS_2018.pdf) (accedido 15 mayo 2019).
- IDAPES. (2017), «Consultas estadísticas pesqueras», disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/idapes/servlet/FrontController?ec=observatorio> (accedido 21 noviembre 2018).
- Jiorle, R.P., Ahrens, R.N.M. y Allen, M.S. (2016), «Assessing the Utility of a Smartphone App for Recreational Fishery Catch Data», *Fisheries*, John Wiley & Sons, Ltd, Vol. 41 No. 12, pp. 758-766.
- Legendre, L. y Le Fèvre, J. (1991), «From individual plankton cells to pelagic marine ecosystems and to global biogeochemical cycles», *Particle analysis in oceanography*, pp. 261-300.
- Lewin, W.C., Arlinghaus, R. y Mehner, T. (2006), «Documented and potential biological impacts of recreational fishing: Insights for management and conservation», *Reviews in Fisheries Science*, Vol. 14 No. 4, pp. 305-367.
- Lloret, J., Zaragoza, N., Caballero, D. y Riera, V. (2008), «Biological and socioeconomic implications of recreational boat fishing for the management of fishery resources in the marine reserve of Cap de Creus (NW Mediterranean)», *Fish. Res.*, Vol. 91, pp. 252-259.
- Lozano, M. y Gallardo, H. (2014), *Proyecto APP-WEB : Pescador recreativo , ¡ Declaratús capturas !*, disponible en:<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20696.34565>.
- Ma, H., Ogawa, T.K., Sminkey, T.R., Breidt, F.J., Lesser, V.M., Opsomer, J.D., Foster, J.R., et al. (2018), «Pilot surveys to improve monitoring of marine recreational fisheries in Hawai‘i», *Fisheries Research*, Vol. 204, pp. 197-208.
- Matlock, G.C. (2014), «Reliability of Fisher-Reported Total Lengths», *Gulf of Mexico Science*, Vol. 32 No. 1-2, disponible en:<https://doi.org/10.18785/goms.3201.07>.
- Meyer, C.G. (2007), «The impacts of spear and other recreational fishers on a small

- permanent Marine Protected Area and adjacent pulse fished area», *Fisheries Research*, Elsevier, Vol. 84 No. 3, pp. 301-307.
- Mississippi Department of Marine Resources. (2017), *Mandatory red Snapper reporting Program: 2016 Methods and Results*, Mississippi, disponible en: [https://sero.nmfs.noaa.gov/sustainable\\_fisheries/gulf\\_fisheries/LOA\\_and\\_EFP/2018/RS\\_state\\_pilot/ms\\_efp\\_application.pdf](https://sero.nmfs.noaa.gov/sustainable_fisheries/gulf_fisheries/LOA_and_EFP/2018/RS_state_pilot/ms_efp_application.pdf) (accedido 6 marzo 2019).
- Morales-Nin, B., Moranta, J., Garcia, C., Tugores, M., Grau, A., Riera, F. y Cerda, M. (2005), «The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management», *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 62 No. 4, pp. 727-739.
- NOAA. (2018a), «NOAA Fisheries Certifies Alabama’s Snapper Check Survey Design | NOAA Fisheries», disponible en: <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/noaa-fisheries-certifies-alabamas-snapper-check-survey-design> (accedido 4 marzo 2019).
- NOAA. (2018b), «Survey Certification for the Marine Recreational Information Program | NOAA Fisheries», disponible en: <https://www.fisheries.noaa.gov/national/recreational-fishing-data/survey-certification-marine-recreational-information-program> (accedido 5 marzo 2019).
- NOAA. (2019), «Marine Recreational Fisheries Data | NOAA Fisheries», disponible en: <https://www.fisheries.noaa.gov/insight/marine-recreational-fisheries-data> (accedido 25 febrero 2019).
- Pauly, D. y Zeller, D. (2015), «Sea Around Us», editado por Pauly D. y Zeller D. *Sea Around Us Concepts, Design, and Data*, disponible en: [seararoundus.org](http://seararoundus.org).
- Pinheiro, H.T. y Joyeux, J.-C. (2015), «The role of recreational fishermen in the removal of target reef fishes», *Ocean & Coastal Management*, Elsevier, Vol. 112, pp. 12-17.
- Pinnegar, J.K., Polunin, N.V.C., Francour, P., Badalamenti, F., Chemello, R., Harmelin-Vivien, M.-L., Hereu, B., et al. (2000), «Trophic cascades in benthic marine ecosystems: lessons for fisheries and protected-area management», *Environmental Conservation*, Vol. 27 No. 2, pp. 179-200.
- Post, J.R., Sullivan, M., Cox, S., Lester, N.P., Walters, C.J., Parkinson, E.A., Paul, A.J., et al. (2002), «Canada’s Recreational Fisheries: The Invisible Collapse?», *Fisheries*, John Wiley & Sons, Ltd, Vol. 27 No. 1, pp. 6-17.
- Radford, Z., Hyder, K., Zarauz, L., Mugerza, E., Ferter, K., Prellezo, R., Strehlow, H.V., et al. (2018), «The impact of marine recreational fishing on key fish stocks in European waters», *PLoS ONE*, Vol. 13 No. 9, pp. 1-16.
- Rangel, M., Bentes, L., Monteiro, P., Veiga, P., Guerreiro, A., Pio-Quinto, D., Oliveira, F., et al. (2018), «PESCARDATA – recreational fisheries in mainland Portugal», *I International Symposium on Marine Recreational Fishing*, Vigo, p. 19.
- Ryan, K.L., Trinnie, F.I., Jones, R., Hart, A.M. y Wise, B.S. (2016), «Recreational fisheries data requirements for monitoring catch shares», *Fisheries Management and Ecology*, Vol. 23 No. 3-4, pp. 218-233.

