Reunión del Foro Científico de la pesca española en el Mediterráneo

FORO CIENTÍFICO DE LA PESCA ESPAÑOLA EN EL MEDITERRÁNEO

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

AZUL MARINO FUNDACIÓN

Cofradía de Pescadores San Pedro - Castellón

Ajuntament de Castelló

17 y 18 de septiembre del 2025

Planetario de Castelló de la Plana

Paseo Marítimo, 1 - 12100 Grau (Castelló)

Programa de la reunión:

Miércoles 17 de septiembre

11.00 Inauguración de la Jornada

0.1 Dª Ester Giner, Teniente de Alcalde del Grao de Castellón

0.2 D. José Luis Sánchez Lizaso, presidente del Foro

0.3 D. Pablo García Salinas, Director de proyectos Fundación Azul Marino

0.4 D. Manuel Peña, Patrón Mayor Cofradía Castellón

0.5 Dª Elisa Carbajo Llorente, Subdirectora General de Investigación Pesquera y Recopilación de Datos

0.6 D. Miguel Francisco Castell Rovira Director General de Pesca, de la Generalitat Valenciana

11.30-13.30

1. Miquel Ortega, Lucía Espasandín, Marta Coll Las lonjas de Cataluña. Una visión integrada 2019-2025

2. Pitarch-Font, D.; Toledo-Guedes, K. Proxi del esfuerzo pesquero en entornos de instalaciones acuícolas

3. Francesc Fusté-Forné y Nela Filimon. El perfil de consumidores en relación con su conocimiento y motivación de compra del pescado de acuicultura

4. Emma Gil, José Luis Sánchez Lizaso, Juan Martín Bermúdez, Ignasi Mateo, Jorge Albaladejo Especies de bajo valor comercial procedentes de la flota pesquera de Cádiz: percepción, comercialización y estrategias de valorización

5. Adelaida Lillo, Fernando Merino y Jorge Mora. Situación económica financiera de las empresas pesqueras de la Comunidad Valenciana tras el plan demersal y la pandemia

6. Joan Sala-Coromina, Mireia Silvestre, Felipe H. Coutinho, Marta Carreton, Marta Blanco, Jordi Ribera-Atlimir, Laura Recasens, Joan B.Company. Identifying purse seine vessel operations through machine learning models for better spatial fishing effort estimates.

7 Jorge Sáez, Inmaculada Carrasco, Julio Agujetas y Raúl García. DatAlborán: Una herramienta participativa para la gestión pesquera sostenible y la conservación en el Mar de Alborán

13.30-15.30 Comida

15-30-17.30

8 Maria Grazia Pennino, Santiago Cerviño, Marta Cousido-Rocha, Ruth Fernandez, Diana Gonzalez-Troncoso, Fernando Gonzalez, Beatriz Guijarro, José Luis Pérez Gil, Maria Soto. Hacia una gestión pesquera más coordinada: comparación de procedimientos entre organizaciones regionales de evaluación y su aplicabilidad al Mediterráneo

9 Elvira Viuda, Obdulia Gómez, José Peñalver, Francisco J. Murcia, Emilio María-Dolores, Marcelo Martínez, Carlos J. García, Olga Fernández-Bobadilla, Miguel A. Carrión, José Molina. Rendimiento biológico y económico de la pesca del pulpo con nasas en la región de Murcia

10. Laia Ribes Bort, José Ignacio Martín Morcillo, Arturo de Miguel Grané, Elisa Arroyo, Aitor Forcada y José Luis Sánchez Lizaso. Efectividad de las reservas marinas de interés pesquero de la Comunidad Valenciana

11 Marta Carreton, Marc Balcells, Marta Blanco, Ferran Bustos, Joan B. Company, Pablo Couve, Eve Galimany, Mariona Garriga-Panisello, Mireia G. Mingote, Cristina López-Pérez, Adrià Martí Comas, Begoña Martínez, Patricia Poch, Xènia Puigcerver-Segarra, Marta Pujol-Baucells, Laura Recasens, Jordi Ribera-Altimir, Alberto J. Rico, Alba Rojas, Iván Ruiz, Joan Sala-Coromina, Ricardo Santos-Bethencourt, Mireia Silvestre, Laia Viure. Propuestas de gestión pesquera en el norte de la GSA 6

12 Marta Blanco, Marta Carreton, Joan Sala, Jordi Ribera, Nixon Bahamon, Mariona Garriga-Panisello, Marc Balcells, Ricardo Santos-Bethencourt, Eve Galimany, Laura Recasens, Joan B. Company Estimación de la reducción de esfuerzo pesquero equivalente mediante medidas de sostenibilidad pesquera

13 J. Escribano; S. Joher; E. Massutí; B. Guijarro y F. Ordines. Evaluación de la eficiencia de un arte experimental de arrastre para reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 en el Mediterráneo occidental.

14 ~~P. Sánchez-Zulueta, O. P. Malagón, M. Valls, B. Guijarro, M. Farré, G. Jordà, J. Jaca, M. Scotti, E. Massutí y F. Ordines. Efectos de la aplicación del plan plurianual para la pesca demersal en el Mediterráneo occidental y del cambio climático sobre los recursos demersales de las Islas Baleares~~

17.30-18.00 Café

18.00- 19.45 Mesa redonda sobre el Plan multianual de recursos demersales del Mediterráneo Occidental con la participación de:

15.1 José Luis Sánchez Lizaso UA

15.2 Laura Recasens ICATMAR/ICM-CSIC

15.3 Enric Massutí IEO

15.4 Francisco Beltrán, Subdirector General de Pesca Generalitat Valenciana

15.5 Elisa Carbajo Llorente, SGP-MAPA

Jueves 18 de septiembre

9.30-11h sesiones

16 Aranda Garrido, Nieves; Beviá Ballesteros, Ismael; Antón Linares, Irene; Azorín López, Jorge; Abel Abellán, Isabel; Arroyo Martínez, Elisa; Fuster Guilló, Andrés; Giménez Casalduero, María Francisca; Ramos Esplá, Alfonso A. Toma de imágenes de elasmobranquios para mejorar la identificación. Presentación del protocolo.

17 Cristina Mena, Miguel Vivas, C. Rebeca Miras & Elena Barcala, Del juvenil al adulto: patrones de distribución de Condrictios en los ISRA y ZEC de Murcia y Alicante.

18. Carlos J. García, Emilio María-Dolores, Obdulia Gómez, José Peñalver, Marcelo Martínez, José J. Pérez, Francisco Espejo, Olga Fernández-Bobadilla, Antonio Cárcel, Francisco J. Murcia. Pesca de elasmobranquios en la región de Murcia

19 ~~Joan Navarro, Marc Aquino-Baleytó, Robert Cassidy, Marta Coll, Elena Fernández-Corredor, Víctor Martín-Vélez, Francisco Ramírez, Ana Riesgo, Sergi Taboada, Pablo Cermeño. Compatibilizar la pesca y la conservación de tiburones pelágicos amenazados mediante la identificación de áreas ecológicamente importantes en el Mediterráneo noroccidental~~

20 José Peñalver, Emilio María-Dolores, Cristóbal Espinosa, Obdulia Gómez, Francisco J. Murcia, Emilio Romero, Antonio Cárcel, Miguel A. Carrión, José Molina, Elvira Viuda. Factores medioambientales sobre la pesquería del chanquete (*A. minuta*)

21. Patrícia Poch, Marta Pujol-Baucells, Eve Galimany, Laura Recasens, Joan B. Company Seguimiento de la Pesca Marina Recreativa en Cataluña y desarrollo de su regulación

11.00-11.30 Pausa café

11.30- 13.15 sesiones

22 ~~Maria Bas, Miquel Ortega, Francisco Ramírez, Jeroen Steenbeek & Marta Coll. Un enfoque transfronterizo para la gestión espacial sostenible de los recursos marinos en el mar Mediterráneo occidental: pesca, clima y conservación marina~~.

23 Miquel Ortega, Lucía Espasandín, Marta Coll Adaptación al cambio climático en la costa Mediterránea

24 Mauro Gómez Murciano, Yajie Liu, Vahdet Ünal y José Luis Sánchez. Análisis comparativo de la evaluación de la vulnerabilidad social al cambio climático aplicada a las pesquerías de España y Turquía.

25 Ian Omedes Bassat, Marina Sanz-Martín, Manuel Hidalgo, Jorge García Molinos, Isaac Brito-Morales, Nur Arafeh-Dalmau, Carla Quiles-Pons. Quantifying Climate Change Exposure in Mediterranean MPAs Using Multiple Metrics

26 José Peñalver, Miguel Vivas, Visitación López, Emilio María Dolores, Carlos J. García, Francisco J. Murcia. Evolución de la especie invasora langostino marrón (*P. aztecus*) en el Mar Menor

27 María Trujillo, Miguel Vivas, Esther Arcas, Encarnación Gracia, Antonio Esteban. Luz y cadenas tróficas: El ciclo lunar como modulador ecológico de las redes tróficas marinas.

28. Verónica Rebollo, David Florido, Sílvia Gómez, Lucía López-López, Sandra Mallol, Ivan Murray, Borja Nogué, Patty Ramírez, Olga Reñones, Pablo Saralegui, Javier Seijo, Liliana Solé, Sebastián Villasante, Joan Moranta. Cambio climático y comunidades pesqueras del Mediterráneo español: aprendizajes del proyecto Vía Sabia y Alimentta

13.15 Aspectos organizativos del Foro y Conclusiones

13.30 h Clausura

Listado de Asistentes

Julio Agujetas MSC
Amparo Aleixandre Puchades, Comunidad de Pescadores El Palmar,
Joan Alginet Aliau gerente del GALP TERRES DE L'EBRE
Irene Antón Linares, CIMAR-UA
Nieves Aranda Garrido, CIMAR-UA
Esther Arcas, COMU-IEO
Rubén Arego Segarra, Cofradía de Castellón
Joseba Arego Uriarte, Cofradía de Castellón
Mari Carmen Argudo Arias, Presidenta de la cofradía de Gandía
Elema Barcala COMU-IEO.
Francisco Beltrán Andreu. Subdirector General de Pesca, Generalitat Valenciana.
Isabel Betoret Gil Gerente OPP'92
José Caballer Torrent Comunidad de Pescadores El Palmar,
Celia Calabuig Presidenta Fundación Azul Marino.
Elisa Carbajo Llorente, Subdirectora General de Investigación Pesquera y Recopilación de Datos
Miguel Ángel Casanova Mendoza, Jefe Sección de Pesca Marítima de Castellón
Vicente Castañer Franch, Técnico de medio marino, VAERSA
Miguel Castell, director general de Pesca, Generalitat Valenciana
Eliana Céspedes, Universidad de Alicante
Jesús Claudio Morant, Cofradía de pescadores de Gandía
Marta Coll, ICM,-CSIC
Amparo de Ros Gabarda. Inspectora de Pesca -GV
Julio Delgado Fillol, Azul marino
Julia Escribano Chamarro COBA-IEO
Isabel Esteso Perona, COMU-IEO
Damián Fernández Jover, UA
Miquel Ferrés, OPP Palamós
Toni Font, Fundació Marilles
Antonio Frías López, Gerente en funciones Galpa Alborán
Rebeca García Miras COMU-IEO
Sara García Remacha, Jefa de la Dependencia del Área de Agricultura y Pesca Subdelegación del Gobierno en Castellón
Pablo García Salinas, Azul marino
Manuel García Tarrason Área de Agricultura y Pesca Subdelegación del Gobierno en Castellón
Obdulia Gómez Bernal, Servicio de pesca y acuicultura, Región de Murcia
Mauro Gómez Murciano, DG de Pesca de la Generalitat Valenciana
Javier Guallart, Investigador independiente
Ruth Herrador Benito Subdirección General de Investigación Pesquera y Recopilación de Datos.
David Incertis. Gestor de Proyectos & Consultoría Marítima
Miguel Jover Cerda, UPV
Adelaida Lillo, Universidad de Alicante.
Meritxell Maimi Checa, Universitat Politècnica de València (UPV)
Cristina Mañas, OPP Palamós

José Francisco Martín pescador jubilado
Marcelo Martínez Palao, Servicio de pesca y acuicultura, Región de Murcia
Covadonga Martínez de Rioja Gardeazabal, Azul marino
Joan Massaguer, pescador Palamós
Enric Massuti, COB IEO
María José Meléndez Vallejo, COMA-IEO
Cristina Mena COMU-IEO.
Joan Moranta IEO, COB
Ian Omedes, IEO, COB
Miquel Ortega, ICM-CSIC
Jorge Ortí Rey Área de Agricultura y Pesca Subdelegación del Gobierno en Castellón
José Manuel Ortiz, Delegación del gobierno de Almería
Miryam Pascual, Cofradía de Palamós.
Jaime Penadés Suay, Azul marino
Manuel Peña, Patrón Mayor Cofradía de Castellón
José Peñalver García, Servicio de Pesca y Acuicultura de Murcia
Pedro Miguel Pérez Hernández, Patrón de pesca. Altea.
Bernat Peris Palau, Jefe del servicio de Gestión de Pesca y Acuicultura Generalitat Valenciana
Fernando Piquer Gómez, Subdirección General de Pesca, Generalitat Valenciana
David Pitach, Universidad de Alicante
Javier Ramírez Martín. Cofradía de Castellón
José Manuel Ramírez Martín. Cofradía de Castellón
Verónica Rebollo, Alimentta
Laura Recasens, ICATMAR/ICM-CSIC
Laia Ribes, Universidad de Alicante
Nuria Rico Sapena, Delegación Territorial Alicante Agricultura y Pesca
Amadeu Ros i Torres Confraria de pescadors de Xàbia
Alexis Rossell ICATMAR
David Ruiz García (Universitat de València; Catsharks)
Jorge Sáez Soldecocos.
Joan Sala, ICATMAR
Anna Isabel Sánchez Carratalá, Universidad de València
José Luis Sánchez Lizaso, Universidad de Alicante
Pablo Santonja Serrano Área de Agricultura y Pesca Subdelegación del Gobierno en Castellón
José Manuel Sebastiá Andrés, GALP La Marina
Mara Segovia (IRTA; Catsharks)
José Miguel Serna Quintero, COMA-IEO
Ana Tormo Martí Área de Agricultura y Pesca Subdelegación del Gobierno en Castellón
Manuel Víctor Trives Escudero, Gerente de GALPEMUR
María Trujillo, COMU-IEO.
Mario Vizcarro Gianni. Secretari de la FNCCP

ACTA DE LA XVI REUNIÓN DEL FORO CIENTÍFICO DE LA PESCA EN EL MEDITERRÁNEO

La XVI reunión del Foro Científico de la Pesca española en el Mediterráneo se celebró los días 17 y 18 de 2025 en el Planetario de Castellón de la Plana con la colaboración de la Universidad de Alicante, la Cofradía de Castellón, el Ayuntamiento de Castellón y la Fundación Azul Marino.

El acto inaugural comienza con la intervención de Dª Ester Giner, Teniente de Alcalde del Grao de Castellón, quien da la bienvenida y expresa su agradecimiento a los integrantes de la mesa y al público asistente. Destaca que el sector pesquero es un sello de identidad de Castellón y subraya que cada aportación contribuye a proyectar un futuro próspero para el sector.

A continuación, interviene D. José Luis Sánchez Lizaso, presidente del Foro, quien resalta la naturaleza multidisciplinar y multisectorial del mismo, así como la recuperación del formato de mesa redonda en estas jornadas. Recuerda también la experiencia del Plan Castellón, lo que supuso y las lecciones que se pueden extraer de él.

Seguidamente, D. Pablo García Salinas, director de proyectos de la Fundación Azul Marino, agradece a ponentes y organizadores su implicación, invita a identificar en este Foro los retos de futuro y pone a disposición los canales de difusión de la Fundación para dar visibilidad a las conclusiones. También señala que entre sus proyectos de recuperación de especies destacan algunas procedentes de la pesca.

Posteriormente interviene D. Manuel Peña, Patrón Mayor de la Cofradía de Castellón, quien destaca el Foro como un espacio de aprendizaje, entendimiento y cooperación, e insiste en la necesidad de promover el diálogo con el objetivo común de fortalecer la resiliencia del mar Mediterráneo.

A continuación, Dª Elisa Carbajo Llorente, Subdirectora General de Investigación Pesquera y Recopilación de Datos, disculpa la presencia de Dª Isabel Artime. Indica que el Foro es un espacio que nació con el propósito de fortalecer el diálogo entre el sector pesquero, la comunidad científica y la Administración y destaca además la importancia de la ciencia para afrontar los retos que tenemos en el Mediterráneo.

Por último, D. Miguel Francisco Castell Rovira, director general de Pesca de la Generalitat Valenciana, manifiesta su disconformidad con determinadas medidas adoptadas por la Comisión Europea y recalca que el sector quiere seguir viviendo del mar, subrayando el esfuerzo que realiza en favor de la sostenibilidad. Con estas palabras da por inaugurada la reunión.

Finalizado el acto de inauguración, se inician las sesiones.

La primera ponencia la realiza Miguel Ortega, quien presenta una visión integrada de las lonjas en Cataluña, caracterizando los procesos de primera venta no solo desde el punto de vista monetario sino también ecológico y material. Evalúa las lonjas como unidad de análisis e incorpora en su estudio una evaluación de riesgos futuros. Hace hincapié en que trabajar la explotación sin trabajar la comercialización es un uso ineficiente de los recursos.

Le sigue D. David Pitarch-Font, quien expone su proyecto sobre el esfuerzo y la capacidad de recaptura de organismos escapados por parte de la flota artesanal, concluyendo que las instalaciones acuícolas interactúan intensamente con las comunidades de pescadores locales y que los pescadores artesanales son los más efectivos en la recaptura de organismos escapados.

Francesc Fusté-Forné agradece la oportunidad de compartir su proyecto en el Foro y menciona a su compañera de estudio, con quien analiza el perfil de los consumidores en relación con su conocimiento y motivación de compra de pescado de acuicultura. Observa una reducción en el consumo de pescado en la última década y determina que la falta de información sobre el pescado de piscifactoría es la principal barrera para el consumo entre jóvenes, mientras que los adultos reclaman un precio más bajo y mayor variedad.

Emma Gil presenta las especies de bajo valor comercial procedentes de la flota pesquera de Cádiz. Señala que hay que apostar por medidas de aprovechamiento que contribuyan a una gestión más sostenible de los recursos pesqueros. Destaca que estas especies tienen gran potencial culinario y subraya que, para que las acciones de valorización sean exitosas, deben involucrar a todos los actores de la cadena, desde los pescadores hasta la restauración y la industria.

Adelaida Lillo explica la situación económico-financiera de las empresas pesqueras de la Comunidad Valenciana, observando un retroceso lento y continuado en la rentabilidad entre 2017 y 2023, con un posible cambio de tendencia en 2024.

Joan Sala-Coromina aborda cómo mejorar las estimaciones del esfuerzo pesquero a partir de la identificación de operaciones de los buques de cerco mediante modelos de aprendizaje automático.

Jorge Sáez felicita por la organización del Foro y presenta DatAlborán, una herramienta participativa para una pesca más inteligente, trazable y sostenible, basada en el conocimiento, la corresponsabilidad y la innovación. Su enfoque territorial y multifactor permite avanzar hacia un modelo de gestión pesquera adaptativa y conservación marina en el Mediterráneo, en consonancia con las nuevas políticas europeas, la ciencia marina y las demandas sociales de sostenibilidad. Destaca su futura replicabilidad en otras zonas del Mediterráneo.

Tras la pausa se reanudan las sesiones con la intervención de José Luis Pérez Gil, quien disculpa en primer lugar a su compañera María por no poder asistir. Realiza una comparación de los procedimientos entre Organizaciones Regionales de Gestión y su aplicabilidad al Mediterráneo. Concluye que se están realizando importantes esfuerzos por parte de las RFMOs para incorporar el enfoque ecosistémico al proceso de gestión pesquera, hace hincapié en los procesos Benchmark como claves para un asesoramiento eficiente y subraya la persistencia de duplicidades en las evaluaciones GFCM-FAO / STECF-UE. Termina afirmando que la gestión es un proceso que involucra a todos y que, si se trabaja de la mano, es mucho más sencillo.

Obdulia Gómez disculpa a su compañera Elvira Viuda por no asistir y expone el rendimiento biológico y económico de la pesca del pulpo con nasas en la región de Murcia en la temporada estival. Destaca la necesidad de encontrar nuevos elementos o precintos de identificación de las nasas que sean más duraderos y permitan comprobarlas con mayor claridad.

Laia Ribes Bort presenta la efectividad de las reservas marinas de interés pesquero de la Comunidad Valenciana, concluyendo que aquellas con mayores restricciones y vigilancia son las que muestran mayor efectividad.

Marta Carretón presenta propuestas de gestión pesquera en el norte de la GSA 6, entre las que destaca zonas de cierre permanente, que demuestran mayor eficiencia que las temporales, la implementación de las puertas de bajo contacto con el fondo, una mayor selectividad del arte y la necesidad de un plan de participación de todas las partes junto con una gestión de datos más ágil que permita una gestión adaptativa.

Marta Blanco expone la estimación de la reducción de esfuerzo pesquero equivalente mediante medidas de sostenibilidad pesquera. Resalta que, para poder avanzar en una gestión pesquera adaptativa, es de vital importancia la monitorización, y que una gestión basada exclusivamente en la reducción de días de pesca es insostenible para el sector, siendo una buena alternativa invertir más en zonas de restricción permanente y otras medidas alternativas.

Julia Escribano presenta resultados del proyecto DecarbonyT sobre la eficiencia de un arte de arrastre experimental. Se demuestra que, con este arte, se reduce el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 en el Mediterráneo occidental, sin que haya diferencias significativas en la eficiencia de captura.

Tras la pausa se reanuda la sesión con la Mesa redonda sobre el Plan Multianual de Recursos Demersales del Mediterráneo Occidental (MAP).

José Luis Sánchez Lizaso (UA) realiza la primera intervención haciendo una valoración inicial del MAP. El plan era necesario, pero tiene aspectos muy discutibles como la doble regulación de la gamba o que se emplee como referencia la especie más vulnerable. Comenta la tendencia positiva que se observa en las poblaciones de las especies de referencia; no obstante, resalta que hay que evitar querer ir demasiado rápido, ya que esto podría tener consecuencias muy negativas para la flota. Señala también la necesidad de reducir la incertidumbre del sector. El plan se debe reformar y mejorar.

La segunda intervención la realiza Laura Recasens (ICATMAR/ICM-CSIC), quien explica que hay que seguir trabajando en medidas de selectividad. Insiste en que los vedados permanentes, como el que se propone a partir de los 800 metros, son una buena medida de protección, ya que son fondos actualmente con baja explotación y lugares de reclutamiento donde una futura explotación podría ser muy negativa. Afirma que es imprescindible disponer de estabilidad en el tiempo para poder valorar el efecto de las medidas de gestión llevadas a cabo y recalca la importancia de las medidas compensatorias.

El siguiente en intervenir es Enric Massutí (COB-IEO, CSIC), quien comenta que era necesario un plan de gestión para corregir la sobrepesca, pero explica que tiene numerosas deficiencias de diseño e implementación: (i) se basa únicamente en puntos de referencia, sin tener en cuenta las tendencias históricas; (ii) está enfocado a especies objetivo, sin tener en cuenta indicadores ecosistémicos; (iii) la elección de algunas especies objetivo es dudosa; (iv) la planificación temporal es poco realista; (iv) el esfuerzo pesquero máximo permitido se basa en la merluza, la especie más vulnerable; (v) esta especie se evalúa agrupando GSAs adyacentes (1-5-6-7),

aunque la configuración de sus stocks no está bien definida en el Mediterráneo; (vi) los grupos de esfuerzo pesquero ("costero" y "aguas profundas") no reflejan el carácter multiespecífico de la pesca de arrastre; (vi) no ha contemplado desde el inicio medidas alternativas a la reducción de los días de pesca, como es la mejora de la selectividad; (vii) la reducción del esfuerzo pesquero no se ha aplicado a nivel de GSA; (viii) el impacto socio-económico de las medidas adoptadas no ha sido bien evaluado; (ix) algunas zonas de cierre no se han definido con información científica sólida, por lo que su eficiencia es muy baja; y, por último (x) desde 2022, la gamba roja se gestiona con medidas duplicadas, límite de días de pesca y límite anual de capturas. Afirma que se ha pretendido hacer en cinco años lo que se debería haber hecho en treinta y concluye que "los objetivos de la pesca son hacerla sostenible no solo ecológicamente, sino también socioeconómicamente".