- Serrano Lozano, F. y Guerra Merchán, A. (2004), *GEOLOGÍA REGIONAL El territorio de la provincia de Málaga en el ámbito de la cordillera Bética*, Departamento de Ecología y Geología UNIVERSIDAD DE MÁLAGA.
- Silvertown, J. (2009), «A new dawn for citizen science», *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 24 No. 9, pp. 467-471.
- Skov, C. (2018), *Collecting recreational fisheries data: a Danish electronic log book scheme with an app for cell phones*, *Sustainable fisheries management and recreational sea fisheries - socio-economic value, data collection and data use in EU & US management*, European Parliament/European Anglers Alliance, Brussels, disponible en: <https://www.eaa-europe.org/european-parliament-forum/ep-recfishing-forum-events/08-march-2017-socio-economic-data.html> (accedido 1 abril 2019).
- Stergiou, K.I. y Karpouzi, V.S. (2002), «Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish», *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, Springer Netherlands, Vol. 11 No. 3, pp. 217-254.
- Strehlow, H. V., Schultz, N., Zimmermann, C. y Hammer, C. (2012), «Cod catches taken by the German recreational fishery in the western Baltic Sea, 2005-2010: Implications for stock assessment and management», *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 69 No. 10, pp. 1769-1780.
- Stunz, G.W., Johnson, M., Yoskowitz, D., Robillard, M. y Jennifer Wetz, M. (2014), *iSnapper: Design, testing, and analysis of an iPhone-based application as an electronic logbook in the for-hire Gulf of Mexico red snapper fishery*, Texas, disponible en: [https://grunt.sefsc.noaa.gov/P\\_QryLDS/download/CR954\\_Stunz\\_2014.pdf?id=LD S](https://grunt.sefsc.noaa.gov/P_QryLDS/download/CR954_Stunz_2014.pdf?id=LD S) (accedido 5 marzo 2019).
- Stunz, G.W., Yoskowitz, D., Fisher, M., Robillard, M. y Tara Topping, M. (2016), *Implementation of the iSnapper smartphone application to collect data across all recreational sectors in the Gulf of Mexico*, Texas, disponible en: [https://www.sportfishcenter.org/sites/default/files/inline-files/2015\\_iSnapper\\_Results\\_1.pdf](https://www.sportfishcenter.org/sites/default/files/inline-files/2015_iSnapper_Results_1.pdf) (accedido 4 marzo 2019).
- Tarrant, M., Manfredo, M.J. y Bayley, P.B. (1993), *The effects of recall bias and non-response bias on estimates of angling participation Human and Social Dimensions of Global Environmental Change View project America's Wildlife Values View project*, *Article in North American Journal of Fisheries Management*, disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/250614030> (accedido 20 marzo 2019).
- Teixeira, D., Zischke, M.T. y Webley, J.A.C. (2016), «Investigating bias in recreational fishing surveys: Fishers listed in public telephone directories fish similarly to their unlisted counterparts», *Fisheries Research*, Elsevier B.V., Vol. 181, pp. 127-136.
- Templado, J., Calvo, M., Moreno, D., Flores-Moya, A., Conde, F., Abad, R., Rubio, J., et al. (2006), *Flora y fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la isla de Alborán*, editado por Templado, J., Calvo, M., Secretaría General de Pesca Marítima (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Museo Nacional de Ciencias Naturales (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Madrid, disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/235525929\\_Flora\\_y\\_fauna\\_de\\_la\\_Reser](https://www.researchgate.net/publication/235525929_Flora_y_fauna_de_la_Reser)