Le sigue la intervención de Francisco Beltrán, Subdirector General de Pesca de la Generalitat Valenciana, quien explica que se empezó mal por la distribución en GSAs, expresa su desencanto con la aplicación del reglamento y el sistema de reparto establecido desde Madrid, y hace un llamamiento a que tanto las comunidades autónomas como el sector pesquero sean escuchados.

En último lugar interviene Elisa Carbajo Llorente (SGP-MAPA), quien comienza Indicando que es necesario otro enfoque. Explica que desde el ministerio se trabaja mucho con institutos científicos y se defiende la implantación de medidas compensatorias. Como ponentes anteriores destaca las deficiencias socioeconómicas del plan de gestión y comenta las dificultades de modificación del calendario y el poco margen que existe para negociar las propuestas.

Se inicia un animado debate con los participantes. Amadeo Ros pregunta por qué la MEDITS no se realiza en buques comerciales. Enric Massutí le comenta que la MEDITS sigue un protocolo muy estricto que no se podría realizar desde un barco comercial. Mario Vizcarro señala los problemas que ha generado la segmentación por fondos y por esloras del MAP. Indica que no se puede considerar que el MAP esté funcionando cuando ya hay barcos sin días para este año. Señala también que el sector está desmoralizado. Cristina Mañas destaca la incertidumbre que genera que hasta diciembre no se conozcan las posibilidades de pesca para el año siguiente. Enric Massutí señala que la merluza no es una especie adecuada para ser referencia para toda la pesca de arrastre. Explica que es la especie objetivo más vulnerable, cuya estrategia de gestión en el Mediterráneo siempre ha sido problemática.

Se alcanza la hora límite para el cierre de la sala y se da por concluido el día.

La primera intervención del día 18 la realiza Nieves Aranda Garrido, quien comunica la falta de datos empíricos sobre elasmobranquios y explica el proyecto e-Lasmobranc, con el cual se pretende facilitar la toma de datos mediante nuevas tecnologías. Resalta que un mayor conocimiento de los elasmobranquios puede favorecer su conservación.

Cristina Mena presenta el proyecto TIRRAQUI, que evalúa la interacción de las pesquerías de arrastre y artes menores con las especies de condrictios y sus hábitats. Resalta la problemática de mala identificación. En el proyecto se realizaron mapas de distribución cuyos resultados muestran la necesidad de redistribuir las áreas de interés, argumentando que algunas no coinciden con zonas de puesta y alevinaje.

Obdulia Gómez presenta la situación de la pesca profesional de elasmobranquios en la región de Murcia. Entre las conclusiones obtenidas destaca la baja comercialización de estos, el desconocimiento generalizado, un manejo inadecuado a bordo, la alta tasa de descartes y la mala identificación.

José Peñalver explica que el plan de monitorización del Chanquete demuestra que, en los últimos 18 años, existe una correlación negativa entre temperatura y captura y comenta que, a largo plazo, si no se revierten las tendencias actuales fruto del calentamiento global, podría comprometerse esta pesquería.

Patrícia Poch presenta el seguimiento de la Pesca Marina Recreativa en Cataluña y el desarrollo de su regulación. Explica que la recogida sistemática de datos es fundamental para los comités de cogestión y la toma de decisiones, como el ajuste de tallas mínimas, y que permite una actualización continua de medidas de gestión y conservación que contribuyen a una pesca recreativa sostenible y responsable.

Miquel Ortega expone la adaptación al cambio climático en la costa Mediterránea caracterizando 12 cambios ecosistémicos en el medio marino de especial relevancia para el sector pesquero. Concluye que el cambio climático está modificando el medio y que la adaptación del sector pesquero será “reactiva” o “proactiva”, pero inevitable. Recalca que no existe una visión conjunta y hace una llamada al diálogo: “Ni siquiera los que trabajamos en estos cambios tenemos una misma idea”.

Mauro Gómez Murciano expone un análisis comparativo de la evaluación de la vulnerabilidad social al cambio climático aplicada a las pesquerías de España y Turquía, concluyendo que la vulnerabilidad de Castellón es menor en comparación con Turquía. Resalta también que la administración pesquera debería considerar estrategias de gestión para mitigar o adaptar los impactos del cambio climático.

Ian Omedes Bassat presenta la primera evaluación multifacética de la exposición al cambio climático en Áreas Marinas Protegidas del Mediterráneo combinando tres facetas de exposición. Comenta que integrar el índice MICE en la gestión marina es clave para diseñar estrategias adaptativas que combinen conservación, gestión y políticas. Por último, resalta la necesidad de reorientar la planificación hacia una red más climáticamente inteligente.

José Peñalver explica la evolución de la especie invasora langostino marrón (*P. aztecus*) en el Mar Menor. Indica que se están realizando planes de seguimiento debido a que los resultados de 2024 situaban a esta especie como de potencial peligro; no obstante, los datos obtenidos en 2025 muestran que las condiciones ecológicas del Mar Menor no son favorables para la especie invasora, lo que se refleja en una reducción de su presencia en 2025.

María Trujillo presenta el ciclo lunar como modulador ecológico de las redes tróficas marinas, concluyendo que la luna influye tanto en la alimentación como en los desembarques, pero de forma distinta entre las especies y los estratos. Hace un llamamiento a la necesidad de una mayor comprensión ecológica para mejorar la gestión.

Verónica Rebollo habla sobre el cambio climático y comunidades pesqueras del Mediterráneo español: aprendizajes del proyecto Vía Sabia y Alimentta. Concluye que la pesca sostenible de

cercanía es una actividad extractiva de bajo impacto ambiental y alto valor social, que garantiza el equilibrio entre la explotación de recursos marinos, la justicia social y la autonomía alimentaria. Por lo tanto, es un modelo de pesca clave para salvaguardar los ecosistemas marinos y la cultura marinera, garantizando al mismo tiempo la sostenibilidad económica de las comunidades pesqueras, quedando reflejado en el Manifiesto por una Pesca Sostenible en España.

Para cerrar las jornadas, D. José Luis Sánchez Lizaso recuerda los aspectos organizativos del Foro, así como las cuatro herramientas disponibles para los participantes. Se subraya el uso del Foro como canal de distribución de información y se destaca el incremento en el número de inscritos en la lista de distribución. Se señala que es necesario mejorar la página Web.

Se acuerda conceder un plazo de una semana para recopilar y enviar las conclusiones de las diferentes ponencias, fijándose como fecha límite el final del mes para la remisión de comunicaciones para su publicación. El libro de actas se publicará en formato digital y papel gracias a la contribución de la Universidad de Alicante como en ediciones anteriores.

La próxima reunión tendrá lugar en Andalucía.

En el acto de clausura se manifiesta la satisfacción por el buen desarrollo de esta edición del Foro y se expresa un sincero agradecimiento a la Fundación Azul Marino, a las entidades colaboradoras y a todas las personas que lo hacen posible. Con estas palabras se da por concluida la XVI Reunión del Foro Científico de la Pesca Española en el Mediterráneo.

Palabras de apertura de la reunión de Castellón

José Luis Sánchez Lizaso

Universidad de Alicante

Presidente del Foro

Sr D. Miguel Francisco Castell Rovira Director General de Pesca de la Generalitat Valenciana

Sra Dª Elisa Carbajo Llorente, Subdirectora General de Investigación Pesquera y Recopilación de Datos del Ministerio

D. Manuel Peña, Patrón Mayor Cofradía Castellón

Dª Celia Calabuig Presidenta Fundación Azul Marino

Dª Ester Giner, Teniente de Alcalde del Grao de Castellón

Y a Todos los participantes en la reunión

Buenos días

Quiero excusar a la DGMARE. Les hemos invitado a participar y no pueden estar aquí, pero nos han pedido que les enviemos las conclusiones de la reunión.

Hoy empezamos una nueva edición del foro que no se hubiera podido celebrar sin el trabajo y la colaboración de múltiples personas e instituciones. En particular quiero destacar el trabajo realizado por la fundación Azul Marino. El Foro no tiene Fuentes de financiación permanentes por ello es tan importante la contribución desinteresada de los organizadores locales. También contamos con la colaboración del Ayuntamiento de Castellón que nos ha cedido este magnífico espacio. Gracias a ellos podemos realizar hoy la reunión.

Esta es la decimosexta edición del foro, la sexta de esta nueva etapa. Esto quiere decir que el foro está plenamente consolidado. Estoy convencido que el foro se ha convertido en el principal punto de encuentro para intercambiar información y para profundizar en todo lo relacionado con la pesca en el Mediterráneo. Actualmente, el papel que realizamos en el foro para analizar la problemática de nuestras pesquerías desde un punto de vista multidisciplinar y multisectorial es probablemente más necesario que nunca porque se acumulan decisiones que afectan a la actividad pesquera y provocan incertidumbres importantes en el sector. Hay una demanda de información contrastada y el Foro puede ser una herramienta para difundirla.

Aquí se va a presentar el estado actual de muchas investigaciones sobre la pesca en el Mediterráneo. Quiero agradecer a todos los ponentes sus presentaciones y pedirles que se ajusten al máximo a los tiempos establecidos. El programa es muy denso a pesar de alguna baja

de última hora y también es interesante dejar un espacio para las cuestiones y debates. El diálogo entre los participantes es una seña de identidad del foro.

En esta edición recuperamos el formato de mesa redonda que hacía algunas reuniones que no utilizábamos y que tenemos intención de mantener si es posible en el futuro. En cualquier caso, siempre es conveniente reflexionar sobre cómo podemos mejorar el funcionamiento del foro. Mañana tendremos un tiempo para hacer propuestas sobre el su funcionamiento que intentaremos incorporar en el futuro y decidiremos el lugar de la próxima reunión. Si hay alguien interesado que nos lo comente a lo largo de la estos días.

Venir a Castellón a hablar de pesca implica recordar y hacer un reconocimiento al Plan Experimental de pesca de arrastre de Castellón y sur de Tarragona, habitualmente conocido como Plan Castellón. Hace más de 60 años científicos y pescadores con el apoyo de la administración hicieron posible lo que años después se ha definido como una utopía. Por primera vez en el mundo se gestionaba una pesquería con criterios científicos y salió bien. Los resultados fueron espectaculares. Mejoraron las poblaciones y los ingresos de los pescadores se triplicaron trabajando menos tiempo y con mallas más claras. Actualmente, al tipo de gestión que se realizó en aquellos años en Castellón, se le denomina cogestión que básicamente consiste en que científicos, pescadores, administración, y hoy en día también ONGs, se sientan a la misma mesa trabajando conjuntamente y consensuando las medidas a adoptar. Este tipo de gestión no es lo habitual, pero tenemos en el Mediterráneo otras experiencias de cogestión que han sido muy positivas. Estoy convencido que la mejor manera de gestionar las pesquerías es trabajando todos juntos como se hizo en el Plan Castellón. En la anterior etapa del Foro pudimos hacerles un homenaje a los responsables del Plan Experimental pero aquella reunión se celebró en Alicante en 2001. Propongo que en las conclusiones de esta reunión de Castellón se haga un recordatorio expreso a lo que supuso el plan experimental y a todo lo que todavía podemos aprender de él.

Tenemos por delante dos días intensos, con interesantes presentaciones y aportaciones que seguro serán constructivas, manteniendo el ambiente distendido e informal que siempre ha caracterizado nuestras reuniones. Creo sinceramente que el foro sigue teniendo interés como punto de encuentro y debate sobre los problemas y retos que tienen las pesquerías mediterráneas. Deseo que tengamos unas fructíferas jornadas.

Quiero finalizar reiterando mi agradecimiento a todos los participantes. Sois los que dais sentido a esta reunión.

Gracias a todos

INTERVENCIÓN DE APERTURA FORO CIENTÍFICO DE LA PESCA (CASTELLÓN, 17 DE SEPTIEMBRE DE 2025)

Elena Carbajo Llorente
Subdirectora General de Investigación Pesquera y Recopilación de Datos

SECRETARÍA GENERAL DE PESCA

Buenos días a todas y a todos,

En primer lugar, permítanme trasladarles un mensaje en nombre de la **Secretaria General de Pesca**, que no ha podido estar hoy aquí por compromisos previos. Me pide que les haga llegar sus disculpas y, al mismo tiempo, nos traslada su deseo de que estas dos jornadas sean lo más provechosas posibles.

Para mí es un privilegio estar hoy aquí inaugurando y participando en una nueva edición del **Foro Científico del Mediterráneo**, porque tengo un recuerdo muy especial de este foro, ya que fue uno de los primeros eventos a los que asistí cuando empecé a llevar el Mediterráneo en la subdirección de caladero nacional. En aquel evento, que tuvo lugar en la Casa del Mediterráneo de Alicante, pude conocer a gran parte del sector, compañeros de las comunidades autónomas y muchos de los científicos con los que hoy en día trabajamos.

El Foro es un espacio que nació con el propósito de fortalecer el diálogo entre el sector pesquero, la comunidad científica y la Administración. Con el paso de los años, este foro se ha consolidado como un **encuentro anual de referencia**, en el que confluyen el conocimiento científico y la experiencia práctica de los pescadores y pescadoras, dando lugar a un verdadero **espacio de entendimiento y cooperación**.

El Mediterráneo es un mar único y frágil. En él conviven una gran riqueza biológica, cultural y social, pero también enormes desafíos: el equilibrio entre las múltiples actividades humanas, los efectos del cambio climático y la contaminación del medio, por citar algunas hacen necesario equilibrar la conservación con el desarrollo económico de nuestras comunidades costeras. En este contexto, la ciencia es la herramienta que nos permite comprender mejor los cambios, anticipar escenarios futuros y diseñar medidas de gestión eficaces.

Dentro del escenario de la gestión pesquera tenemos por delante múltiples desafíos: el plan multianual del Mediterráneo del que hablaremos más adelante es el más inmediato, pero no podemos dejar de prestar atención a los planes de gestión de los recursos pelágicos, así como otras medidas que van a llegar de la mano de la conservación como son los planes de gestión de la normativa de Red Natura, la ley de restauración de la naturaleza o los objetivos de áreas marinas protegidas. Este ejercicio de diálogo es fundamental: ninguna medida será eficaz si no está sustentada en la mejor ciencia disponible, pero tampoco será viable si no tiene en cuenta la realidad y el conocimiento del sector pesquero.

En los últimos años hemos avanzado de manera notable: estamos mejorando los modelos de evaluación de stocks y hemos iniciado la senda para la integración de indicadores socioeconómicos. También participamos en proyectos internacionales que refuerzan nuestro

compromiso con la sostenibilidad. Pero los retos son crecientes, y requieren más que nunca **investigación, innovación y cooperación**.

Por ello, quiero subrayar que este foro es ya mucho más que una reunión: es un **espacio donde ciencia y pesca se dan la mano**, un espacio de confianza y de construcción colectiva que fortalece la resiliencia del Mediterráneo y de las comunidades que dependen de él.

Con este espíritu de colaboración y compromiso compartido, espero que las reflexiones y aportaciones de estos dos días nos permitirán seguir avanzando hacia un Mediterráneo más sostenible, más innovador y con un futuro pesquero próspero para todos.

Muchas gracias.

Las lonjas de Cataluña. Una visión integrada 2019-2024

Miquel Ortega, Lucía Espasandín, Marta Coll

Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC), Departament de Recursos Marins Renovables, Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49, 08003, Barcelona, España.

Las lonjas pesqueras desempeñan un papel fundamental en la primera venta de productos pesqueros en el Mediterráneo español. Este estudio analiza la evolución de los procesos de compra-venta en las lonjas catalanas durante el periodo 2019-2024 a partir de un conjunto de indicadores de entrada (relacionados con las aportaciones de las flotas, el estado de los recursos comercializados y los cambios en la comercialización vinculados a factores climáticos), de proceso (relacionados con la concentración en los compradores y las especies), y de salida (relacionados con las características de los compradores). El análisis de estos factores nos permite una mejor comprensión de los potenciales riesgos ambientales y económicos que afrontan las lonjas a través de los procesos de compra-venta. Los resultados revelan una notable heterogeneidad entre las distintas lonjas catalanas y ofrecen información clave para debatir sobre su viabilidad futura y las estrategias de gestión necesarias.

1. Introducción

A pesar de la relevancia que la pesca representa en términos económicos, nutricionales, gastronómicos y culturales en Cataluña, el número de estudios disponibles sobre la integración de esta actividad en el conjunto de la cadena alimentaria resulta aún limitado (Generalitat de Catalunya, 2025; MAPA, 2025). En particular, se evidencia la necesidad de profundizar en el conocimiento relativo a la comercialización del pescado de proximidad, sobre la cual únicamente se dispone de información fragmentaria (Camí, 2020; ICATMAR, 2024; Maynou, 2022; Ortega Cerdà & Coll, 2024; Ortega Cerdà et al., 2025; Segarra et al., 2015).

La comercialización de los productos pesqueros en Cataluña se encuentra regulada por el Decreto 51/2024, de 5 de marzo, sobre la comercialización de los productos pesqueros. Dicho marco normativo establece, entre otros aspectos, el procedimiento de la primera venta de los productos pesqueros y los operadores habilitados para llevarla a cabo, y se dispone que todos los productos procedentes de la pesca extractiva marítima y del marisqueo deben ser comercializados a través de lonjas pesqueras autorizadas. El análisis y la descripción de la primera venta en estas lonjas resultan necesarios para poder resolver la laguna de conocimiento relativa a la comercialización del pescado de proximidad.

El presente estudio se centra en el análisis de la comercialización en lonja en Cataluña durante el período 2019-2024. Para ello, se adopta un enfoque integrado que considera de forma conjunta los flujos de materiales, y los factores ambientales y económicos.

Gran parte de la literatura existente analiza la primera venta de pesca desde un punto de vista fundamentalmente económico, centrado principalmente en los procesos de subasta desde un enfoque monetario (Adam et al., 2017; Kaplan, 2000; Sogn-Grundvåg et al., 2019). Al incorporar no solo factores monetarios, sino también factores ecológicos y ambientales, este estudio

presenta un avance y aporta información novedosa con respecto a estos estudios previos (Camí, 2020; Ortega Cerdà et al., 2024).

De manera novedosa, este trabajo propone un conjunto de indicadores para el seguimiento de las subastas en relación a la situación de riesgo socioeconómico y ecológico de las mismas, cuya cuantificación se presenta para todas las lonjas de Cataluña.

2. Métodos

2.1. Ámbito de estudio

Las veinte lonjas existentes en Cataluña (Figura 1) se distribuyen a lo largo de toda la franja litoral, dando cobertura a las 587 embarcaciones pesqueras registradas en la zona (a marzo de 2025): 191 dedicadas al arrastre, 315 a artes menores, 55 al cerco, 13 al palangre de fondo, 9 al palangre de superficie y 4 al cerco de atún. El producto se comercializa en fresco y, en la mayoría de los casos, diariamente. La comercialización se efectúa a través de subasta o mediante acuerdos previamente establecidos con precio fijado en lonjas autorizadas, gestionadas por las Cofradías de Pescadores. Únicamente los agentes debidamente autorizados pueden participar en las transacciones de compraventa.

El pescado procedente de la pesca de cerco se comercializa en horario matutino (venta de mañana), mientras que el resto de los productos se venden en horario vespertino (venta de tarde). En las lonjas donde no se registran descargas de cerco, se lleva a cabo un único proceso de venta por la tarde.

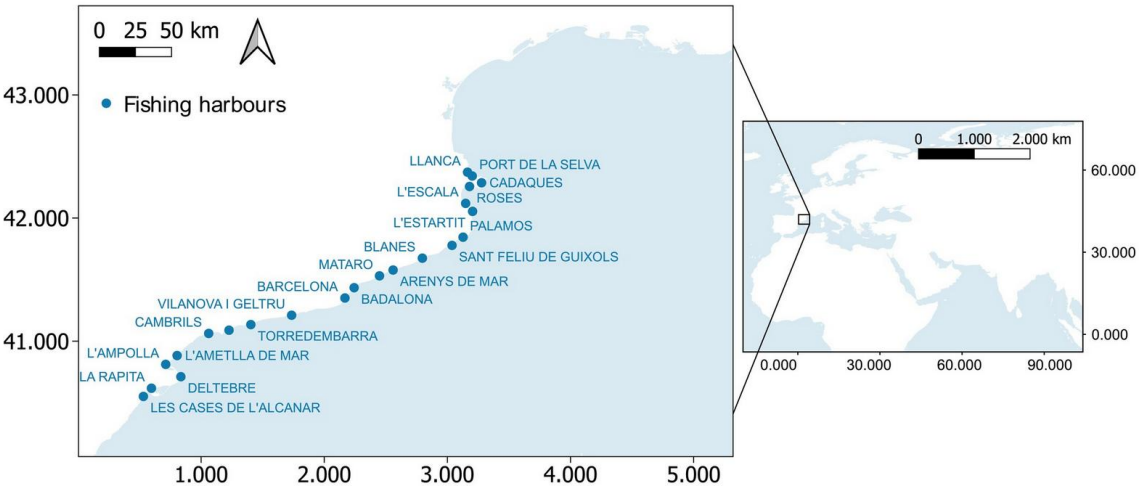


Figura 1 Lonjas pesqueras de Cataluña.

2.2. Indicadores utilizados

El análisis de la situación de las subastas se ha llevado a cabo mediante un conjunto de indicadores descriptivos relativos a la base material y ecológica de la actividad, así como a sus dimensiones monetarias. Dichos indicadores se han agrupado en tres ámbitos: indicadores de entradas, indicadores de salidas e indicadores de proceso en lonja, siguiendo el esquema representado en la Figura 2.

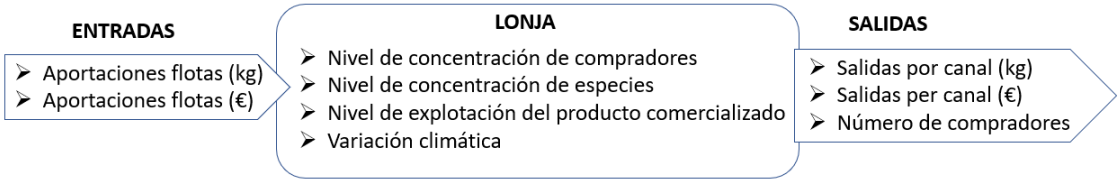


Figura 2 Indicadores de caracterización de las lonjas.

Las entradas de producto procedentes de las flotas (en kg y €) y las salidas por canal de compra (en kg y €) se han caracterizado a partir del análisis de los tiques de venta, lo que ha permitido examinar tanto el volumen comercializado como el valor económico generado.

El nivel de concentración de la compra en los diferentes compradores se ha evaluado mediante el *Índice de Herfindahl-Hirschman* (IHH) de los compradores, que constituye una medida de concentración económica en un mercado. El IHH se calcula elevando al cuadrado la cuota de mercado de cada empresa (en este caso, considerando cada subasta como un mercado independiente) y sumando los resultados. El valor máximo es 10.000 (cuando una única empresa posee el 100 % del mercado). A diferencia de otros indicadores de concentración de actividad económica, el IHH presenta la ventaja de contar con valores de referencia de carácter legal que pueden emplearse como marco comparativo. Así, en el sistema legal de Estados Unidos se consideran mercados altamente concentrados aquellos que superan los 1.800 puntos, lo que indica un riesgo de escasa competencia entre empresas (U.S. Department of Justice and the Federal Trade Commission, 2023).

Con el fin de facilitar la discusión, se ha calculado también el mismo índice aplicado a las especies en lugar de a los compradores: el índice de concentración (IHH) de las especies. Este indicador nos permite evaluar el grado de diversificación en la contribución de las distintas especies capturadas en cada proceso de venta (mañana y tarde). Es equivalente al *Simpson Diversity Index* empleado en ecología para evaluar la diversidad de un ecosistema (Simpson, 1949), pero trasladado al ámbito económico.

Para evaluar el riesgo asociado al estado de los recursos comercializados, se ha definido el *Nivel de Explotación* del producto vendido en cada lonja y proceso de subasta. Este se ha calculado ponderando el valor relativo de las ventas con los niveles de explotación obtenidos en las evaluaciones de stocks, en relación con los niveles de referencia (F/Fmsy o F/Fref). Los valores empleados corresponden a los publicados en la GSA6 en el marco de la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (GFCM, 2023), así como a las evaluaciones del ICCAT para la región mediterránea en el caso del atún rojo (*Thunnus thynnus*) y el pez espada (*Xiphias gladius*) (ICCAT, 2024). Se consideran valores óptimos aquellos inferiores a 1. Paralelamente, para cada lonja y subasta se ha calculado el porcentaje de captura comercializada que cuenta con evaluación de stock. Solo se ha realizado esta valoración en aquellas lonjas cuyo nivel de cobertura —esto es, el porcentaje de la facturación para la que existen evaluaciones del estado del recurso— alcanza como mínimo el 30 % del total comercializado, con el fin de garantizar la fiabilidad del índice.

Finalmente, para el cálculo de la variación climática en cada lonja se han utilizado el indicador de tasa de cambio de la *Mean Temperature of the Catch* (MTCr) y el indicador de tasa de cambio de la *Mean Temperature of Revenue* (MTRr), de acuerdo con la metodología propuesta por Espasandín et al. (2025). Ambos indicadores se obtienen a partir de la pendiente estimada en una regresión lineal de los valores de MTC y MTR en el período 2000-2024. El MTC y MTR se calculan a partir de la temperatura media de preferencia de las especies capturadas, ponderada por la abundancia relativa de cada especie (en el caso del MTC) o por los ingresos relativos generados por cada especie (en el caso del MTR).

2.3. Fuentes de información

Las transacciones de compraventa de pescado fresco en las lonjas catalanas llevan asociadas una nota de venta que recoge, entre otras informaciones, el nombre del vendedor y del comprador, la cantidad, el importe, la especie, la lonja y la fecha. Dichos registros, correspondientes al período 2019-2024, han sido facilitados por ICATMAR (ICATMAR, 2025).

A cada comprador se le ha asignado un “perfil comprador”, categorizado en función de su código CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas) y de la actividad principal registrada, en las siguientes tipologías: minoristas, mayoristas, gran distribución y hostelería, restauración y catering (HORECA). En los casos en los que dicha información no estaba disponible, el comprador ha sido clasificado en la categoría “otros”.

Para los análisis de concentración, los grupos empresariales con varios NIF activos han sido considerados como una única unidad cuando existía identidad de propiedad entre las empresas. En cumplimiento de la normativa de secreto estadístico, no se incluyen los nombres de empresas concretas salvo en aquellos casos en los que las propias compañías hubieran publicado información de acceso público.

Las características de los datos disponibles han implicado la exclusión de determinadas lonjas en algunos análisis, en particular aquellos vinculados a indicadores de concentración. Tal es el caso de la lonja de L’Estartit, donde no se realizan subastas al existir un único comprador. Una situación similar se registró en Roses en 2024 en relación con los peces pelágicos pequeños.

3. Resultados

3.1. Entradas

Las Figuras 3 y 4 muestran el importe económico y el volumen comercializado por lonja y por flota correspondientes al año 2024, ordenados geográficamente de norte a sur. En ambos casos se evidencia una elevada disparidad en los volúmenes y en la relevancia de las flotas entre lonjas, siendo L’Estartit, El Port de la Selva, Badalona y Torredembarra las unidades de menor dimensión. En todas ellas la única actividad pesquera presente corresponde a la pesca artesanal.

La comparación entre la Figura 3 y la Figura 4 permite observar que el orden relativo de importancia de las lonjas varía. Esta diferencia se explica por el marcado contraste en el precio por kilogramo entre la pesca de cerco (de menor valor unitario) y el resto de modalidades de captura. Así, por ejemplo, L’Escala, Barcelona y Tarragona - donde el volumen de pesca de cerco

es especialmente significativo - presentan los mayores volúmenes comercializados, mientras que Sant Carles de la Ràpita es la lonja con el mayor importe de ventas.

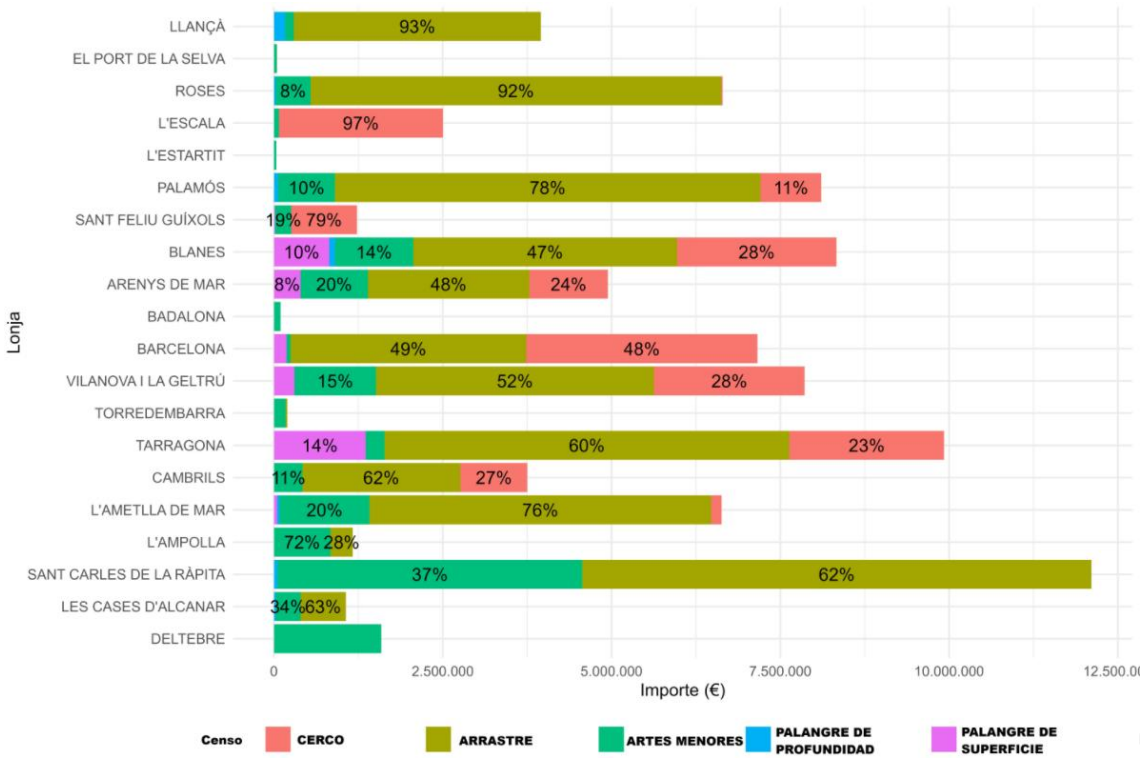


Figura 3 Importe (€) comercializado por lonja y flota. Año 2024.

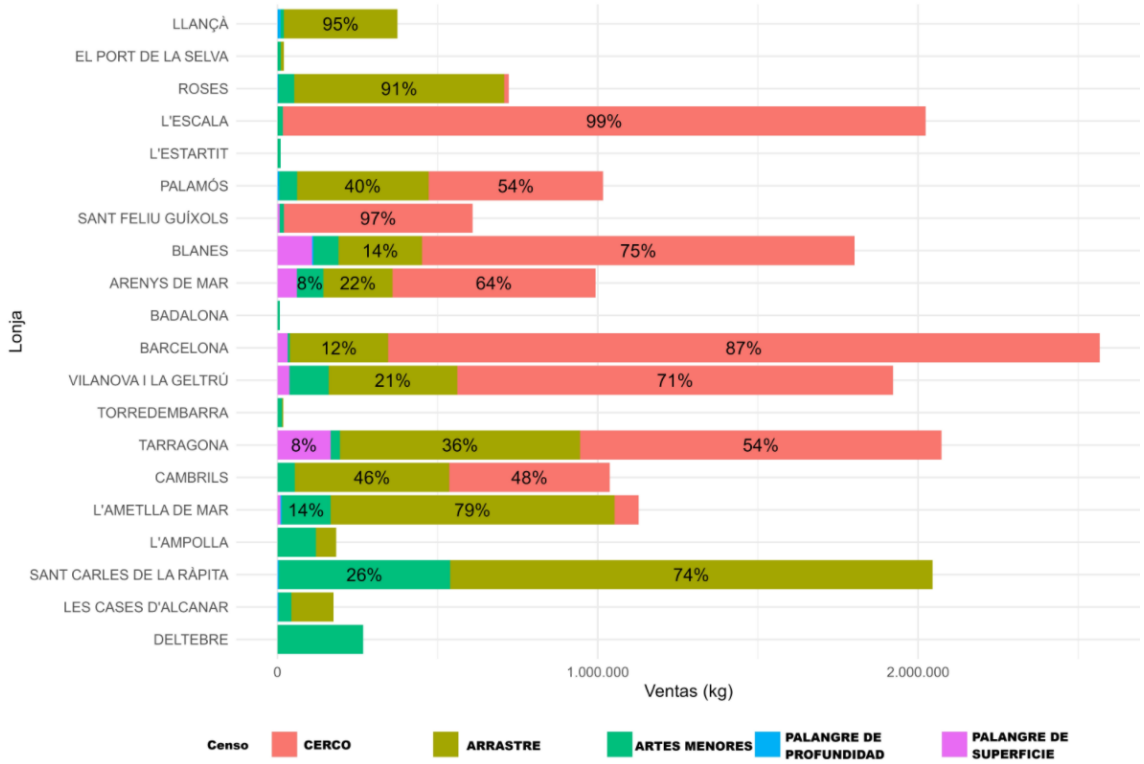


Figura 4 Volumen (kg) comercializado por flota y lonja. Año 2024.

El análisis agregado de la evolución temporal de las aportaciones por flota al conjunto de las lonjas (Figuras 5 y 6) muestra que, pese a las notables diferencias en función de la lonja, y aunque existen variaciones tanto en el volumen capturado como en el importe generado - con una ligera tendencia descendente -, se mantiene de forma consistente en el tiempo que el arrastre, el cerco y las artes menores constituyen las tres flotas más relevantes, tanto en términos de volumen como de importes. En cambio, el palangre de fondo y el palangre de superficie presentan un peso muy minoritario.

En términos de importe económico, a lo largo de todo el período analizado, el arrastre representa la aportación principal, con un intervalo comprendido entre el 56 y el 60%, seguido por el cerco (19–24%) y las artes menores (16–19%). En términos de volumen, en cambio, es el cerco la modalidad predominante (47–57%), seguido del arrastre (32–38%) y las artes menores (9–11%).

En valores absolutos se observa una disminución de los volúmenes comercializados (Figura 5), especialmente acusada en el caso del cerco respecto a las capturas de 2019, así como una reducción moderada en la facturación total (Figura 6). A este descenso debe añadirse el efecto de la inflación, que no ha sido considerado en los cálculos realizados a partir de valores corrientes.

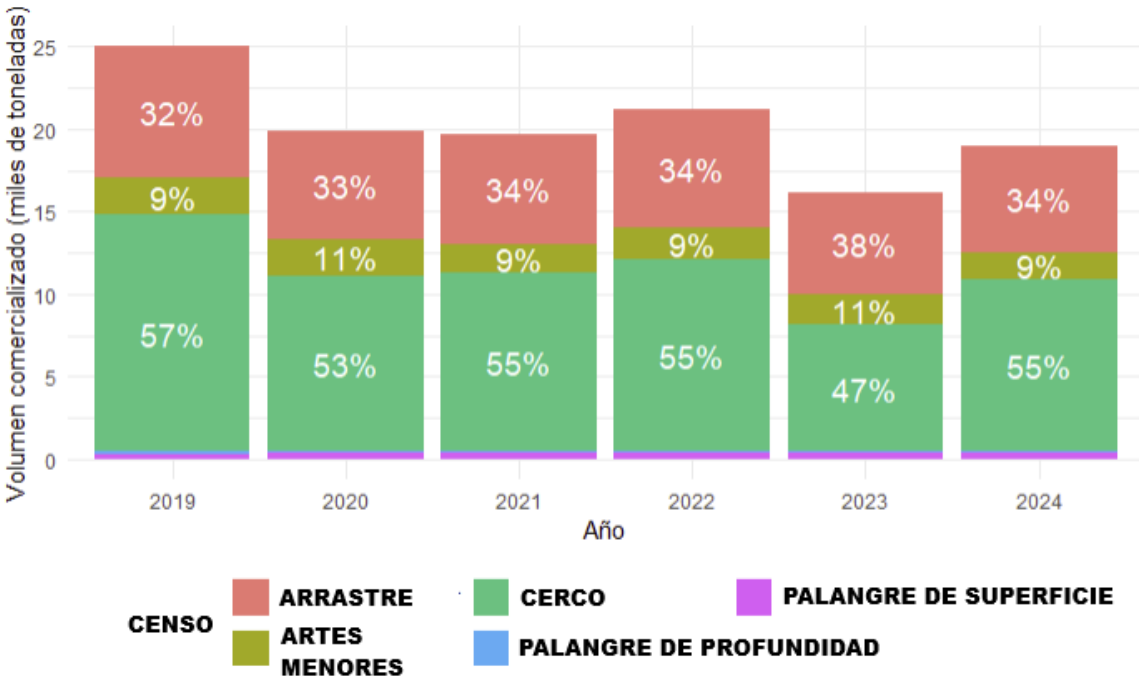


Figura 5 Evolución del volumen (miles de toneladas) comercializadas en Cataluña.

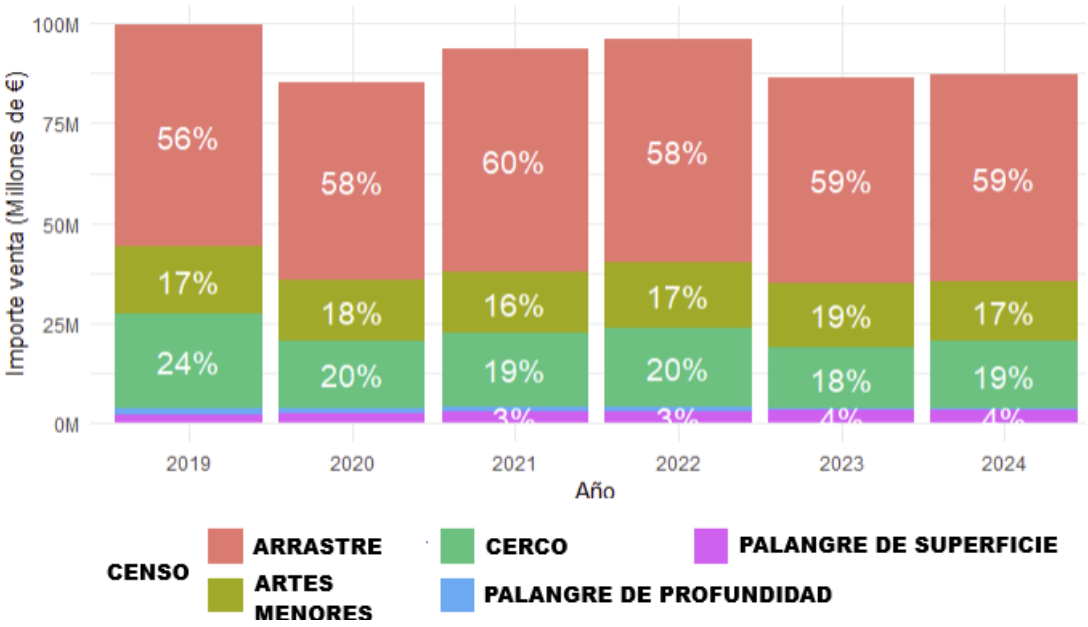


Figura 6 Evolución del importe (millones de euros) por flota en Cataluña.

3.2. Salidas

Las Figuras 7 y 8 muestran la importancia relativa, para cada lonja, de los distintos canales de compra (mayorista, gran distribución, HORECA y minorista). Se observa una notable diversidad, derivada de la especialización de cada canal de compra en diferentes productos. Destaca el papel mayoritario del canal mayorista en todas las lonjas, así como la concentración del papel de la gran distribución en determinadas lonjas, especialmente en Tarragona y Cambrils. Su relevancia es más acusada cuando se analiza en términos de volumen, lo que apunta a una especialización en pequeños pelágicos de menor precio.

Por otra parte, en las lonjas de Palamós, Roses y Vilanova i la Geltrú sobresale el papel del canal minorista, especialmente cuando se analizan los datos en términos de importe.

El canal HORECA representa menos del 5% de las ventas en todas las lonjas, pero adquiere relevancia en Vilanova i la Geltrú, Sant Carles de la Ràpita, Palamós, Blanes y Barcelona.

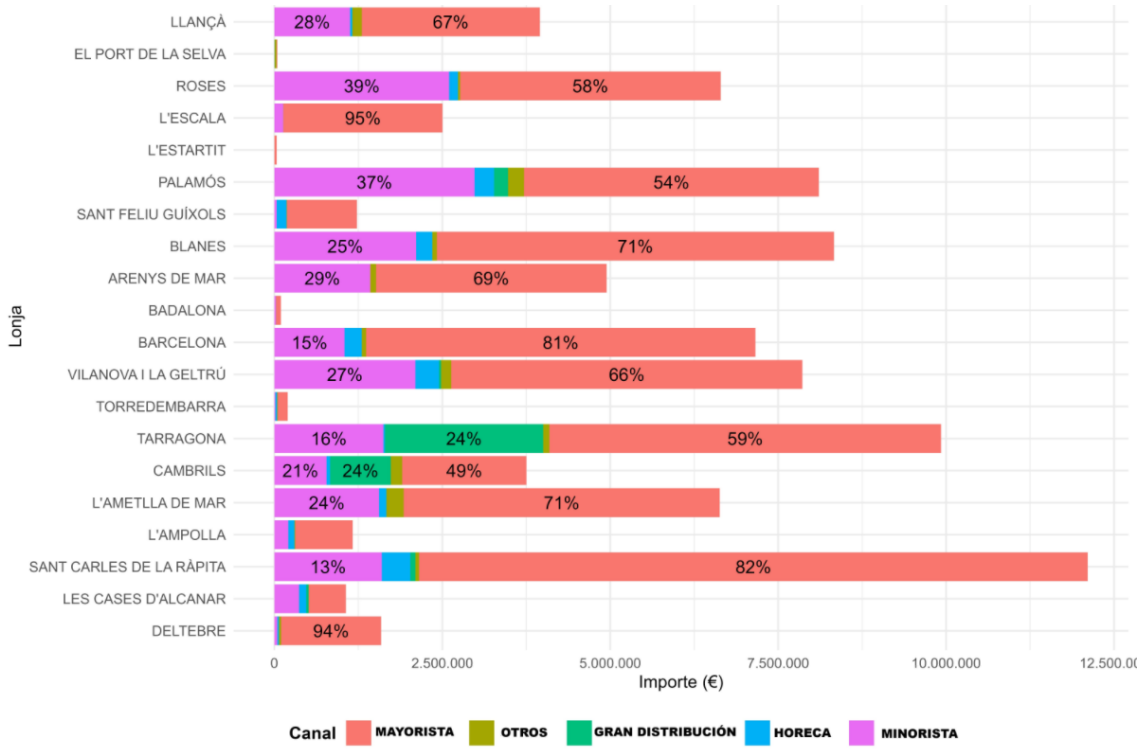


Figura 7 Importe (€) comercializado por lonja y canal de compra. Año 2024.

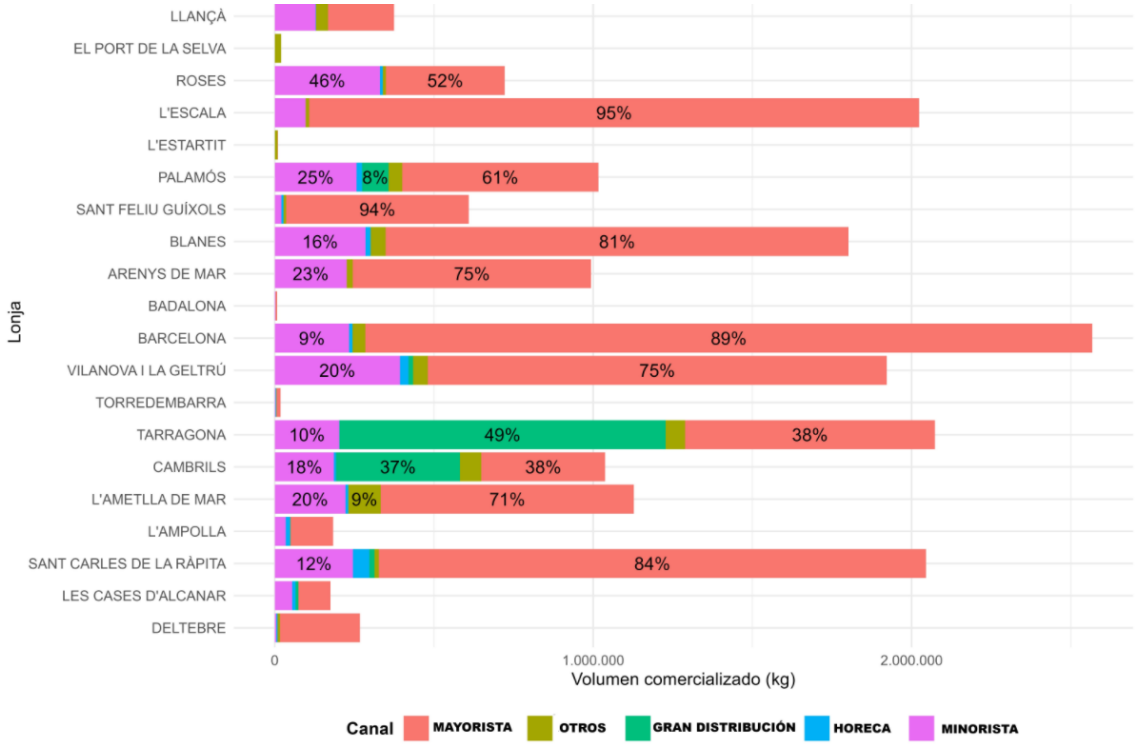


Figura 8 Volumen (kg) comercializado por lonja y canal de compra. Año 2024.

El análisis de la evolución temporal en términos agregados (Figura 9) pone de manifiesto que el canal mayorista ha sido el más relevante durante todo el período (con una participación del 60 al 69% del importe comercializado), seguido por el canal minorista (21–24%). La gran distribución ha perdido peso en los dos últimos años, pasando de alrededor del 10% al 5%,

debido a la reducción de las compras por parte de uno de los grandes distribuidores presentes en las lonjas de Cataluña.

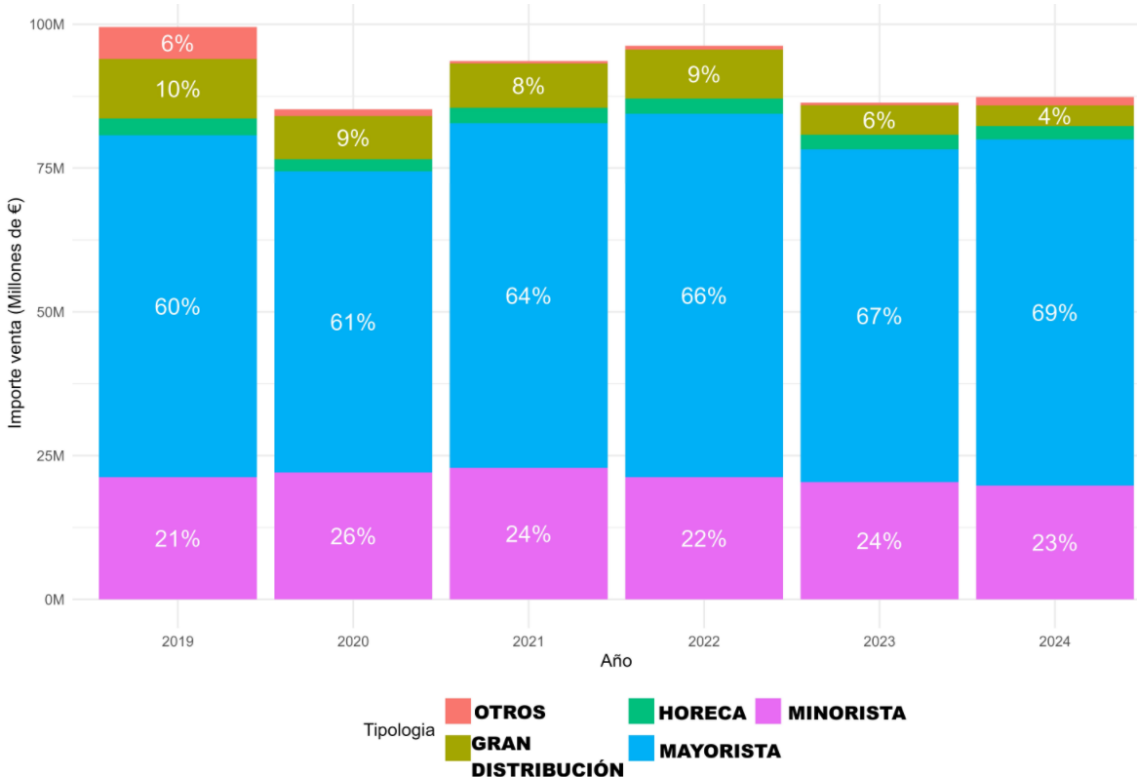


Figura 9 Evolución del importe (millones de €) comercializado por canal de compra.