va\_Marina\_y\_Reserva\_de\_Pesca\_de\_la\_isla\_de\_Alboran (accedido 6 noviembre 2018).

- Veiga, P., Ribeiro, J., Gonçalves, J.M.S. y 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*, Vol. 76 No. 9, pp. 2216-2237.
- Venturelli, P.A., Hyder, K. y Skov, C. (2017), «Angler apps as a source of recreational fisheries data: opportunities, challenges and proposed standards», *Fish and Fisheries*, John Wiley & Sons, Ltd (10.1111), Vol. 18 No. 3, pp. 578-595.
- Vives, F., Santamaria, G. y Trepal, I. (1975), «El zooplancton de los alrededores del estrecho de Gibraltar en Junio-Julio de 1972», *Resultados Expediciones científicas del buque oceanografico «Cornide de Saavedra»*, Vol. 4, pp. 7-100.
- Yebra, L., Herrera, I., Mercado, J.M., Cortés, D., Gómez-Jakobsen, F., Alonso, A., Sánchez, A., et al. (2018), «Zooplankton production and carbon export flux in the western Alboran Sea gyre (SW Mediterranean)», *Progress in Oceanography*, Elsevier, Vol. 167 No. June 2017, pp. 64-77.
- Youssara, F. y Gaudy, R. (2001), «Variations of zooplankton in the frontal area of the Alboran sea (Mediterranean sea) in winter 1997», *Oceanologica Acta*, Vol. 24 No. 4, pp. 361-376.



El Máster Internacional en GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE está organizado conjuntamente por la Universidad de Alicante (UA), el Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM) a través del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ), el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) a través de la Secretaría General de Pesca (SGP).

El Máster se desarrolla a tiempo completo en dos años académicos. Tras completar el primer año (programa basado en clases lectivas, prácticas, trabajos tutorados, seminarios abiertos y visitas técnicas), durante la segunda parte los participantes dedican 10 meses a la iniciación a la investigación o a la actividad profesional realizando un trabajo de investigación original a través de la elaboración de la Tesis Master of Science. El presente manuscrito es el resultado de uno de estos trabajos y ha sido aprobado en lectura pública ante un jurado de calificación.

*The International Master in SUSTAINABLE FISHERIES MANAGEMENT is jointly organized by the University of Alicante (UA), the International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM) through the Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza (IAMZ), and by the Spanish Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAPA) through the General Secretariat of Fisheries (SGP).*

*The Master is developed over two academic years. Upon completion of the first year (a programme based on lectures, practicals, supervised work, seminars and technical visits), during the second part the participants devote a period of 10 months to initiation to research or to professional activities conducting an original research work through the elaboration of the Master Thesis. The present manuscript is the result of one of these works and has been defended before an examination board.*