El cambio de tendencia en la gran distribución ha sido especialmente evidente en la modalidad de cerco, donde su contribución era particularmente significativa (Figura 10) y ha perdido cuota de mercado en favor del canal mayorista.

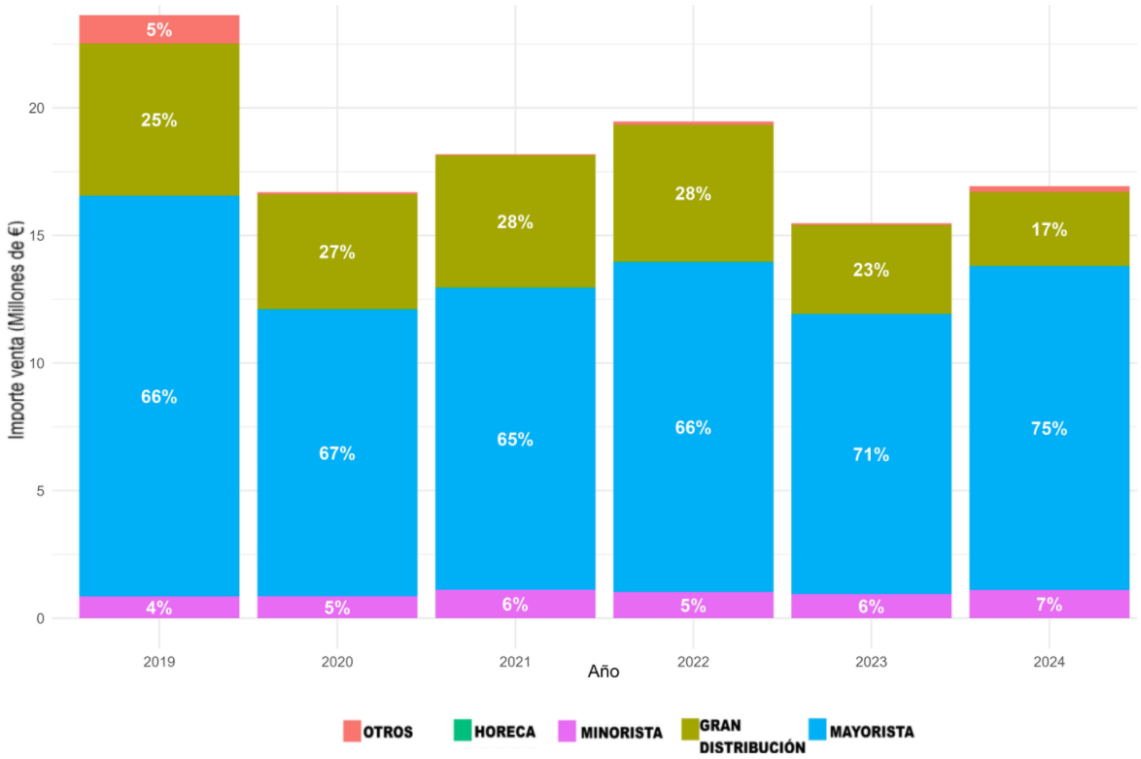


Figura 10 Evolución del importe (millones de euros) comercializado por canal de compra para la pesca de cerco.

En relación con otras modalidades de pesca, destaca el palangre de superficie, en el cual prácticamente la totalidad de las compras son realizadas por mayoristas (más del 90%). En el resto de modalidades (arrastre, palangre de fondo y artes menores), el canal mayoritario también es el mayorista (con valores comprendidos entre el 55 y el 75%), seguido por el minorista (20–55%) y con participaciones muy minoritarias de los demás canales.

Finalmente, en términos del número de compradores se observan diferencias significativas y una tendencia dispar (Tabla 1): decreciente en las lonjas de El Port de la Selva, Barcelona, Badalona, Deltebre, Torredembarra, Les Cases d'Alcanar y Roses, mientras que en Cambrils, l'Ametlla de Mar y l'Ampolla se registran tendencias crecientes. Cabe señalar que la pérdida de compradores no siempre implica una reducción de las ventas; por ejemplo, en Badalona se ha incrementado tanto el volumen como la facturación asociada pese a la disminución en el número de compradores, o en Les Cases, donde el volumen comercializado se ha mantenido constante.

Tabla 1 Evolución del número de compradores por lonja.

Lonja	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Mediana (2024-2022) vs. 2019
LLANÇÀ	72	77	78	83	85	82	14%
EL PORT DE LA SELVA	51	50	59	47	22	9	-82%
ROSES	108	108	100	107	107	95	-12%
L'ESCALA	30	29	29	31	28	30	0%
PALAMÓS	114	104	124	122	122	122	7%
SANT FELIU GUÍXOLS	42	44	44	42	41	41	-2%

BLANES	135	130	129	146	139	135	0%
ARENYS DE MAR	97	111	100	103	102	92	-5%
BADALONA	12	9	8	11	8	9	-25%
BARCELONA	108	97	84	96	86	75	-31%
VILANOVA I LA GELTRÚ	142	135	147	146	133	131	-8%
TORREDEMBARRA	21	30	21	19	22	18	-14%
TARRAGONA	104	106	107	107	109	99	-5%
CAMBRILS	82	94	105	108	110	112	37%
L'AMETLLA DE MAR	112	116	120	133	133	132	18%
L'AMPOLLA	39	40	40	45	40	43	10%
SANT CARLES DE LA RÀPITA	148	161	172	172	176	158	7%
LES CASES D'ALCANAR	41	39	41	42	43	36	-12%
DELTEBRE	32	29	24	31	28	25	-22%

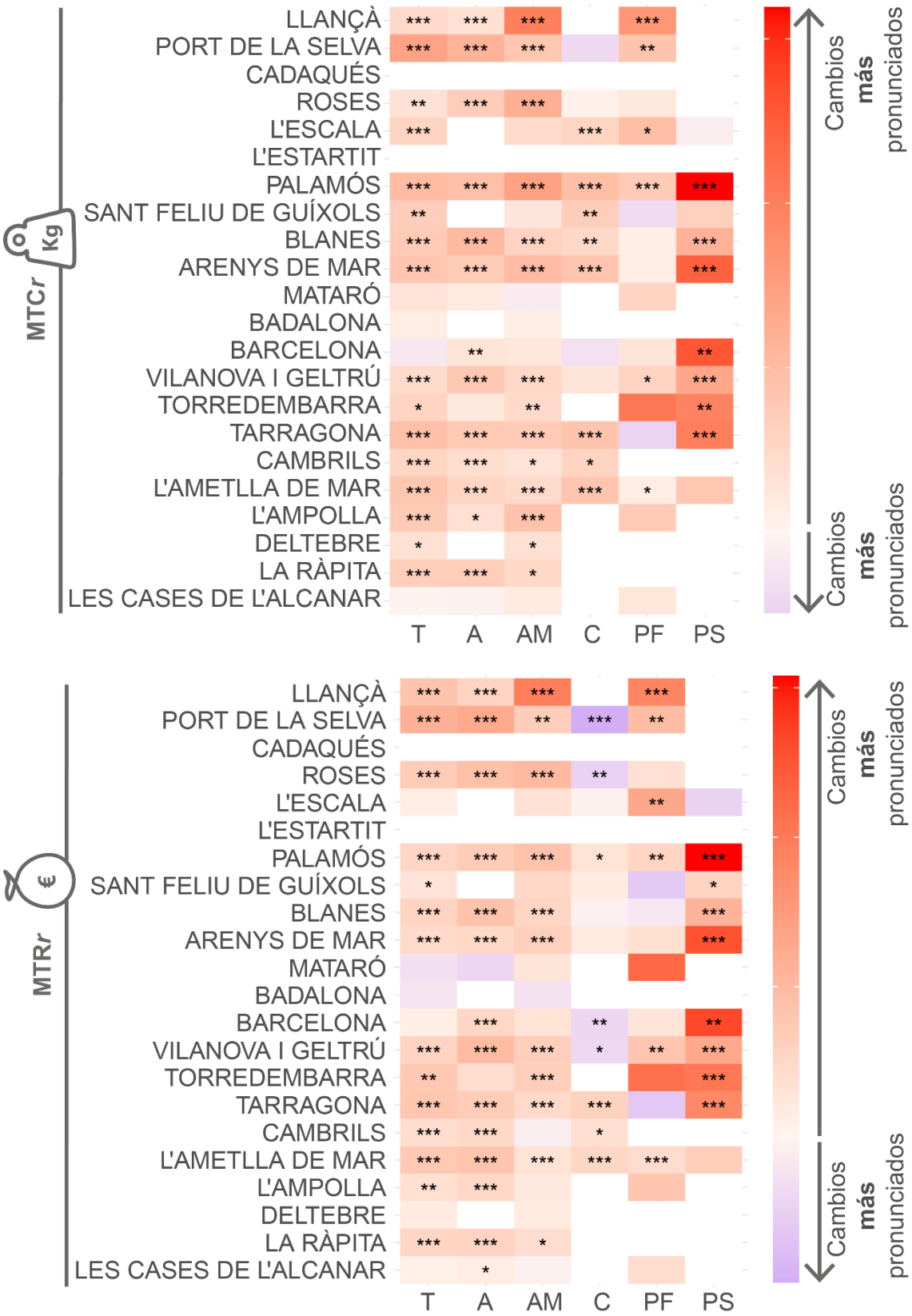
Nota: en verde se indican las lonjas con un crecimiento superior al 10% y en rojo aquellas con un decrecimiento superior al 10%. La lonja del Estartit no se ha incluido en la tabla al tener un único comprador.

3.3. Variación climática

La Tabla 2 muestra el cambio en el indicador MTC por lonja y flota y el indicador MTR.

Ambos indicadores señalan que, con el tiempo, las especies con preferencia por temperaturas más cálidas desempeñan un papel cada vez más relevante en las capturas y en los ingresos, mientras que las especies con preferencia por temperaturas más frías van perdiendo peso. Asimismo, se observa variabilidad en función de la lonja analizada, siendo este cambio, en términos generales, más evidente en las capturas realizadas por la modalidad de pesca de palangre de superficie (Espasandín et al., 2025).

Tabla 2. Mean Temperature of Catch (MTC) por lonja y flota durante 2000–2024.



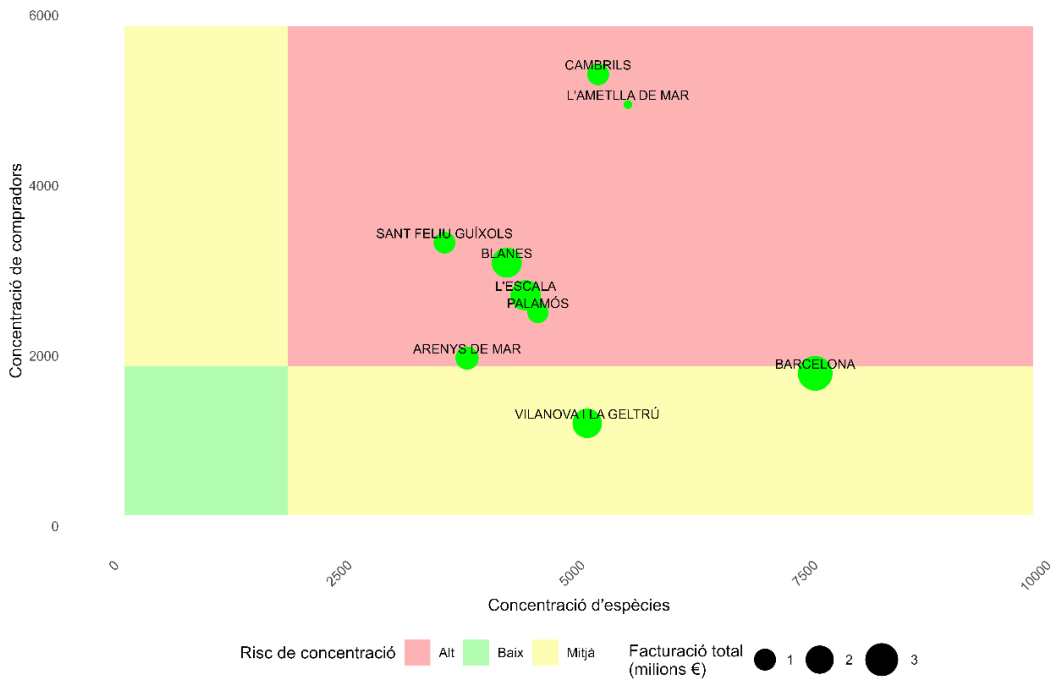
Nota: Los colores más intensos señalan cambios más significativos; el color rojo indica cambios hacia temperaturas medias más altas, mientras que el azul indica temperaturas medias más bajas. Los valores con significancia estadística se señalan con asteriscos (***p < 0,001; **p < 0,01; *p < 0,05). C: capturas de la flota de cerco, PS: palangre de superficie, A: arrastre, PF: palangre de fondo, AM: artes menores. T integra todas las capturas de la lonja correspondiente.

3.4. Riesgo de concentración en compradores, recursos y estado del recurso

La Figura 11 muestra la distribución de las lonjas en función de la concentración de compradores, la concentración de especies, el nivel de explotación de los recursos y la facturación por lonja para la subasta de la mañana (11.a) y la de la tarde (11.b).

La Figura 11.a (ventas de mañana) muestra que, para la casi totalidad de las lonjas, la situación se caracteriza por niveles muy altos de concentración de compradores y de especies. De esta manera, existe una dependencia simultánea de pocas especies, las cuales, al ser pequeños pelágicos, pueden experimentar fluctuaciones importantes a lo largo del tiempo en función del éxito del reclutamiento anual. En este sentido, aunque el nivel de esfuerzo pesquero es inferior al de la mayoría de las especies demersales y la anchoa se encuentra actualmente en un nivel de explotación sostenible (F/Ftarget=0,34; B/Btarget=1,42) (GFCM, 2024), no ocurre lo mismo con la sardina en el que según la evaluación 2024 del GFCM se considera en explotación sostenible pero con baja biomasa (GFCM, 2024) . Además, la sardina se trata de una especie que probablemente se verá afectada negativamente por el cambio climático (Lloret-Lloret et al., 2022; Pennino et al., 2020), y de la cual lonjas como las de Barcelona dependen fuertemente.

En las ventas de la tarde se observa un gradiente de riesgo, donde las lonjas más pequeñas se encuentran, en general, en condiciones más desfavorables, principalmente debido a la concentración de compradores, con algunas excepciones como Les Cases d'Alcanar. El Port de la Selva y L'Escala son las dos subastas que presentan mayores niveles de concentración, tanto de compradores como de especies. No obstante, en el caso de L'Escala, el hecho de que el recurso explotado (fundamentalmente atún rojo) se encuentre en niveles de explotación sostenibles hace que la concentración en especies sea menos preocupante. Por el contrario, la situación en El Port de la Selva resulta más comprometida, dado que el número de compradores ha disminuido de forma muy significativa en los últimos años.



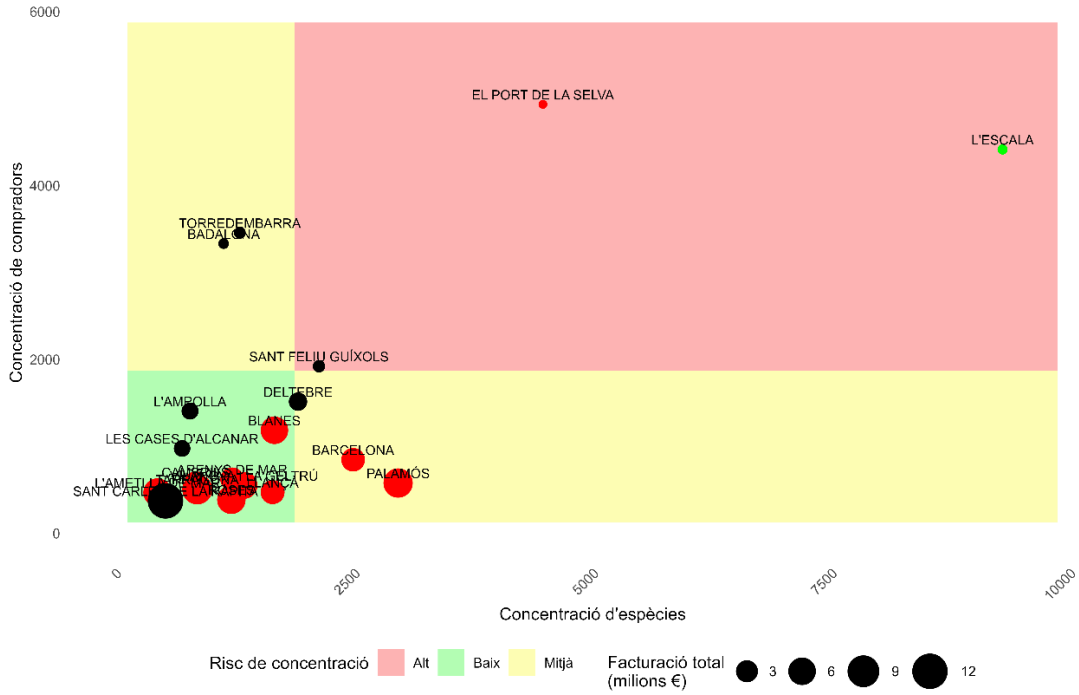


Figura 11 Venta en la subasta de mañana (a) y tarde (b).

Nota: Cada subasta se representa como un punto en el gráfico x–y en función del grado de concentración de compradores (eje y) y de la concentración de especies (eje x). El tamaño del punto es proporcional a la facturación de la subasta representada, mientras que el color del punto refleja el nivel medio de (sobre)explotación del recurso —siendo rojo para valores superiores a 3 (indicando una sobreexplotación elevada), verde para valores inferiores a 1 (indicando explotación sostenible) y negro cuando no se dispone de datos suficientes. El fondo del gráfico es verde si tanto el nivel de concentración de compradores como la concentración de especies son bajos (inferiores a 1800), amarillo si uno de los dos factores supera este umbral, y rosa si ambos valores superan los límites establecidos.

4. Discusión y conclusiones

Las lonjas son un elemento clave en la comercialización del pescado de proximidad en Cataluña, aunque hasta la fecha no se dispone de un sistema de monitorización que permita analizar de manera integral su situación y los riesgos a los que se enfrentan.

Este estudio presenta una propuesta metodológica de análisis que apunta a la necesidad de integrar en la información evaluada tanto variables monetarias como ambientales, con el fin de captar mejor la complejidad de la situación.

El análisis realizado pone de manifiesto una situación frágil en el mercado de pequeños pelágicos, caracterizada por la coexistencia de altos niveles de concentración en los compradores y una fuerte dependencia de pocas especies. Aunque actualmente la presión pesquera sobre estas especies se encuentra por debajo de los valores de referencia, en el caso de la sardina la biomasa se sitúa en niveles históricamente bajos y está sujeta a una elevada fluctuación natural.

Por otra parte, en las subastas de tarde las situaciones más comprometidas se concentran en las lonjas de menor tamaño, donde la concentración de compradores es más elevada. Este factor se ve acentuado, en algunos casos, por la elevada dependencia en términos de facturación de especies sobreexplotadas. Se trata de un problema relativamente generalizado en el conjunto de las ventas vespertinas.

El cambio climático se configura asimismo como un factor determinante en la evolución de las capturas e ingresos y constituye a la vez un desafío y una oportunidad, que obligará a una adaptación tanto de la flota como de los canales de comercialización. En este estudio hemos tenido en cuenta el cambio en la temperatura del mar, pero otros cambios físicos y ecológicos, como cambios en la salinidad o la producción primaria, se podrían considerar en futuros análisis.

En este contexto, existe un margen de mejora significativo en el ámbito de la primera venta, que abarca desde el impulso a la diversificación de especies y la valorización de especies actualmente capturadas, hasta la adopción de estrategias destinadas a reducir la concentración de las compras y reforzar los canales de venta directa en determinados contextos. Ello incluye también la adaptación de los canales a las nuevas especies favorecidas por el cambio climático, así como el refuerzo de la gestión ambiental de los recursos comercializados y del ecosistema del que dependen. En todos estos procesos, las Organizaciones de Productores pueden desempeñar un papel fundamental.

Finalmente, el análisis que aquí se presenta puede ser complementado periódicamente con nuevos datos, lo que permitiría evaluar los resultados de las iniciativas necesarias para abordar las problemáticas detectadas y facilitar, de este modo, la resiliencia futura de las lonjas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del proyecto europeo Ges4Seas (Grant Agreement 101059877) HORIZON-CL6-2021-BIODIV-01-04 call: “Assess and predict integrated impacts of cumulative direct and indirect stressors on coastal and marine biodiversity, ecosystems and their services”.

Los autores forman del grupo Integrated Marine Ecosystem Assessments (iMARES) financiado por la Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (Generalitat de Catalunya) bajo la ayuda no. 2021SGR00435. También agradecen el apoyo institucional de la acredicacion 'Severo Ochoa Centre of Excellence' (Grant CEX2024–001494-S AEI 10.13039/501100011033) al Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC).

5. Bibliografia

Adam, M. T. P., Eidels, A., Lux, E., & Teubner, T. (2017). Bidding Behavior in Dutch Auctions: Insights from a Structured Literature Review. *International Journal of Electronic Commerce*, *21*(3), 363–397. https://doi.org/10.1080/10864415.2016.1319222

Camí, A. (2020). *Llibre blanc del sector del peix a Catalunya* (M. Rodriguez, Ed.). Gremi de peixaters de Catalunya. https://gremipeixaters.cat/llibreblanc/

Espasandin, L., Ramírez, F., Ortega, M., Villarino, E., Chust, G., Sbragaglia, V., & Coll, M. (2025). Ocean warming effects on catch and revenue composition in the Northwestern Mediterranean Sea. *Global Change Biology,* 2025; 31:e70112 https://doi.org/10.1111/gcb.70112

Generalitat de Catalunya. (2025). *Observatori Agroalimentari, Rural i Ambiental. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació*. https://agricultura.gencat.cat/ca/departament/observatori-agroambiental/. Última visita 9 de septiembre de 2026.

GFCM. (2023). *Stock Assessment Results (STAR)*. Food and Agriculture Organization of the United Nation. https://www.fao.org/gfcm/data/star/en/

GFCM. (2024). *Stock Assessment Results (STAR)*. *Sardina Pilchardus y Engraulis Encrasicolus*. GSA6. Food and Agriculture Organization of the United Nation. https://www.fao.org/gfcm/data/star/en/

ICATMAR (2024). Economic Trends in Landings of the Fishing Sector in Catalonia 2024 (ICATMAR, 25-04) 209 pp, Barcelona. https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/17287

ICATMAR. (2025). *Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar dataset*. 1/3/2025

ICCAT. (2024). *Buefin Tuna Stock Assessment. Eastern Atlantic and Mediterranean. 2022*. https://www.iccat.int/Documents/SCRS/DetRep/EBFT_SA_ENG.pdf

Kaplan, I. M. (2000). Seafood auctions, market equity and the buying and selling of fish: lessons on co-management from New England and the Spanish Mediterranean. *Marine Policy*, *24*(2), 165–177. https://doi.org/10.1016/S0308-597X(99)00028-7

Lloret-Lloret, E., Albo-Puigserver, M., Giménez, J., Navarro, J., Pennino, M. G., Steenbeek, J., Bellido, J. M., & Coll, M. (2022). *Small pelagic fish fitness relates to local environmental*

conditions and trophic variables. Progress in Oceanography, 202, 102745. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102745

MAPA. (2025). *Informe del consumo alimentario en España 2024*. Gobierno de España. Madrid. 1- 614. https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos

Maynou, F. (2022). Sale price flexibilities of Mediterranean hake and red shrimp. *Marine Policy*, *136*, 104904. https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2021.104904

Ortega Cerdà, M., Bas, M., Lloret-Lloret, E., Guijarro, B., & Coll, M. (2024). Análisis de la primera venta en Cataluña, Mallorca y Valencia. Hacia un acoplamiento de los modelos ecológicos y la cadena de valor. El proyecto SOSMED. In José Luis Sánchez Lizaso (Ed.), *XIV. Foro Científico de la pesca española en el Mediterráneo* (pp. 163–175). Universidad de Alicante. https://pescaforo.net/media/FORO-DE-PESCA-XIV-Internet.pdf

Ortega Cerdà, M., & Coll, M. (2024). *El rol de las pescaderías catalanas en la distribución de pescado de proximidad*. https://doi.org/https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/16102

Ortega, M., Lloret-Lloret, E., & Coll, M. (2025). Linking sea and land systems through food web models and value chains: a portrait of the Ebro Delta (NW Mediterranean Sea). *Sustainability Science 2025*, 1–23. https://doi.org/10.1007/S11625-025-01644-4

Pennino, M. G., Coll, M., Albo-Puigserver, M., Fernández-Corredor, E., Steenbeek, J., Giráldez, A., González, M., Esteban, A., & Bellido, J. M. (2020). *Current and Future Influence of Environmental Factors on Small Pelagic Fish Distributions in the Northwestern Mediterranean Sea*. *Frontiers in Marine Science*, 7. https://doi.org/10.3389/FMARS.2020.00622/FULL

Segarra, I., Todó, P., & Leal, R. (2015). La comercialització dels productes pesquers a Catalunya. *Dossier Tècnic Número 78. Formació i Assessorament al Sector Agroalimentari*, *78*, 3–12.

Simpson, E. H. (1949). Measurement of Diversity. *Nature 1949 163:4148*, *163*(4148), 688–688. https://doi.org/10.1038/163688a0

Sogn-Grundvåg, G., Zhang, D., & Iversen, A. (2019). Large buyers at a fish auction: The case of the Norwegian pelagic auction. *Marine Policy*, *104*, 232–238. https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2018.06.011

U.S. Department of Justice and the Federal Trade Commission. (2023). *2023 Merger Guidelines*.

Proxi del esfuerzo y capacidad de recaptura de organismos escapados por parte de la flota artesanal

Pitarch-Font, D.[1]; Toledo-Guedes, K.[1]

[1] Dpto. Ciencias del Mar Universidad de Alicante

1. Introducción

Las instalaciones de acuicultura marina pueden generar diversas interacciones con el sector pesquero artesanal. Esta actividad puede repercutir tanto a nivel ecológico como socioeconómico.

La actividad acuícola puede restringir el espacio disponible para la pesca concentrando el esfuerzo pesquero en torno a las jaulas acuícolas. La concentración se debe a que las instalaciones acuícolas ejercen como concentradores de organismos debido al aporte de materia orgánica y la generación de sombra. De este modo se puede ver alterada la composición de capturas, favoreciendo la pesca de depredadores de alto valor comercial y de especies cultivadas que escapan entorno a las instalaciones acuícolas, lo cual, puede llegar a derivar en posibles riesgos de sobreexplotación de determinados organismos. Los escapes de peces representan un problema adicional, ya que, pueden comercializarse como salvajes generando un fraude alimentario y posibles riesgos sanitarios, además de alterar la dinámica poblacional del medio. Desde el punto de vista económico, los escapes masivos provocan sobreoferta y caída de precios, impactando tanto a pescadores como a acuicultores, lo que refleja tensiones en el mercado.

2. Objetivos

Este estudio tiene como objetivo mejorar el conocimiento acerca de la pesquería de artes menores, y analizar la capacidad de concentración del esfuerzo pesquero artesanal entorno a las instalaciones acuícolas. Además de analizar la capacidad de recaptura de los distintos artes de pesca.

3. Material y métodos

Tradicionalmente, los estudios sobre la interacción entre la acuicultura y la pesca se han centrado en el impacto de los escapes sobre el medio marino y sus consecuencias ecológicas (GLORIA). Sin embargo, el análisis del efecto de la concentración del esfuerzo pesquero en torno a las instalaciones de acuicultura representa una línea de investigación novedosa.

Este tipo de estudio presenta ciertas dificultades metodológicas, dado que, en general, las embarcaciones artesanales no disponen de sistemas de posicionamiento como el AIS (Sistema de Identificación Automática) o las denominadas “cajas azules”, lo que impide un seguimiento directo y continuo de su actividad.

Para la realización de este estudio, se han realizado entrevistas personales con los trabajadores del sector pesquero en los distintos puertos y lonjas de la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia. La duración de estas ha estado entre los 20 y 35 minutos, realizándose entre las 9 y 14 horas (debido a que en este tiempo es cuando mayor porcentaje de estos se encuentra en el puerto). En total se han realizado 66 entrevistas a los trabajadores del sector artesanal.

4. Resultados

Los trabajadores del sector entrevistados consideran que los artes mas utilizados por parte de la flota son: el trasmallo de salmonete (25%), el trasmallo de sepia (21%) y las redes de enmalle de plástico (plástico) (23%) **(Figura 1)**.

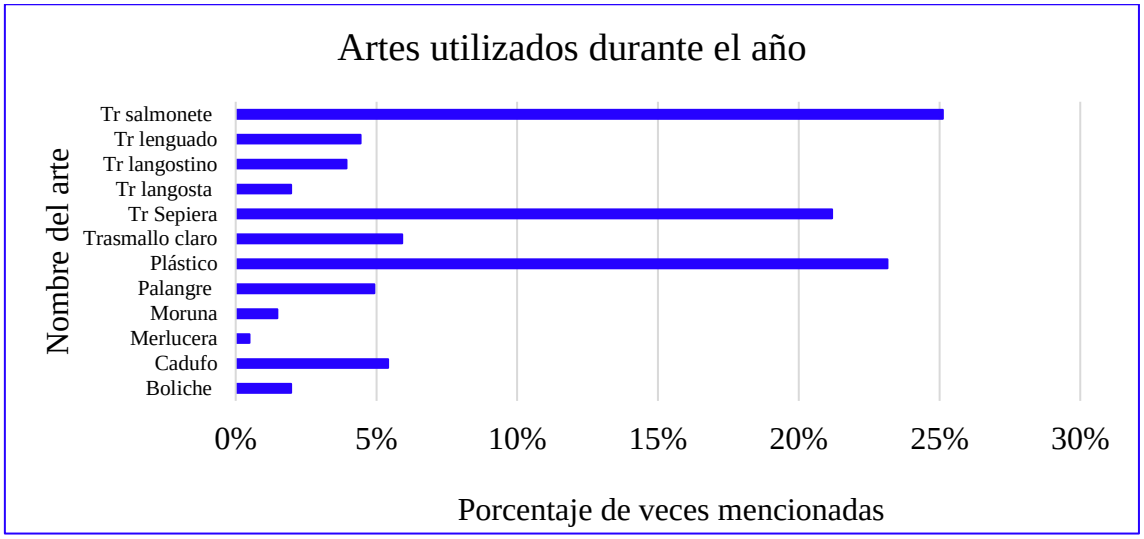


Figura 12: Gráfico que muestra las veces mencionadas de artes utilizados por parte de los trabajadores entrevistados del sector artesanal.

En cuanto a la influencia de las instalaciones acuícolas al sector pesquero, entorno al (60%) considera que sí que influyen, mientras que en torno al (30%) y el (10%) consideran que no influye o no lo saben respectivamente. Los motivos principales argumentados por los entrevistados son: el deterioro del fondo (25%), la reducción del espacio de pesca (18%) y concentración de pescado entorno a las instalaciones (14%) **(Figura 2)**.

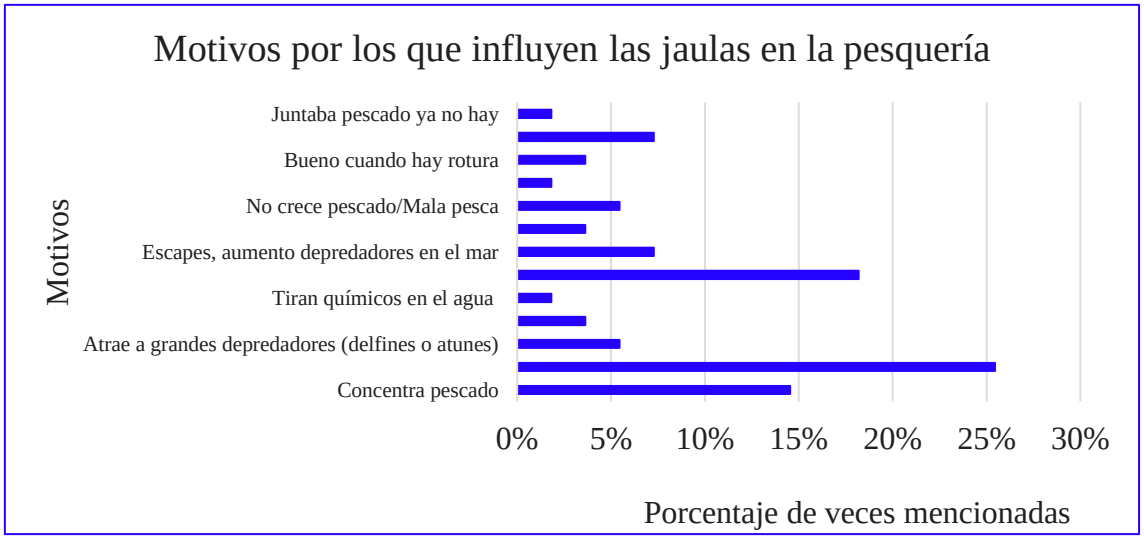


Figura 2: Gráfico que muestra las veces mencionadas de los motivos por los que las jaulas influyen en la pesquería por parte de los trabajadores entrevistados del sector artesanal.

Del total de los entrevistados el (46%) considera que faenan de manera habitual entorno a las instalaciones acuícolas mientras que el (54%) considera que no realiza su actividad diaria en esta zona. Los que consideran que si que pescan en la zona consideran que es buena zona porque

concentra el pescado, mientras que los que consideran que no van principalmente no argumentan ningún motivo por el que no van **(Figura 3)**.

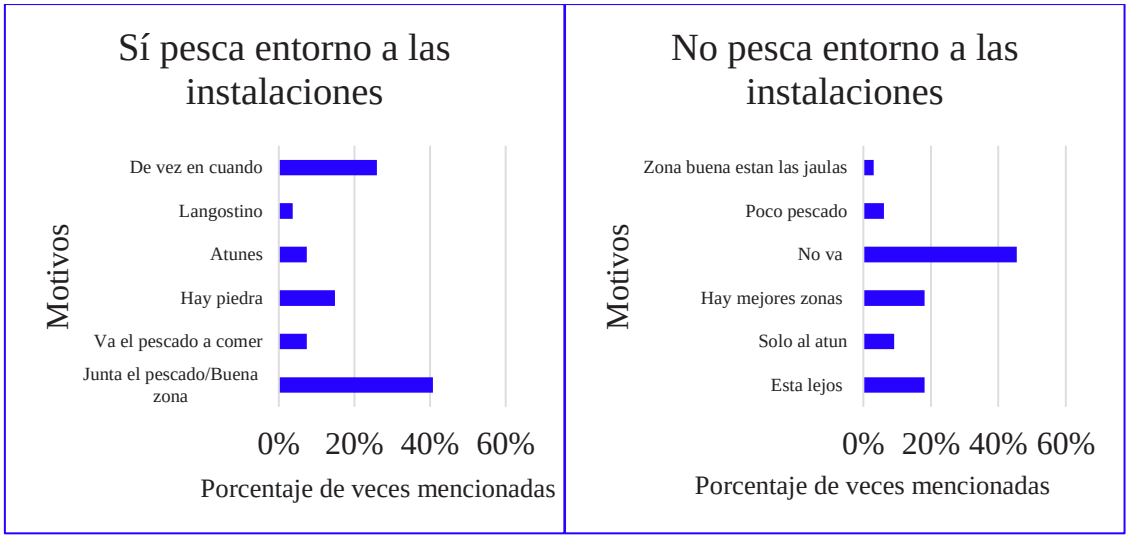


Figura 3: Gráfico que muestra las veces mencionadas de los motivos por los que pesca o no entorno a las jaulas de acuicultura por parte de los trabajadores entrevistados del sector artesanal.

En cuanto a las especies principales entorno a las instalaciones acuícolas, destacan los depredadores (túnidos, anjovas o espetones), seguidos de espáridos, escapes y salmonete. **(Figura 4)**.

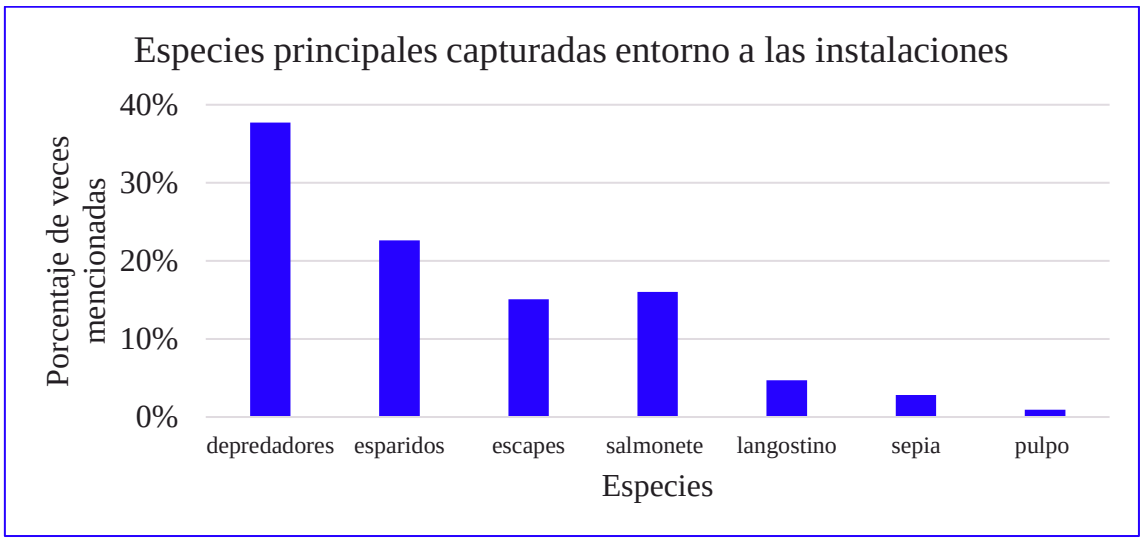


Figura 4: Gráfico que muestra las veces mencionadas las especies principales capturadas entorno a las instalaciones acuícolas por parte de los trabajadores entrevistados del sector artesanal.

Para la pesquería realizada entorno a las instalaciones, principalmente, los trabajadores del sector entrevistados consideran que los mejores artes son los de enmalle de plástico seguido del trasmallo.

Todos los entrevistados considera que los individuos cultivados se escapan tras un fuerte temporal por las roturas que este produce en las instalaciones. Prácticamente en su totalidad

consideran que se recapturan individuos de dorada, lubina y corvina en momentos puntuales (después de un evento de escape). En cuanto al tamaño de los individuos este argumentan que va a depender de la rotura y el arte empleado, hasta los 300 gramos la mayor parte de lo entrevistados argumenta que no se capturan ya que no poseen valor y no se buscan, a partir de ese peso se invierte la tendencia y ya si que se capturan.

Los trabajadores del sector entrevistados argumentan que entre los meses de noviembre y marzo es cuando más frecuente es la recaptura de dorada, lubina y corvina. Argumentan que esto se debe a que en esos meses es donde más probable es la presencia de fuertes temporales.

Cuando hay un escape la mayor parte de los entrevistados considera que cambia de arte y pone un plástico para la recaptura de los organismos escapados de las instalaciones acuícolas. Prácticamente nadie cambia de zona de pesca (ya que argumentan que el pescado navega), ninguno cambia de punto de venta. Entorno al (60%) considera que si que aumentan los gastos (desgaste de redes), mientras que el (40%) restante considera que no hay mayor cantidad de gastos. En cuanto a las horas de trabajo, prácticamente todos los entrevistados considera que si que aumentan entre 3 y 12 h siendo lo más habitual entre 4 y 8 horas.

Para la recaptura de dorada y lubina de menos de 200 gramos los entrevistados consideran que el mejor arte es el plástico del 5 y las 6 pasadas por mano. Para las de 200 a 400 gramos consideran que la mejores son las de plástico de 4,5, 4 y 5. Mientras que para las de 400 a 600 gramos las mejores consideran que son las de 4,5, 4 y 3,5. Finalmente para la recaptura de doradas de más de 600 gramos consideran que los más efectivos son el plástico del 4 **(Figura 5)**.

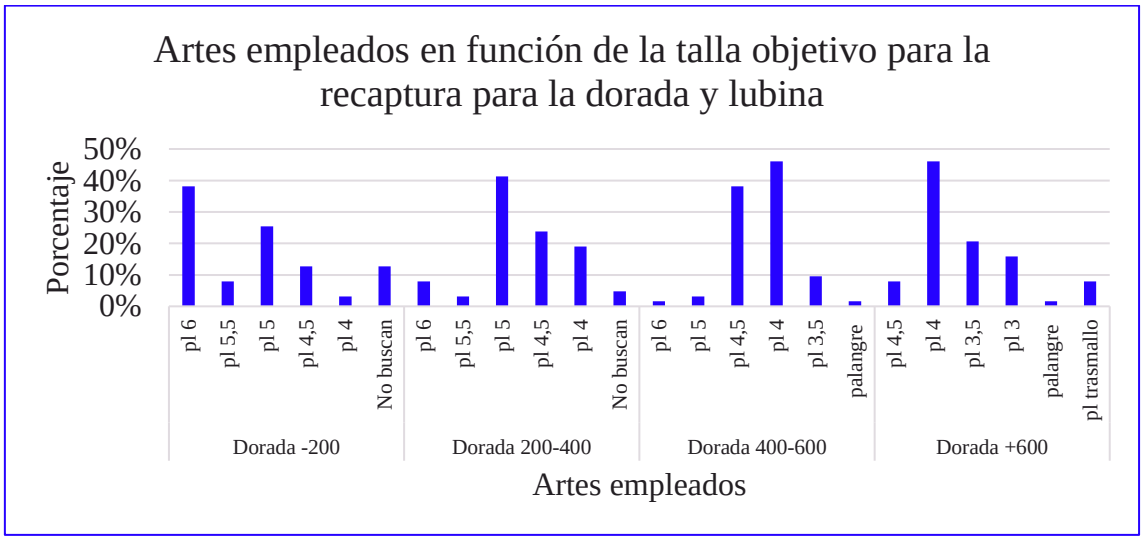


Figura 5: Gráfico que muestra el porcentaje de las veces mencionadas de los artes más efectivos para la recaptura de individuos de dorada y lubina por parte de los trabajadores entrevistados del sector artesanal.

Para la recaptura de corvina y seriola de menos de 700 gramos los entrevistados consideran que el mejor arte es el plástico de 4 pasadas por mano. Para las de 700 a 1500 gramos consideran que la mejores son las de plástico de 3,5, 4. Mientras que para las de más de 1500 gramos las mejores consideran que son las de 3 y 3,5 **(Figura 6)**.

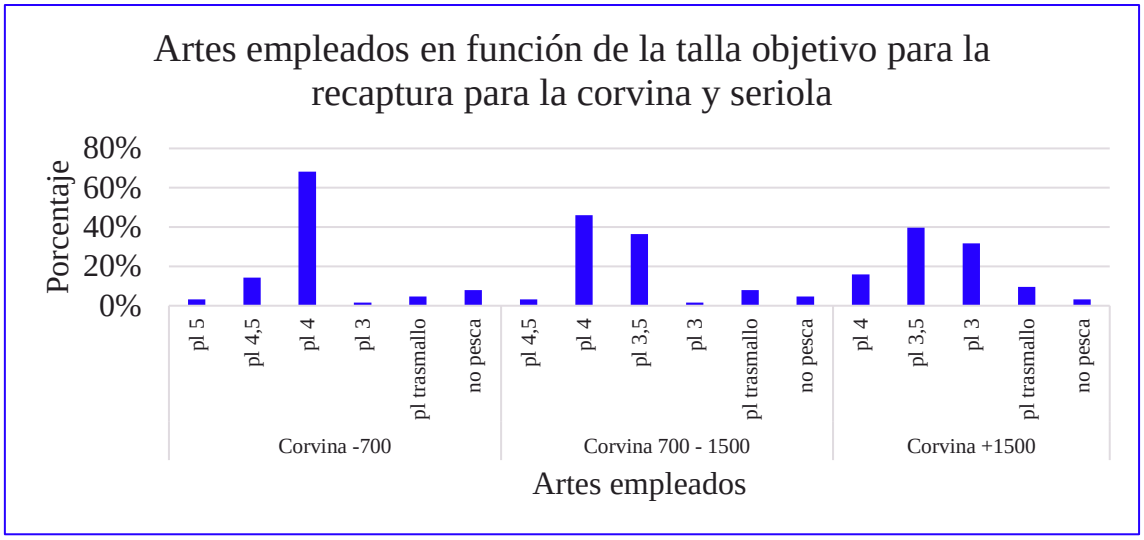


Figura 6: Gráfico que muestra el porcentaje de las veces mencionadas de los artes más efectivos para la recaptura de individuos de corvina y seriola por parte de los trabajadores entrevistados del sector artesanal.

Los trabajadores del sector entrevistados consideran que el arrastre no es un sistema para la recaptura demasiado efectivo ya que argumentan que debe de estar el pescado donde pasa el arte y principalmente este pescado escapado tiende a acercarse a la costa, siendo estas aguas prohibidas para la actividad. De este modo, si el pescado sale y pasan por donde este se encuentra pueden ser muy efectivos de lo contrario serian apenas nada efectivos.

En cuanto al cerco es similar al caso del arrastre, si el pescado sale de los 35 m de profundidad los trabajadores del sector consideran que es muy efectivo. A pesar de ello, hay quien argumenta que no es un sistema efectivo debido a que el pescado no hace caso a la luz.

Finalmente si dejasen a los buques de cerco pescar a menos de 35 m prácticamente la totalidad de los entrevistados considera que es altamente efectivo. Consideran que con los sonares que poseen estas embarcaciones podrían realizar un lance “al aparato” y capturar una gran cantidad de pescado escapado.

5. Discusión

La pesca artesanal se encuentra influenciada por las instalaciones acuícolas en mar abierto. Entorno a las instalaciones como se acumula materia orgánica se generan ecosistemas propios siendo la captura por parte de los trabajadores artesanales los depredadores, principalmente con artes de enmalle de plástico. Existe una división de opiniones entre consideran que la acuicultura posee impactos positivos ya que (atrae el pescado) y los que consideran que los impactos son negativos (deterioro de fondos). Todos los entrevistados argumentan que en algún momento recapturan organismos procedentes de la acuicultura y consideran que se deben a escapes de jaulas tras un temporal. Los individuos pequeños como no poseen valor comercial no son capturados por eso consideran que se capturan organismos a partir de 300 gramos, ellos seleccionan las redes para que los de menor tamaño no queden enmallados.

El motivo por el que los trabajadores del sector cambian de arte es para mejorar la capacidad de pesca de estor organismos, emplean artes de enmalle de plástico. Emplean esos artes ya que,

aunque consideran que los artes de plástico de 3 paños son más efectivos, son muy costosos de desenmallar el pescado ahí enredado. Cada tamaño y cada especie posee un arte que se ajusta más a su captura. El hecho de que la mayoría de los pescadores no cambie de zona ni de punto de venta refleja la dependencia de estas comunidades del entorno inmediato de las jaulas. Asimismo, la percepción del deterioro del fondo marino y la reducción del espacio disponible de pesca destacan los conflictos socioecológicos que genera la acuicultura.

Finalmente, hay que resaltar la efectividad de los pescadores artesanales. Estos consideran que son los más efectivos en la recaptura de organismos escapados, lo que abre la posibilidad de integrar sus prácticas dentro de las estrategias de mitigación y gestión de escapes.

6. Conclusiones

Las instalaciones acuícolas poseen una fuerte interacción con las comunidades locales de pescadores

Las instalaciones acuícolas pueden generar un impacto en el medio marino que afecte a la pesquería artesanal. Gran parte de los trabajadores del sector artesanal realiza su actividad entorno al polígono

Las capturas principales entorno a las instalaciones de acuicultura son depredadores y se realizan generalmente con redes de enmalle de plástico

Tras un fuerte temporal, si se produce una rotura y los organismos son capaces de escapar, los pescadores artesanales se benefician económicamente de la venta de esas capturas

Los pescadores artesanales son los más efectivos para la recaptura de los organismos escapados, seguidos de los buques de cerco y los de arrastre

Perfiles de consumidores en relación con su conocimiento y motivación de compra del pescado de acuicultura

Francesc Fusté-Forné[1] y Nela Filimon[2]

[1] Càtedra d'Estudis Marítims i Departament d'Empresa, Universitat de Girona. E-mail: francesc.fusteforne@udg.edu

[2] Departament d'Empresa, Universitat de Girona. E-mail: nela.filimon@udg.edu

Resumen

Este estudio analiza las preferencias de consumo de pescado de una muestra de la población española e identifica tres grupos mediante técnicas de clases latentes: grupo 1 (36% de la muestra, no consumidores de pescado con tradición familiar); grupo 2 (32%, consumidores de pescado sin tradición familiar); grupo 3 (32%, consumidores de pescado con tradición familiar). La edad, la situación laboral y las preferencias personales y familiares por el pescado fueron determinantes en la segmentación de la muestra. Otras variables, como el conocimiento sobre el pescado de crianza, los canales de distribución, las especies consumidas, los motivos y barreras, y las características socioeconómicas, se utilizaron para perfilar los grupos. Los resultados muestran el escaso conocimiento de los consumidores sobre el pescado de crianza, el papel creciente del entorno laboral en la definición de las preferencias alimentarias, y que los hábitos de consumo de pescado arraigados en el entorno familiar no son determinantes para las generaciones jóvenes y adultas. Estos resultados pueden contribuir al diseño de campañas de comunicación adecuadas para aumentar el conocimiento sobre el pescado de crianza y reforzar el papel de los recursos culturales alimentarios transmitidos entre generaciones en la formación de las preferencias y hábitos de consumo de alimentos.

Palabras clave: pescado de crianza, análisis de clases latentes, especies de pescado, motivos/barreras, reproducción cultural de hábitos alimentarios.

1. Introducción y contexto

El pescado es un componente fundamental de la dieta mediterránea, reconocida como patrimonio cultural inmaterial de la humanidad por la UNESCO (2020). El aumento del consumo de pescado y marisco fresco, ya sea de captura o de crianza, es un tema de creciente interés para la investigación, abarcando diversos aspectos, como, por ejemplo, la escasez de pescado salvaje y la necesidad de preservar los recursos marinos (Atalah y Sánchez-Jerez, 2020), la sostenibilidad del pescado de crianza (Hoque, 2021), la calidad del pescado salvaje frente al de crianza (Rickertsen et al., 2017), los canales de distribución del pescado fresco (Carreras et al., 2023), la respuesta de los consumidores ante cuestiones de seguridad alimentaria (Hoque y Myrland, 2022), las percepciones y creencias de los consumidores (Claret et al., 2014; López-Mas et al., 2021; Osmond et al., 2023), y su alfabetización alimentaria (Pulcini et al., 2020)

respecto al pescado de crianza frente al salvaje, así como sus hábitos y preferencias de consumo (Carrassón et al., 2021; Osmond et al., 2023; Pulcini et al., 2020, entre otros).

Varios estudios han analizado también las variables socioeconómicas y demográficas en relación con los hábitos alimentarios y las elecciones de los consumidores, con un enfoque en los grupos generacionales y las cuestiones de sostenibilidad (Makowska et al., 2024), las actitudes hacia la alimentación saludable y de calidad (Savelli et al., 2023) o los cambios generacionales, los estilos de vida alimentarios y el papel del contexto cultural (Arenas-Gaitán et al., 2022), entre otros. En la misma línea, Carrassón et al. (2021) observaron, por ejemplo, que la edad y el género, junto con la falta de información y los hábitos de consumo, impactaron en la percepción de los consumidores a favor del pescado salvaje frente al de crianza; Pulcini et al. (2020) analizaron las preferencias de los consumidores italianos por productos acuáticos ecológicos de crianza y su disposición a pagar un precio superior, encontrando que la falta de conocimiento y el precio elevado, entre otros factores, explicaban el bajo nivel de consumo; Thong y Solgaard (2017) investigaron los motivos de consumo de marisco en Francia y detectaron nueve: el control de peso y la conveniencia fueron los más relevantes, seguidos de la salud, el estado de ánimo, el atractivo sensorial, el contenido natural, el precio, la familiaridad y los aspectos éticos. También identificaron que factores demográficos como la situación personal, el tamaño del hogar o el lugar de residencia eran determinantes importantes. En conjunto, aunque la mayoría de los estudios destacan el papel relevante de la concienciación del consumidor y de diversas variables socioeconómicas y demográficas, otras variables como la situación laboral y la predisposición individual al consumo de pescado, los hábitos familiares, y su papel en la reproducción de dichos hábitos a lo largo del tiempo, han recibido menor atención.

En cuanto a los enfoques metodológicos centrados en la segmentación de los consumidores de pescado, cabe señalar también algunos resultados: Claret et al. (2014), por ejemplo, analizaron las percepciones y creencias de los consumidores sobre el pescado de crianza y el salvaje, e identificaron tres grupos de consumidores (tradicional/conservador, conocedor y abierto a la acuicultura), observando que variables como el conocimiento sobre el pescado, el nivel educativo, el género y la edad han contribuido significativamente a perfilar los segmentos; en un estudio reciente en Croacia, Krešić et al. (2022) describieron cuatro segmentos de consumidores de pescado de crianza (entusiastas, partidarios, indiferentes y escépticos), confirmando el papel relevante de variables sociodemográficas como la edad, los ingresos, la situación laboral, la región de residencia y la actividad física; López-Mas et al. (2021) segmentaron consumidores de cinco países (Francia, Alemania, Italia, España y Reino Unido) basándose en 19 creencias sobre la acuicultura frente al pescado salvaje, con el objetivo de identificar los atributos que mejoran la imagen del pescado de crianza, muchas veces afectada por la falta de información adecuada. Identificaron cinco grupos de consumidores: pro-pescado salvaje, ligeramente pro-pescado salvaje, visión equilibrada, abierto a la acuicultura y pro-acuicultura. Por su parte, Masi et al. (2022) analizaron las dos especies más cultivadas (lubina y dorada) en cuatro países mediterráneos (Francia, España, Italia y Grecia), identificando 11 segmentos; las variables socioeconómicas, los hábitos de compra y las preferencias, los atributos del producto y el etiquetado, resultaron significativas para definir los perfiles de los consumidores de cada segmento.

En esta línea, nos centramos en las preferencias de consumo de pescado de una muestra de la población española e identificamos tres grupos latentes de consumidores de pescado y sus

perfiles: grupo 1, no consumidores de pescado, pero con tradición familiar (36% de la muestra); grupo 2, consumidores de pescado sin tradición familiar (32%); y grupo 3 (32%), consumidores de pescado con tradición familiar. El análisis se basó en un conjunto de datos de 473 observaciones recogidas en 2024. El objetivo de la investigación fue ampliar la evidencia existente sobre el consumo de pescado fresco de acuicultura, considerando la edad y otras variables como la situación laboral y el entorno privado del consumidor (es decir, la predisposición individual al consumo de pescado, y la preferencia familiar por este alimento) para segmentar la muestra. Esta asociación se vincula con la teoría de la reproducción cultural de Bourdieu (1973), según la cual los individuos tienden a heredar los recursos culturales familiares transmitidos entre generaciones. Por tanto, la alimentación – el consumo de pescado, en este caso – como elemento de identidad cultural y culinaria mediterránea, y como atractivo turístico (ver Fusté-Forné, 2022; Arenas-Gaitán et al., 2022), ofrece una oportunidad para investigar el impacto de los recursos culturales familiares relacionados con el pescado (como preferencias, hábitos alimentarios, conocimientos gastronómicos, etc.) en las actitudes y preferencias de sus miembros. El estudio se estructura de la siguiente forma: la sección 1 presenta la introducción y la revisión bibliográfica; la sección 2, los datos y la metodología; la sección 3 analiza los resultados; y la sección 4 expone las principales conclusiones e implicaciones.

2. Metodología

Selección de la muestra y recogida de datos

Los datos se recogieron durante el primer trimestre de 2024 y la selección de los encuestados se realizó mediante un muestreo por cuotas de conveniencia, basado en la edad y el género, siguiendo la estructura de la población española (INE, 2023). Un total de 473 personas (de 15 años en adelante) respondieron a preguntas relacionadas con: variables sociodemográficas, especies de pescado más consumidas, preferencias y motivos respecto al pescado de crianza frente al salvaje, y principales canales de compra utilizados para adquirir pescado.

Diseño de la investigación y análisis de los datos

Para identificar perfiles latentes de consumidores de pescado se llevó a cabo un análisis de clases latentes (ACL, Lazarsfeld y Henry, 1968), adecuado para explorar variables categóricas (Daenekindt y Roose, 2014) y para identificar patrones de comportamiento no observables directamente. El análisis se realizó con el software Latent Gold 4.5 (Vermunt y Magidson, 2008). Con el ACL, la muestra se estructura en grupos (clusters) y cada observación se asigna de manera probabilística a un único grupo (Magidson y Vermunt, 2001). Se utilizaron dos variables (edad y situación laboral) y dos covariables activas, empleadas como restricciones, para segmentar la muestra: 1) si a la persona encuestada le gusta comer pescado: sí (67,2%); no o depende de la especie (32,8%); 2) si se consume pescado en su familia: sí (89,0%); no (11,0%).

Tabla 1. Estadísticas de ajuste del modelo ACL

ACL	*BIC(LL)*	*AIC(LL)*	*CAIC(LL)*	*No. par.*	*L^2*	*df*	*p-valor*	*Class Error*
1-class	*2502.7849*	*2477.8941*	*2508.7849*	*6*	*604.6974*	*50*	*2.90E-96*	*0.0000*
2-class	*2108.5502*	*2046.3232*	*2123.5502*	*15*	*155.1265*	*41*	*3.60E-15*	*0.0056*
3-class	***2049.7014***	***1950.1382***	***2073.7014***	***24***	***40.9414***	***32***	***0.13***	***0.0567***
4-class	*2091.534*	*1954.6346*	*2124.534*	*33*	*27.4378*	*23*	*0.24*	*0.1083*

El análisis ACL comienza estimando el modelo nulo (ACL de 1 clase) y se incrementa gradualmente el número de clases latentes, una a una; el numero optimo de clases latentes se determina en base a estadísticos que evalúan la bondad de ajuste del modelo. Para el modelo ACL seleccionado (con 3 clases o grupos), los estadísticos se presentan en la Tabla 1 (se prefieren los valores más bajos): el Criterio de Información Bayesiano (BIC), el Criterio de Información de Akaike (AIC), el Criterio de Información de Akaike Consistente (CAIC) y la razón de verosimilitud chi-cuadrado (L^2), esta última mide la asociación no explicada entre las variables analizadas (véase Raftery, 1986; Dayton, 1998, entre otros). Entre los modelos con un p-valor > 0,05 (buen ajuste a los datos), se prefiere el modelo más parsimonioso (el que tiene menos parámetros).

Los parámetros del modelo de 3 grupos o clústeres

En la Tabla 2 se presentan las estimaciones del modelo seleccionado, y la primera fila indica el tamaño relativo de cada grupo o clúster y el error estándar (e.e.): grupo 1 (36% de la muestra) y los grupos 2 y 3, con un 32% cada uno, respectivamente. Para presentar las estimaciones del modelo de análisis de clases latentes (ACL) se ha utilizado el formato de perfil por filas debido a su interpretación intuitiva. Así, los valores indican, por ejemplo, si, en promedio, los individuos clasificados en un grupo están sobrerrepresentados o infrarrepresentados entre los que muestran un patrón de comportamiento similar.

Los consumidores del grupo 1, por ejemplo, tienden a estar sobrerrepresentados (véanse las cifras en negrita) entre los jóvenes (15-24 años), estudiantes en su totalidad, algunos de ellos además con empleo, a los que no les gusta el pescado (o su consumo depende de la especie), aunque en sus familias sí se consume. El perfil probabilístico del grupo 1 (36% de la muestra) sería, por tanto, el de los jóvenes no consumidores de pescado, pero con tradición familiar de consumo. El perfil probabilístico del grupo 2 (32%) está determinado por personas adultas (25-54 años), activas en el mercado laboral (ya sea por cuenta ajena o propia), a quienes les gusta el pescado a pesar de que no se consuma en sus familias (adultos consumidores de pescado sin tradición familiar). El perfil probabilístico del grupo 3 (32%) está compuesto por personas mayores consumidoras de pescado (55 años o más), no activas en el mercado laboral (jubiladas, desempleadas o dedicadas a las tareas del hogar), cuyas familias también consumen pescado (personas mayores consumidoras de pescado con tradición familiar).

Tabla 2. Patrones probabilísticos de los consumidores de pescado (perfiles por fila, %)

	Clúster 1	***Clúster 2***	***Clúster 3***	***Total***
	(no consumidores de pescado con tradición familiar)	(consumidores de pescado sin tradición familiar)	(consumidores de pescado con tradición familiar)	
Tamaño del clúster (%)	***36%***	***32%***	***32%***	*100%*
(e.e.)	*(0,0227)*	*(0,0701)*	*(0,0693)*	
A. Indicadores				
Edad				
15-24 años	***100%***	*0%*	*0%*	*100%*
25-54 años	*5%*	***93%***	*2%*	*100%*
55+ años	*0%*	*13%*	***87%***	*100%*
Situación laboral				
Empleado	*8%*	***71%***	*20%*	*100%*
Autónomo	*10%*	***71%***	*18%*	*100%*
Estudiante	***100%***	*0%*	*0%*	*100%*
Estudiante y trabajando	***97%***	*1%*	*2%*	*100%*
Jubilado/desempleado/tareas del hogar	*0%*	*8%*	***92%***	*100%*
B. Covariables activas (restricciones)				
¿Te gusta el pescado?				
Sí	*30%*	***34%***	***36%***	*100%*
No/Depende de la especie	***50%***	*27%*	*23%*	*100%*
Tu familia come pescado				
Sí	***37%***	*30%*	***33%***	*100%*
No	*33%*	***47%***	*20%*	*100%*

En conjunto, los patrones generacionales (edad) y la situación laboral contribuyen de forma significativa a la identificación de los tres grupos de consumidores de pescado y a la comprensión de la reproducción cultural de los hábitos de consumo de pescado entre generaciones.

3. Resultados principales y discusión

Especies de pescado preferidas

Los perfiles probabilísticos de los grupos en relación con las especies de pescado más preferidas muestran que, en promedio, los jóvenes del grupo 1 (no consumidores de pescado con tradición familiar) tienden a consumir solo tres especies: salmón, atún y calamar. Los grupos 2 (adultos consumidores de pescado sin tradición familiar) y 3 (personas mayores consumidoras de

pescado con tradición familiar) manifiestan una preferencia mayor por la variedad, estando sobrerrepresentados en nueve especies cada uno.

Aunque ambos grupos 2 y 3 comparten la preferencia por algunas especies (bacalao, sardinas, mejillones, anchoas), se diferencian en las especies que no les gustan: el grupo 2 rechaza el atún, el rape, la lubina y el lucio; mientras que el grupo 3 no prefiere el salmón, las gambas, el calamar y el atún. Además, cada grupo presenta preferencias específicas: el grupo 2 prefiere salmón, gambas, calamar y sepia; el grupo 3 se decanta por el rape, la dorada, la lubina y el lucio.

En general, se mantiene el patrón generacional: la variedad de las especies preferidas aumenta con la edad, al igual que la predisposición individual al consumo de pescado, que resulta ser un factor determinante, independiente de la tradición familiar en relación con dicho consumo.

Canal de distribución: lugar de compra del pescado

Los perfiles probabilísticos de los grupos se presentan en la Tabla 3. Los resultados muestran que el grupo 1 (36% de la muestra) tiende a utilizar canales comerciales como los supermercados, establecimientos con comida para llevar y tiendas de comestibles. El grupo 2 (32%) prefiere la compra online con entrega a domicilio, las tiendas de productos congelados y también los establecimientos con servicio de comida a domicilio. El perfil probabilístico del grupo 3 (32%), correspondiente al segmento de personas mayores, indica una preferencia por el mercado y las pescaderías tradicionales (que suelen ofrecer mayoritariamente pescado fresco), así como por la compra online con entrega a domicilio.

Tabla 3. Lugar de compra de pescado (perfiles probabilísticos por filas %)

	Clúster 1	***Clúster 2***	***clúster 3***	***Total***
Tamaño clúster (%)	***36%***	***32%***	***32%***	*100%*
Mercado				
Sí	*31%*	*28%*	***42%***	*100%*
No	*40%*	*34%*	*26%*	*100%*
Pescadería tradicional				
Sí	*34%*	*28%*	***38%***	*100%*
No	*39%*	*35%*	*26%*	*100%*
Supermercado				
Sí	***40%***	*32%*	*27%*	*100%*
No	*25%*	*30%*	*45%*	*100%*
Compra online con entrega a domicilio				
Sí	*19%*	***44%***	***37%***	*100%*
No	*38%*	*31%*	*31%*	*100%*

Establecimientos con comida para llevar				
Sí	***40%***	***38%***	*22%*	*100%*
No	*36%*	*32%*	*32%*	*100%*
Tiendas de productos congelados				
Sí	*35%*	***38%***	*27%*	*100%*
No	*37%*	*30%*	*33%*	*100%*
Tienda de comestibles				
Sí	***39%***	*32%*	*29%*	*100%*
No	*36%*	*32%*	*32%*	*100%*

Preferencia por pescado de crianza vs salvaje: motivos y barreras

El ACL indica que el segmento joven, grupo 1 (36%, no consumidores de pescado con tradición familiar), tiene una mayor probabilidad de elegir pescado de crianza en lugar del salvaje, a pesar de no percibir diferencias entre ambos tipos. Los motivos que respaldan su elección están relacionados con la calidad del pescado, que sea saludable y fresco, el precio, el origen y los controles sanitarios. El grupo 2 (32%), los adultos consumidores de pescado sin tradición familiar son, en promedio, más propensos a preferir el pescado salvaje debido a su sabor. El grupo 3 (32%), compuesto por personas mayores consumidoras de pescado y con tradición familiar, se muestra indiferente entre el pescado de crianza y el salvaje, y los motivos que argumentan son el precio, la proximidad, el origen y la frescura del pescado.

En cuanto a las barreras para un mayor consumo de pescado de crianza, el grupo 1 señala la falta de información; el grupo 2, el alto precio y la escasa variedad; y el grupo 3 muestra poco interés por este tipo de pescado.

Perfil socioeconómico de los consumidores de pescado

El perfil probabilístico de los consumidores del grupo 1 (36%) indica que son mayoritariamente mujeres, solteras o en pareja sin hijos, con ingresos bajos (menos de 1.000 euros) o que prefieren no declarar esta información, y estudiantes (algunas también trabajando). El grupo 2 (32%) presenta sobrerrepresentación de hombres, empleados y viviendo en pareja con hijos; también tienen, de media, ingresos más elevados (entre 1.000 y 2.000 euros o más) y un nivel de estudios finalizados superior (universitarios o más), aunque la formación profesional también está sobrerrepresentada en este grupo. El perfil probabilístico del grupo 3 (32%) está determinado por hombres, con estudios primarios o formación profesional, no activos en el mercado laboral (jubilados, desempleados o dedicados a las tareas del hogar), y algunos viven en pareja con hijos y otros están divorciados o viudos; sus ingresos oscilan entre los 1.000 y 2.000 euros, aunque algunos prefieren no declarar esta información.

4. Conclusiones

El análisis de clases latentes (ACL) identificó tres grupos equilibrados de consumidores de pescado: el grupo 1 (36%) corresponde al segmento de mujeres jóvenes (15-24 años), a quienes no les gusta el pescado aunque en sus familias sí se consuma; el grupo 2 (32%) son hombres adultos (25-54 años) que sí consumen pescado, muy probablemente en el entorno laboral, ya que sus familias no lo hacen; el grupo 3 (32%) es el segmento de personas mayores (55 o más), en su mayoría hombres, consumidores tradicionales de pescado fresco, cuyas familias también lo consumen.

La edad y la preferencia individual por el pescado son factores determinantes en la segmentación de la muestra; el factor de reproducción cultural, es decir, la transmisión intergeneracional de los hábitos de consumo de pescado, no resulta determinante para los jóvenes ni para los adultos (grupos 1 y 2); mientras que los jóvenes son más propensos a no conservar esta tradición, los adultos desarrollan sus hábitos de consumo de pescado fuera del entorno familiar, probablemente en el ámbito laboral. La variedad de especies de pescado preferidas aumenta con la edad, y las variables socioeconómicas contribuyen a diferenciar los perfiles de los grupos. La falta de información sobre el pescado de crianza es la principal barrera de consumo para el grupo joven, mientras que los adultos (grupo 2) reclaman un precio más bajo y mayor variedad. El pescado salvaje solo es preferido por el grupo 2, debido a su sabor.

Los canales de compra confirman la evidencia previa sobre la preferencia de los consumidores mayores de pescado fresco (grupo 3) por los mercados tradicionales y las pescaderías (Carreras et al., 2023). Los resultados aportan información relevante sobre el creciente papel del entorno laboral en la formación de los hábitos alimentarios. Además, podrían ser útiles para que los responsables de políticas públicas diseñen campañas de comunicación adecuadas para aumentar el conocimiento y la sensibilización sobre el pescado de crianza y sus cualidades, así como para reforzar el papel de los hábitos de consumo y los recursos culturales alimentarios transmitidos entre generaciones.

El análisis podría ampliarse para incluir cuestiones relacionadas con la sostenibilidad del consumo y la crianza del pescado de acuicultura y para compararlo con otros países, con el fin de medir el impacto del contexto cultural en la formación de las preferencias de consumo de pescado de crianza frente al salvaje, entre otros aspectos.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido posible gracias al apoyo de la Fundació Promediterrània y a la financiación del GALP Costa Brava en el marco del Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP).

Bibliografía

Arenas-Gaitán, J., Peral-Peral, B., and Reina-Arroyo, J. (2022). Food-related lifestyles across generations. *British Food Journal*, 124(5), 1485-1501.

Atalah, J., and Sanchez-Jerez, P. (2020). Global assessment of ecological risks associated with farmed fish escapes. *Global Ecology and Conservation*, 21, e00842.

Bourdieu, P. (1973). Cultural Reproduction and Social Reproduction. In R. Brown (Ed.), *Knowledge, Education, and Cultural Change* (pp. 71-84). London: Tavistock Publications.

Carrassón, M., Soler-Membrives, A., Constenla, M., Escobar, C., Flos, R., Gil, J.M., Luzón, V., Piferrer, F., Reig, L. (2021). Information impact on consumers' perceptions towards aquaculture: Dismantling the myth about feeds for farmed fish, *Aquaculture* 544, 737137.

Carreras-Simó, M., Codinach-Segura, S., Filimon, N., and Fusté-Forné, F. (2023). Exploring consumer preferences for local food: The case of traditional coastal fishmongers in Costa Brava (Catalonia, Spain). *Journal of Agriculture and Food Research*, 11, 100527.

Claret, A., Guerrero, L., Ginés, R., Grau, A., Hernández, M.D., Aguirre, E., Benito Peleteiro, J., Fernández-Pato, C., and Rodríguez-Rodríguez, C. (2014), Consumer beliefs regarding farmed versus wild fish, *Appetite* 79, 25-31.

Fusté-Forné, F. (2022). Seafood 'speaks' in Costa Daurada's Michelin-starred restaurants (Catalonia, Spain). *Journal of Marine and Island Cultures* 11, 293-298.

Hoque, M.Z. (2021). Sustainability indicators for sustainably-farmed fish in Bangladesh. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 115-127.

Hoque, M.Z., and Myrland, Ø. (2022). Consumer preference for fish safety inspection in Bangladesh, *Aquaculture*, 551, 737911.

INE (2023). National Institute of Statistics. https://www.ine.es

Krešić G, Dujmić E, Lončarić D, Zrnčić S, Liović N, Pleadin J. Profiling of Croatian Consumers Based on Their Intention to Consume Farmed Fish. *Foods*. 2022; 11(14), 2158.

López-Mas, L.; Claret, A.; Reinders, M.J.; Banovic, M.; Krystallis, A.; Guerrero, L. (2021). Farmed or wild fish? Segmenting European consumers based on their beliefs, *Aquaculture* 532, 735992.

Makowska, M., Boguszewski, R., and Hrehorowicz, A. (2024). Generational differences in food choices and consumer behaviors in the context of sustainable development. *Foods*, 13(4), 521.

Masi, M.; Di Pasquale, J.; Vecchio, Y.; Pauselli, G.; Tribilustova, E.; Adinolfi, F. (2022). A cross-sectional study in Mediterranean European countries to support stakeholders in addressing future market demands: Consumption of farmed fish products. *Aquaculture Reports* 24, 101133.

Osmond, A.T.Y., Charlebois, S., and Colombo, S.M. (2023). Exploratory analysis on Canadian consumer perceptions, habits, and opinions on salmon consumption and production in Canada. *Aquaculture International* 31, 179–193.

Pulcini, D., Franceschini, S., Buttazzoni, L., Giannetti, C., & Capoccioni, F. (2020). Consumer Preferences for Farmed Seafood: An Italian Case Study. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, *29*(5), 445–460.

Rickertsen, K., Alfnes, F., Combris, P., Enderli, G., Issanchou, S., and Shogren, J.F: (2017). French consumers' attitudes and preferences toward wild and farmed fish. *Marine Resource Economics*, 32, 59-81.

Savelli, E., Murmura, F., and Bravi, L. (2024). Healthy and quality food attitudes and lifestyle: a generational cohort comparison. *The TQM Journal*, 36(8), 2693-2722.

Thong, N.T.; Solgaard, H.S. (2017). Consumer's food motives and seafood consumption. *Food Quality and Preference*, 56, 181-188.

UNESCO (2020). *La dieta mediterrània*: https://ich.unesco.org/es/RL/la-dieta-mediterranea-00884

ESPECIES DE BAJO VALOR COMERCIAL PROCEDENTES DE LA FLOTA PESQUERA DE CÁDIZ: PERCEPCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y ESTRATEGIAS DE VALORIZACIÓN

Emma Gil, José Luis Sánchez Lizaso, Juan Martín Bermúdez, Ignasi Mateo, Jorge Albaladejo

Universidad de Alicante (UA)

Laboratorio de Investigación Gastronómica Chef del Mar

Resumen

La gestión de la selectividad de los artes de pesca es una de las principales estrategias utilizadas en pesquerías. Sin embargo, los artes no son perfectamente selectivos y capturan especies de bajo o nulo valor comercial, que suelen ser infrautilizadas. Los objetivos de este estudio son analizar la percepción y comercialización de estas especies, evaluar su potencial gastronómico y proponer estrategias de aprovechamiento. El estudio se realizó en Cádiz, centrado en los puertos de El Puerto de Santa María y el Puerto de Bonanza. Primero, se recopiló información mediante 80 encuestas realizadas a pescadores, pescaderos/as, cocineros/as y consumidores/as, para analizar la percepción, comercialización y valorización de estas especies. La información se analizó mediante pruebas Chi-cuadrado. En segundo lugar, se realizó una evaluación gastronómica de las especies, en colaboración con el equipo de I+D del restaurante Aponiente. Los resultados revelaron que estas especies poseen cualidades organolépticas destacables y un elevado potencial culinario. Sin embargo, su comercialización se ve limitada por el desconocimiento, las dificultades en la preparación y consumo, las barreras culturales y tradicionales y la irregularidad en la disponibilidad y distribución. Respecto a los criterios de compra, los consumidores priorizaron la preferencia gustativa, seguido del precio y la sencillez en la preparación. Como estrategias para impulsar el consumo, destacaron la degustación y la publicidad. Además, renovar la presentación del producto es fundamental para adaptarse a las nuevas generaciones. La implicación del sector industrial en el procesado es clave para facilitar la comercialización. Por otro lado, la autenticidad y el carácter territorial de estas especies, representan una oportunidad en el contexto de la globalización. En definitiva, el éxito de la valorización requiere la colaboración de todos los actores de la cadena comercial.

Introducción

La pesca desempeña un rol clave en el sistema alimentario mundial y en el proceso de desarrollo económico (Lacaze, 2024). Por esta razón, la gestión de pesquerías resulta de vital importancia para garantizar la conservación del medio ambiente (Cabezas, 2023). En este contexto, una de las principales medidas de gestión empleadas consiste en mejorar la selectividad de los artes de pesca, para lograr las pautas de explotación definidas. Sin embargo, los artes de pesca no son perfectamente selectivos; generalmente capturan una gama más amplia de especies y tamaños de animales de los previstos (Rochet *et al*., 2011), esto supone que un elevado porcentaje de las capturas corresponda a especies de bajo o nulo valor comercial (Massutí *et al*., 2005). Las especies de bajo valor comercial representan la parte de las capturas que es poco valorada por el consumidor y que representa una proporción significativa del total, pero con escaso valor económico (Simeone and Scarpato, 2014). Este bajo valor puede depender de múltiples factores como el hábitat, la temporada, las tradiciones culturales y la situación económica de cada país (Racioppo *et al*., 2021). En ocasiones, estas especies suelen desaprovecharse (Silva *et al*., 2020), por lo que, para mejorar el aprovechamiento de los recursos pesqueros, es necesario plantear estrategias que fomenten un uso más eficiente de los mismos. En este contexto, la gastronomía puede jugar un papel clave en la gestión sostenible de los recursos pesqueros, al influir tanto en la producción de alimentos como en los patrones de consumo (Enrigue, 2019). En este caso, el restaurante Aponiente se presenta como un referente destacado. Este restaurante, cuenta con

tres estrellas Michelin y es reconocido por su contribución en la sostenibilidad de los recursos marinos. En este caso, se distingue por su capacidad para trabajar con especies menos conocidas o tradicionalmente menos valoradas, brindándoles visibilidad y protagonismo a través de la alta cocina. Por tanto, debido a su enfoque en la valorización de especies marinas menos conocidas y a que surgió la oportunidad de colaborar con el equipo, este restaurante fue el centro de trabajo para este proyecto.

Objetivos

Los objetivos del estudio fueron:

• Analizar la percepción y la comercialización de las especies de bajo valor comercial.
• Estudiar el potencial gastronómico de las especies.
• Proponer medidas de aprovechamiento que contribuyan a una gestión más sostenible de los recursos pesqueros.

Material y métodos

Área de estudio

El presente estudio se centró en la valorización de especies de bajo valor comercial procedentes de la pesca extractiva en la provincia de Cádiz, tomando como casos de estudio el puerto pesquero de El Puerto de Santa María y el puerto de Bonanza, en Sanlúcar de Barrameda. Ambos puertos han sido seleccionados por ser representativos de la flota pesquera gaditana, tanto por su volumen de actividad como por la diversidad de especies y modalidades de pesca. Además, se encuentran entre los principales puertos en producción pesquera de Cádiz. La flota del puerto de Bonanza, en Sanlúcar de Barrameda, está compuesta por más de 100 embarcaciones, distribuidas entre arrastre (62 barcos), cerco (7), marisqueo con draga hidráulica y rastro (32) y artes menores (27). La flota del puerto de El Puerto de Santa María consta de 116 embarcaciones, distribuidas entre arrastre (55 barcos), artes menores (35), cerco (14) y palangre de superficie (12). En definitiva, tanto el puerto de Bonanza como el de El Puerto de Santa María presentan una notable similitud en cuanto a la diversidad y composición de las especies desembarcadas. Ambos se caracterizan por la multiespecificidad de sus capturas, entre las que se encuentran de forma conjunta tanto especies de alto interés comercial como otras de escaso valor económico.

Diseño de muestreo y recopilación de información

Encuestas

La recopilación de información relativa a la comercialización y la percepción en el mercado de las especies de bajo valor comercial, se llevó a cabo a través de encuestas, realizadas entre octubre de 2024 y febrero de 2025. Se realizaron encuestas a pescadores, pescaderos/as, cocineros/as y consumidores/as. El contenido de las encuestas se estructuró en torno a una serie de temáticas generales, como la producción pesquera, el consumo, el comercio, la economía, la promoción y las posibles líneas de actuación del proyecto. La mayoría se hicieron de forma presencial y todas se realizaron completamente al azar, sin establecer previamente cuotas de edad o sexo. Por último, se elaboró una lista preliminar de especies que sirvió como guía para el estudio, apoyo visual en las encuestas y referencia para la evaluación gastronómica. La selección de especies se realizó empleando la base de datos de ventas del puerto de Bonanza correspondiente al periodo 2015-2023. Esta fuente se utilizó porque era la que se tenía

disponible y, sobre todo, porque sus desembarques son considerablemente representativos de las especies capturadas en ambos puertos. Las especies se seleccionaron ordenándolas por su precio, frecuencia de aparición y volumen de captura. Los criterios de filtrado incluyeron especies con un precio medio igual o inferior a 1,5 €/kg, un volumen mínimo de desembarque anual de 1.000 kg y una presencia recurrente en los registros, excluyendo aquellas con apariciones esporádicas. Sin embargo, esta lista no fue definitiva, simplemente, se empleó como una guía orientativa inicial.

Evaluación gastronómica

La evaluación gastronómica de las especies de bajo valor comercial la realizó exclusivamente el equipo de I+D de Aponiente y el centro de trabajo fue el propio restaurante. Inicialmente, se hizo un análisis exploratorio para estudiar sus características organolépticas, así como la facilidad para limpiarlas y manipularlas en la cocina. Aunque se partió de una lista de 14 especies, no todas se incluyeron en esta primera fase. La segunda fase del estudio consistió en que el equipo de I+D trabajara conjuntamente en la formulación de distintas estrategias de valorización gastronómica. Por otro lado, de manera paralela al desarrollo de este proyecto, surgió la oportunidad de que el equipo de Aponiente participara en la tercera edición del evento gastronómico "Los Grandes Desconocidos", celebrado en Madrid el 9 de abril y organizado por Pesca España. Aunque no formaba parte del diseño inicial del estudio, la participación en este evento se consideró relevante para los objetivos del trabajo, ya que permitió obtener nuevas conclusiones sobre el aprovechamiento gastronómico. Durante el evento, Aponiente elaboró diversos platos con especies de bajo valor comercial. Todo ello se ha incluido en los resultados de este trabajo por su vinculación directa con el objeto de estudio. Por último, los resultados de todos los análisis y pruebas de I+D fueron recopilados a través de entrevistas detalladas con el personal.

Análisis de datos procedentes de encuestas

El tratamiento de los datos obtenidos a partir de las encuestas se estructuró en dos fases: una primera etapa de categorización de las respuestas y una segunda fase de análisis estadístico. Para analizar cada respuesta, se elaboraron tablas de contingencia. Por otro lado, en los casos en que se quiso comprobar si las respuestas variaban entre grupos, se aplicó la prueba estadística de Chi-cuadrado (χ^2).

Resultados

Encuestas

En total, se llevaron a cabo 80 encuestas, distribuidas entre los cuatro grupos: 24 pescadores (en activo y retirados), 11 cocineros/as de restaurantes, 21 pescaderos (tanto de pescaderías tradicionales como en pescaderías de supermercados) y 24 consumidores/as. En el caso de los pescadores, se encuestaron 17 en Sanlúcar (8 de arrastre, 5 de cerco y 4 de artes menores) y 7 en el Puerto de Santa María (6 de arrastre y 1 de artes menores). En el caso de los pescaderos, se entrevistaron 13 en Sanlúcar (9 en pescaderías tradicionales y 4 en pescaderías de supermercados) y 8 en el Puerto (5 pescaderías tradicionales y 3 de supermercados). Los cocineros se distribuyeron en 5 de Sanlúcar y 6 del Puerto. Por último, las encuestas a consumidores/as se repartieron entre 10 en Sanlúcar y 14 en el Puerto. Respecto al perfil sociodemográfico de los encuestados, todos los pescadores fueron hombres (24), mientras que en el resto de grupos la distribución por sexo fue más equilibrada. En el caso de los cocineros se

encuestaron 6 hombres y 5 mujeres, entre los consumidores 9 hombres y 15 mujeres, y en el grupo de pescaderos 13 hombres y 8 mujeres. En cuanto a la edad, los pescadores presentaron la media más elevada (53,83 años) seguidos por los pescaderos (48,38 años), los consumidores (45,63 años) y los cocineros (44,81 años). Las edades de los encuestados oscilaron entre los 20 y los 75 años. El grupo con el rango de edad más amplio fue el de consumidores (20–75 años), seguido de los pescadores (30–70 años), los pescaderos (38–70 años) y los cocineros, que presentaron la menor dispersión (29–63 años).

En primer lugar, se preguntó a los participantes por los factores que afectan al bajo precio las especies de bajo valor comercial. Se identificó que cada grupo profesional prioriza distintos motivos. Los pescadores y pescaderos señalaron las "dificultades de preparación y consumo" como el mayor obstáculo. Por su parte, los cocineros destacaron la "irregularidad en la disponibilidad", mientras que los consumidores se centraron en el "desconocimiento" de estas especies (**Figura 1**). El análisis Chi-cuadrado confirmó que existían diferencias significativas entre las respuestas de los distintos grupos.

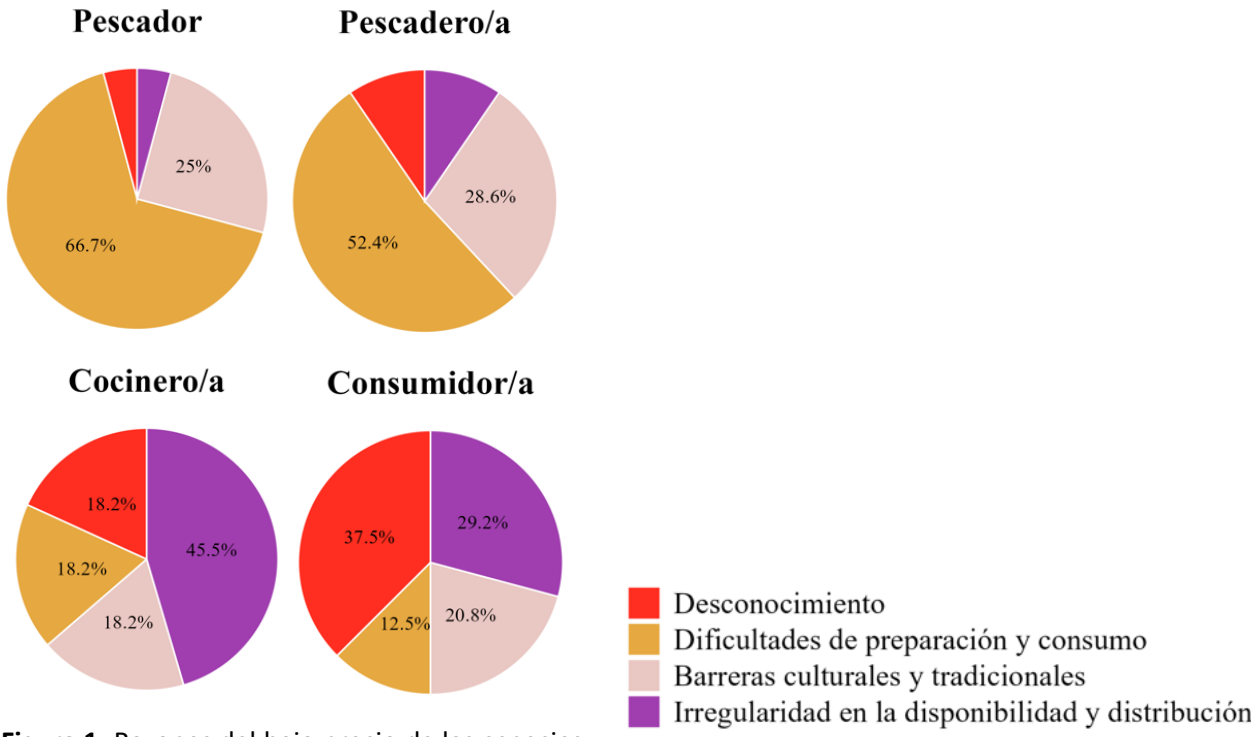


Figura 1: Razones del bajo precio de las especies de bajo valor comercial, según cada grupo encuestado.

En relación al análisis de la frecuencia de venta de especies de bajo valor comercial, se preguntó a los participantes de cada grupo con qué regularidad las comercializaban. Se observaron diferencias destacables entre los tres sectores, evidenciándose una tendencia decreciente desde el sector pesquero hasta el sector gastronómico **(Figura 2).** Estos resultados coinciden con el análisis de Chi-cuadrado, que demostró la existencia de diferencias significativas entre las respuestas de los grupos encuestados.

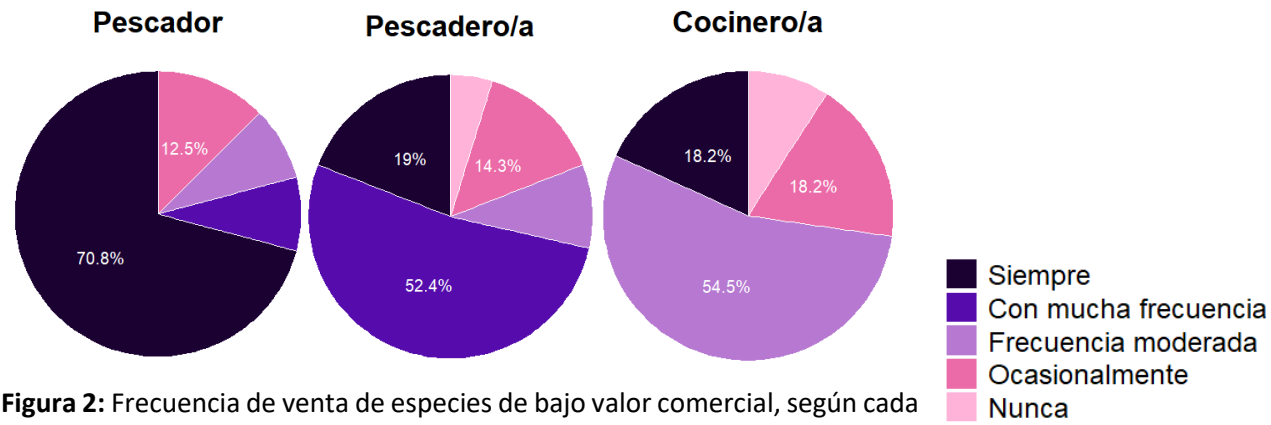


Figura 2: Frecuencia de venta de especies de bajo valor comercial, según cada grupo encuestado.

Además, se hizo un **análisis específico dentro del grupo de pescadores, distinguiendo por modalidad de pesca. Se observó mayor frecuencia de venta para pescadores de arrastre y artes menores, en comparación con la flota del cerco (Figura 3**). Estos resultados se validaron con la prueba de Chi-cuadrado, que mostró diferencias significativas en la frecuencia de venta según la modalidad de pesca.

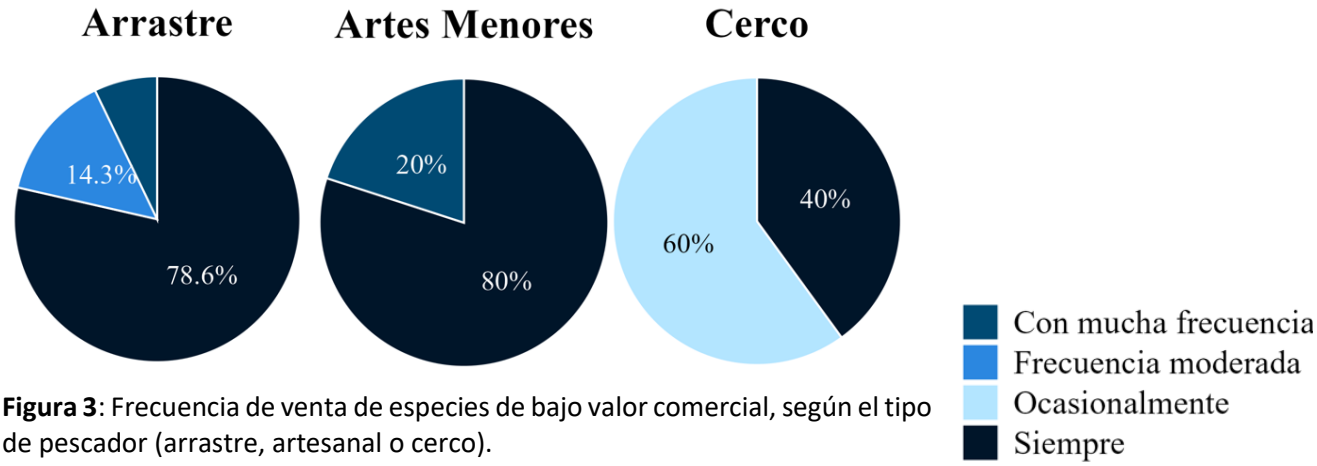


Figura 3: Frecuencia de venta de especies de bajo valor comercial, según el tipo de pescador (arrastre, artesanal o cerco).

En segundo lugar, se realizaron preguntas sobre el comportamiento del consumidor y patrones de compra. Los consumidores comentaron qué factores consideran más importantes a la hora de comprar pescado y los factores priorizados por orden de importancia fueron los siguientes: preferencia gustativa, precio, sencillez en la preparación y procedencia. Además, se preguntó a los consumidores dónde compraban habitualmente el pescado. La mayoría afirmó adquirirlo en la "pescadería tradicional" (54,2 %), mientras que otros (45,8 %) señalaron el "supermercado" como su canal habitual de compra. Por último, se hicieron varias preguntas relacionadas con las posibles propuestas de mejores y estrategias de valorización. En este caso, se les preguntó a pescadores, pescaderos y cocineros qué implicaría para ellos la diversificación de la demanda. Las respuestas variaron según el sector: los pescadores priorizaron la mejora de la rentabilidad, los pescaderos tuvieron opiniones divididas, pero con un predominio de la rentabilidad, mientras que los cocineros se enfocaron principalmente en las complicaciones logísticas (**Figura 4**). El análisis estadístico de Chi-cuadrado confirmó que existen diferencias significativas.

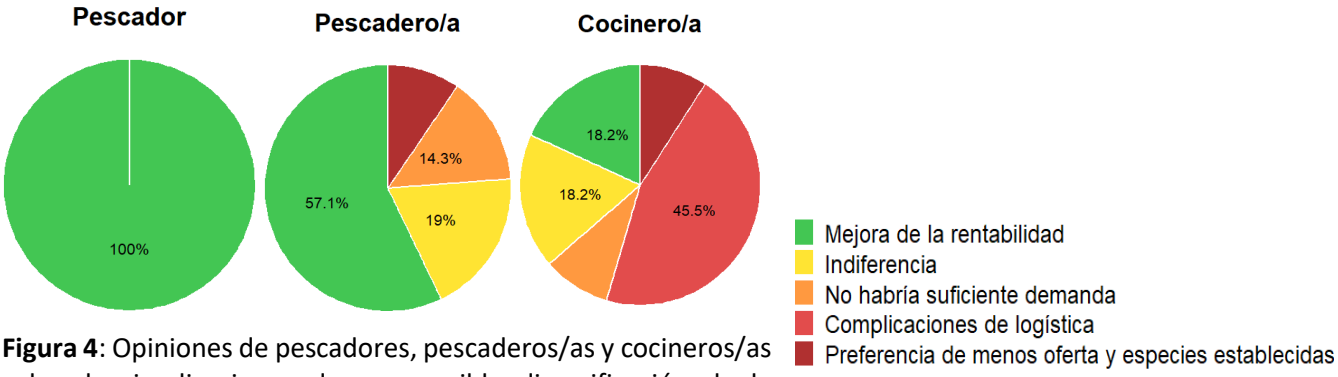


Figura 4: Opiniones de pescadores, pescaderos/as y cocineros/as sobre las implicaciones de una posible diversificación de la demanda de especies.

Posteriormente, se preguntó sobre cuál consideraban la mejor estrategia para promocionar estas especies y fomentar su consumo. Aunque pescadores y pescaderos priorizaron la degustación, también consideraron relevantes otras opciones como la publicidad, reinventar platos tradicionales y la oferta en restaurantes. Los cocineros se inclinaron por la concienciación sobre el origen, la publicidad y la oferta en restaurantes. Por su parte, los consumidores destacaron principalmente la publicidad y la oferta en restaurantes (**Figura 5**).

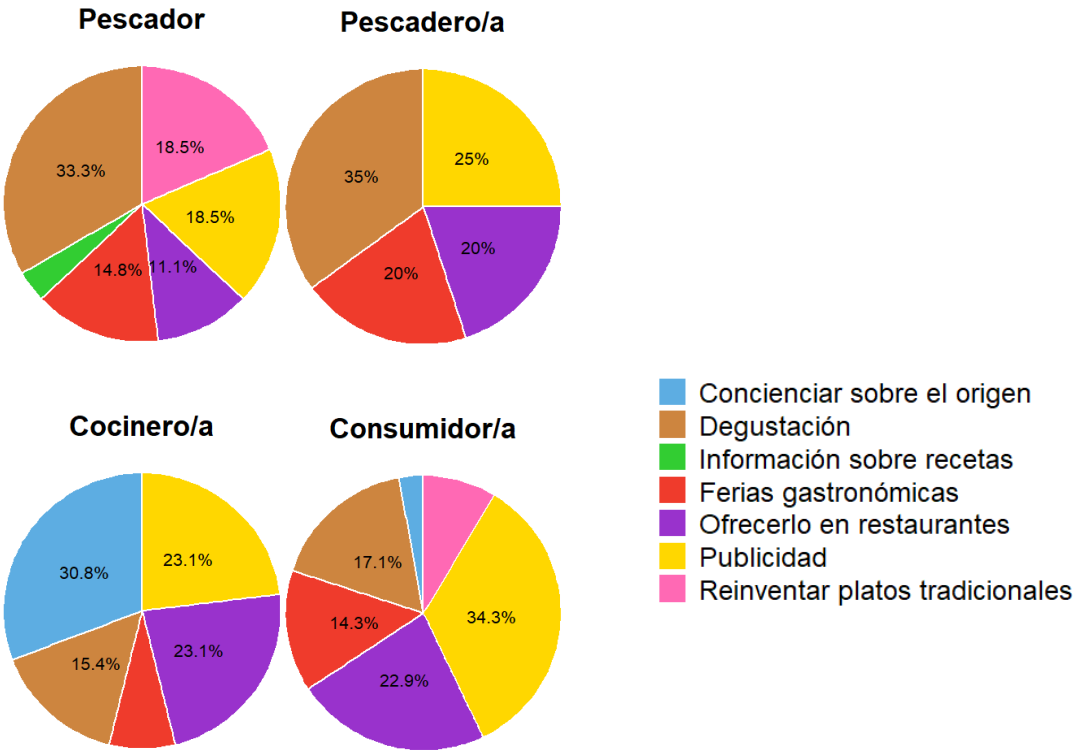


Figura 5: Estrategias propuestas para promover el consumo de especies de bajo valor comercial, según cada grupo encuestado.

Evaluación gastronómica

En primer lugar, la evaluación gastronómica reveló que muchas de las especies analizadas presentan un elevado potencial culinario. En general, se observaron cualidades organolépticas destacables. Por otro lado, también se identificaron ciertas limitaciones que podrían suponer barreras para su incorporación al mercado, como una manipulación compleja. En la segunda fase del estudio, después de manipular y evaluar las especies, el equipo de I+D se centró en

desarrollar estrategias de valorización gastronómica para maximizar su aprovechamiento. Respecto a la inclusión de estas especies en el consumo de los consumidores, el equipo consideró que una de las formas más efectivas consiste en crear cierta familiaridad con las especies, adaptando su formato a elaboraciones reconocibles en la cocina cotidiana. Una de las estrategias podría ser reinterpretar platos o elaboraciones tradicionales. En segundo lugar, se recalcó la necesidad de poner el foco en potenciar el aprovechamiento integral de estas especies, ligado a una necesidad de implicación del sector industrial. En este caso, se concluyó que elementos habitualmente desechados, como las espinas, escamas, ojos y piel del pescado de las especies objeto de estudio, podrían ser aprovechados. Por otro lado, se planteó la extracción del colágeno de los organismos, como una vía estratégica para su aprovechamiento. Este enfoque permitiría valorizar grandes volúmenes de materia prima que, en condiciones normales, no se utiliza y que podría incorporarse a la producción de salsas, fondos, texturizantes u otros derivados. Finalmente, el equipo coincidió en que es fundamental contar con la implicación de la industria alimentaria. Por último, cabe destacar que, en el evento "Grandes Desconocidos" el equipo de Aponiente presentó elaboraciones hechas con especies de bajo valor económico, que evidenciaron el potencial y las posibilidades culinarias de estos productos menos valorados. En este caso, ofrecieron lomo de tintorera (*Prionace glauca*), jurel blanco (*Trachurus mediterraneus*) al pil pil en salsa bilbaína.y torta de pulpo cabezudo (*Eledone moschata*) (**Figura 6, 7 y 8**).

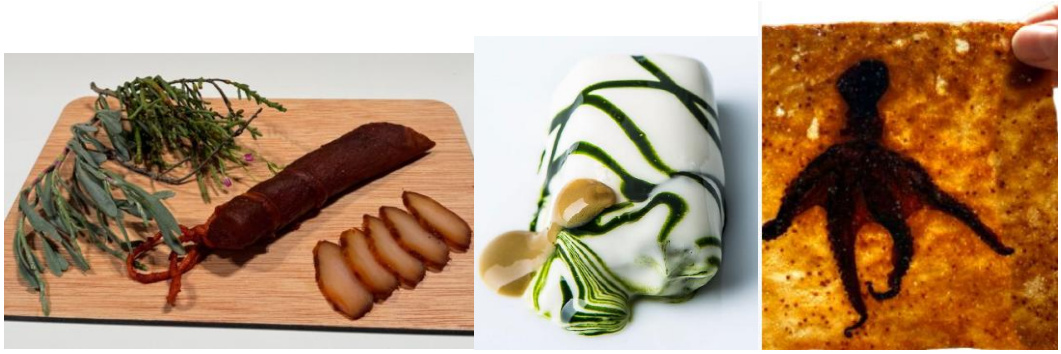


Figura 6, 7 y 8*:* Lomo de tintorera (*Prionace glauca*); jurel blanco (*Trachurus mediterraneus*) al pil pil en salsa bilbaína y torta de pulpo cabezudo (*Eledone moschata*).

Discusión

Percepción y barreras de comercialización

Las especies de bajo valor comercial poseen un elevado potencial culinario y nutricional. A pesar de esto, enfrentan barreras que limitan su valor en el mercado: desconocimiento, las dificultades de preparación, las barreras culturales y la irregularidad en la disponibilidad y distribución. La percepción sobre estas barreras varía por sector. Pescadores y pescaderos atribuyen el bajo precio a las dificultades de preparación y a las barreras culturales, argumentando que no es rentable invertir tiempo en su limpieza. Las dificultades relacionadas con la limpieza y el consumo también han sido señaladas en otros estudios, donde además se menciona la presencia de numerosas espinas como una barrera sensorial (Dugassa *et al*., 2023). Por otro lado, los cocineros ven la irregularidad en la disponibilidad como el mayor obstáculo, ya que necesitan un suministro previsible. Finalmente, los consumidores señalan el desconocimiento como la principal barrera. El desconocimiento, una percepción priorizada

exclusivamente por el consumidor, podría indicar una falta de familiaridad y de tradición que los sectores profesionales podrían no percibir. Si se superara esta desconexión, se podría fomentar el desarrollo de una cultura de consumo, ya que la ausencia de conocimiento limita la demanda y la baja demanda reduce los incentivos para su promoción.

Frecuencia de venta y consecuencias comerciales de la diversificación

La frecuencia de venta de estas especies de bajo valor comercial disminuye a lo largo de la cadena de mercado. Los pescadores las venden con mayor frecuencia, seguidos por los pescaderos, y con menor frecuencia, por los cocineros. Esta tendencia podría sugerir que su consumo se orienta principalmente al ámbito doméstico. En cuanto a la diversificación de la demanda, la percepción de su impacto varía entre los distintos grupos comerciales. Los pescadores la ven como una mejora de la rentabilidad, los pescaderos muestran una visión más dividida, con opiniones que varían entre la mejora económica, la indiferencia o la percepción de una posible falta de demanda, mientras que los cocineros muestran las opiniones más pesimistas, destacando las complicaciones logísticas como el mayor desafío. Esta preocupación de los cocineros es lógica, ya que la consistencia y la disponibilidad predecible de los productos es necesaria para este sector. Por su parte, la visión de los pescadores se enfoca en la rentabilidad, probablemente porque sus ingresos dependen directamente del valor que alcancen sus capturas en el mercado. Esta diferencia de opiniones subraya la importancia de tener en cuenta las prioridades de cada sector al diseñar estrategias de valorización.

Criterios de consumidores y estrategias de valorización

Los consumidores señalaron la preferencia gustativa, el precio, la sencillez de preparación y la procedencia como sus principales criterios de compra. Se destaca que, al ser la preferencia gustativa el primer factor decisivo de compra, esto sugiere que, si una especie les gusta, es porque ya la han probado. Por esta razón, el desconocimiento de ciertas especies, señalado por los consumidores como la principal causa de su bajo valor económico, podría convertirse en un factor más relevante. Por otro lado, el perfil nutricional no se consideró un factor prioritario en la decisión de compra. En cuanto al planteamiento de estrategias de aprovechamiento y valorización, se sugieren principalmente la degustación y la publicidad como las más efectivas para acercar el producto al consumidor. Además, se propone la reinvención de platos tradicionales para adaptar estas especies a elaboraciones reconocibles que generen familiaridad. Por otro lado, la implicación del sector industrial es clave, ya que podría transformar las especies en productos semiprocesados para facilitar su consumo. En conclusión, el éxito en la valorización de estas especies requiere una colaboración integral entre el sector pesquero, la restauración, la industria y los consumidores.

Conclusiones

Las especies de bajo valor comercial poseen **cualidades organolépticas destacables y un elevado potencial culinario**.

Pescadores y pescaderos coinciden en que las principales causas de la baja valorización económica son las dificultades de preparación y las barreras culturales. Los cocineros, en cambio, se centran en la irregularidad de la disponibilidad, mientras que los consumidores señalan el desconocimiento como el factor principal.

En cuanto a la frecuencia de venta de especies de bajo valor comercial, los pescadores son los que más venden, seguidos por los pescaderos y con una ligera tendencia decreciente hacia los cocineros.

Las diferencias en el comportamiento de la demanda y en el tipo de consumidor, en contextos como pescaderías y restaurantes, serían interesantes estudiarlas en futuros trabajos.

La diversificación de la demanda de especies pesqueras de bajo valor generaría impactos percibidos de forma heterogénea entre los distintos sectores.

En cuanto a los criterios preferentes de los consumidores a la hora de comprar pescado, estos valoran principalmente la preferencia gustativa (el sabor). El precio se posiciona como el segundo factor más importante en la decisión de compra, seguido por la sencillez en la preparación y manipulación. Por último, el perfil nutricional no se considera un factor prioritario en la decisión de compra.

La degustación y la publicidad destacan como estrategias comunes y valoradas por todos los sectores, mostrando su potencial para fomentar el consumo.

La importancia de renovar la presentación del producto es fundamental para que las iniciativas que se propongan sean efectivas.

En el contexto de la globalización, la valorización de especies de bajo valor comercial representa una oportunidad por su carácter auténtico y territorial.

Por último, la implicación del sector industrial es fundamental para la valorización de estas especies, especialmente en tareas de procesado y transformación del producto.

En definitiva, para que las acciones sean exitosas, deben involucrar a todos los actores de la cadena, desde los pescadores hasta la restauración y la industria.

Bibliografía

Cabezas Tunja, K.Z. (2023). *Gestión de pesquerías en la frontera colombo-ecuatoriana*. Doctoral dissertation, PUCESE-Escuela de Gestión Ambiental.

Dugassa, S., Demeke, S., Mohammed, A., Diba, D., Yusuf, H., & Gobena, G. (2023). Growth Performance and Carcass Characteristics of Cobb 500 Broiler Chicken Fed Potato Peel Meal as a Partial Substitute of Maize. *Journal of Science, Technology and Arts Research*, *12*(3), 1-11.

Enrigue, A.C.N. (2019). *Is sustainability on the menu? An assessment of the environmental sustainability of fish offered in restaurants in Guadalajara, Mexico* (Master's thesis, The International Institute for Industrial Environmental Economics).

Lacaze, M. V. (2024). *El eco-etiquetado como herramienta de gestión de las pesquerías latinoamericanas y oportunidades de desarrollo regional* (Tesis de Máster). Repositorio Institucional Nulan, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Massutí, E., Guijarro, B., Mas, R., & Guardiola, M. M. (2005). *Selectividad de artes de arrastre en aguas de Mallorca (Illes Balears*) (Informes Técnicos del Instituto Español de Oceanografía, No. 184). Instituto Español de Oceanografía.

Racioppo, A., Speranza, B., Campaniello, D., Sinigaglia, M., Corbo, M.R. & Bevilacqua, A. (2021). Fish loss/waste and low-value fish challenges: State of art, advances, and perspectives. *Foods*, 10(11): 2725.

Rochet, M.J., Collie, J.S., Jennings, S. and Hall, S.J. (2011). Does selective fishing conserve community biodiversity? Predictions from a length-based multispecies model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 68(3): 469-486.

Silva, F., Duarte, A.M., Mendes, S., Borges, P., Magalhães, E., Pinto, F.R., ... and Gil, M.M. (2020). Adding value to bycatch fish species captured in the Portuguese coast—development of new food products. *Foods*, 10(1): 68.

Simeone, M. and Scarpato, D. (2014). The low commercial value fish. How can we increase its consumption. *Agricultural Economics Review*, 15(1): 43-59.

Situación económica financiera de las empresas pesqueras de la Comunidad Valenciana tras el plan demersal y la pandemia.

Adelaida Lillo-Bañuls[1], Fernando Merino[2], Jorge Mora[1]

(1) *Universidad de Alicante*

(2) Universidad de Murcia

1.-Introducción

La realización del presente estudio aborda las diferentes variables y cuestiones actuales que preocupan seriamente al sector pesquero de la Comunidad Valenciana. Las propuestas y aportes referidos son fruto de los datos que se han obtenido a través de encuestas online y presenciales, así como entrevistas personales semiestructuradas. Se han realizado entrevistas a armadores y patrones y a quienes ostentan la presidencia o la secretaría de las principales cofradías, obteniendo respuestas homogéneas respecto a la mayoría de los factores que preocupan a la flota, pero en otros casos se ha puesto de manifiesto el amplio elenco de variables que afectan a su viabilidad y rentabilidad.

Este es el caso del enfoque sobre las jornadas de pesca y los días disponibles, que son objeto de diferentes interpretaciones, estando en algunos casos a favor y en otros en contra, dependiendo de la modalidad pesquera (arte que se utilice) y, teniendo en cuenta condiciones externas, ya que con el cambio climático los peces cambian de lugar por el aumento de las temperaturas del agua. Se pone de manifiesto la necesidad de un profundo estudio de la situación económica del sector para poder marcar la senda de actuaciones y el planteamiento de medidas que permitan un futuro económicamente sostenible para el sector pesquero en la Comunidad.

Es por ello que a través de los datos del sector pesquero valenciano contenidos en la base de datos SABI analizamos también su rentabilidad económica con datos cuantitativos provenientes de esta fuente, que presentamos en el último epígrafe. El análisis de la situación económico-financiera de las empresas resulta un elemento clave para conocer la salud del sector y sus perspectivas futuras. La existencia de recursos pesqueros, la disponibilidad de reemplazo para la actual generación, etc. no son suficientes para determinar la viabilidad del sector, sino que éste depende en gran medida de la situación económica de las empresas de este ya que sólo si estas empresas son económicamente viables el sector tendrá continuidad en el tiempo.

2.-Factores endógenos y exógenos que afectan a las actividades económicas pesqueras

Tras el análisis de los resultados del estudio cualitativo, éstos se pueden abordar distinguiendo si los factores son endógenos de las empresas que trabajan en el sector o si se trata de factores que son exógenos, aunque se verá que se entrelazan en ocasiones, ampliando la problemática más allá de la capacidad de empresas o autoridades a poder diseñar el futuro con sus medidas o intervenciones.

Factores endógenos

- Sobre la antigüedad de los barcos y materiales: queda constatado que existe un proceso de "envejecimiento" de la flota pesquera valenciana, ya que una gran parte de la flota pesquera actual data de los años 90 del siglo XX, sin existir un planteamiento sobre el proceso combinado de reducción de embarcaciones, en este sentido, existe la necesidad de inversiones necesarias en un plazo corto de tiempo para renovar la flota.

  En este aspecto hay que repensar estas necesidades de modernización de la flota, pues las nuevas exigencias de incorporación de innovaciones tecnológicas y motores eléctricos no contaminantes lo requieren, como se puso de manifiesto en el pacto verde europeo.

- Sobre el empleo del sector: Se detecta una gran preocupación por el futuro del sector por la inestabilidad del empleo, el envejecimiento de los pescadores, el escaso relevo generacional, la inestabilidad de un salario estable en relación al aumento del coste de la vida, las cargas familiares, etc., algunos valoran esta situación como una merma por la cual "la gente joven" prefiere otros empleos que generan mayor certidumbre en sus ingresos. Se pueden diferenciar factores de empleabilidad internos y externos
- Sobre las marcas de pescado y valor territorial: de acuerdo con esta valoración, todas destacan la necesidad de generar seguridad (alimentaria), dotar de calidad al producto, informar del origen del pescado, y valorar la capacidad nutritiva y cultural del pescado de mar o procedente de la pesca artesanal. Son varias las marcas con las que se comercializa el producto obtenido en las cofradías, como la auspiciada por la Comisión Interfederativa de las Cofradías, *Peix de Llotja*, y otras que las defienden las propias cofradías de forma local, como *Peix de Santa Pola* o *Peix de Calp*.

<u>Factores exógenos:</u>

- Sobre las ayudas económicas recibidas: en esta variable la problemática a destacar es la burocratización y complejidad de los procesos administrativos de solicitud de ayudas económicas al sector. Por lo tanto, quedaría el objetivo de facilitar, flexibilizar y asesorar en la medida de las posibilidades estos procesos de una manera más eficiente. Se detectan valoraciones de frustración y la necesidad de ofrecer mayor claridad en estos procesos con la finalidad de generar mayor certidumbre, se constata que para determinadas ayudas se tarda más de un año en ser percibidas por los solicitantes.
- Sobre la valoración de los paros biológicos y vedas: existen datos enfrentados en algunos aspectos, aunque hay una satisfacción media positiva sobre la necesidad de los paros biológicos y por tanto una aceptación de que ello conlleva beneficios para el sector. No obstante, habría matices y propuestas de mejora de la gestión de estos paros. De manera general hay un reconocimiento de que las capturas mejoran tras los paros biológicos, y a pesar de que afectan de manera primordial a los barcos de arrastre, las embarcaciones de artes menores también detectan influencia en sus capturas (en unos casos positiva y otros negativamente) por el calendario de los paros.
- Sobre las jornadas de pesca y días disponibles: existe una gran disparidad de valoraciones acerca de la idoneidad de las jornadas de trabajo atendiendo a las particularidades del sector y al tipo de embarcación, generalmente conocidas, y que se

encuentran estrechamente vinculadas a las inclemencias del tiempo y la dependencia del estado de la mar, así como la reducción de días de "faenar" (en particular sobre las embarcaciones de arrastre). No obstante, se pueden destacar algunos hechos relevantes. En las Cofradías con mayor peso existe una reivindicación generalizada en contra de la nueva situación sobre la reducción de días de pesca, que fundamentalmente afecta a las embarcaciones de arrastre y que supone contar con unos 150-160 días de pesca al año. Las artes menores, no cuentan con restricciones de parada y faenan en torno a los 240-280 días al año, aproximadamente. Por tanto, para las embarcaciones de arrastre ello supone una merma de la rentabilidad del sector por la reducción de días de pesca anuales y las limitaciones normativas.

- Sobre actividades complementarias del sector pesquero: algunas cofradías han buscado generar rentabilidad y dar salida a parte del producto creando establecimientos para la venta directa del pescado. Esto supone varias ventajas, por un lado, creando un mercado para determinado producto que no consigue buen precio en subasta y que es aprovechado por estos comercios. Tal es el caso de la cofradía de Santa Pola o de La Vila Joiosa, donde las tiendas comercializan su producto, lo que mejora la imagen del producto fresco y de captura, realizando, en la primera, además de la venta del pescado, la elaboración de caldo para cocinar caldero que tiene una gran aceptación, lo que supone la incorporación a la actividad de captura, la actividad de transformación, donde aumenta el valor añadido obtenido.

- Sobre la regulación de la pesca deportiva: debido al aumento significativo en las últimas décadas de personas y de la flota de embarcaciones que practican la pesca deportiva, se debería aumentar la regulación, inspección y control de la pesca que se realiza a este nivel, tanto desde embarcación, costa o pesca submarina ya que el aumento del tiempo de ocio entre la población trabajadora, la mejora de las vías de comunicación, las jubilaciones a más temprana edad en ciertos sectores con rentas medias, permite la tenencia de una pequeña embarcación con la que poder salir a pescar todos los días de la semana sin excepción. En particular, respecto a las reservas marinas, y conectando con lo dicho para la pesca deportiva, se opina que son explotadas por los furtivos, sin poder realizar un control totalmente efectivo, ya que actúan a cualquier hora del día. Sobre la comercialización de los productos pesqueros, marketing y promoción de su calidad. Sería importante colocar el producto que se obtiene con la pesca artesanal donde se merece, ya que es un producto de calidad, que tiene una clara trazabilidad al equivaler en tierra a los productos con etiqueta de "ecológicos". De esta forma se obtendría un mayor valor añadido. Se podría investigar si la comercialización, señalizando el producto (indicando de algún modo el origen del producto de proximidad de pesca extractiva) en los locales comerciales (pescaderías y supermercados), daría una mayor notoriedad al producto vendido, lo que se transformaría en mayores beneficios.

- Reducción del oligopsonio de demanda: Son los compradores de pescado mayoristas los que acaparan el 72% de la distribución comercial en volumen de capturas y el 56% de la facturación de la primera venta en las lonjas valencianas, seguido de los grandes distribuidores (12,2%, 9,7%, respectivamente) y del canal minorista (10,8% y 14,3, respectivamente). Por tanto, una importante característica que afecta a la demanda de

primera venta de las lonjas de la Comunidad Valenciana es su elevado grado de concentración en la compra, tanto en términos de volumen como de facturación.

- Reconocimiento social: Dar a conocer la mayor calidad alimentaria y el menor impacto ambiental de los productos de proximidad frente a otros de lugares lejanos (transporte, respeto a requerimientos biológicos, reciclaje de residuos, etc.). Dar a conocer la contribución del sector a la conservación de los mares (recogida de residuos). Poner en valor la pesca tradicional, su arraigo territorial, demográfico y social en las poblaciones costeras y las tradiciones gastronómicas y culturales que se conservan gracias a las actividades pesqueras.

3.-Situación económica-financiera reciente de las empresas pesqueras

En esta sección se presenta un análisis de la situación económico-financiera de las empresas resulta un elemento clave para conocer la salud del sector y sus perspectivas futuras. La existencia de recursos pesqueros, la disponibilidad de reemplazo para la actual generación, etc. no son elementos suficientes para determinar la viabilidad del sector, sino que éste depende en gran medida de la situación económica de las empresas de este ya que sólo si estas empresas son económicamente viables el sector tendrá continuidad en el tiempo. Para ello se parte de la información financiera de las empresas que depositan obligatoriamente en los Registros Mercantiles y que es procesada y sintetizada en el Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI). En dicha fuente se han seleccionado todas aquellas empresas que tienen como actividad principal la que se corresponde con la CNAE 0311: Pesca marina y sede social en la Com. Valenciana. La muestra disponible es de 107 empresas para el periodo 2017-2023. Sin embargo, estas 107 empresas no están en el panel estudiado a lo largo de todo el periodo. Para evitar obtener conclusiones sesgadas por el efecto composición que se deriva de que cada año la muestra sea diferente, sólo se incluyen las empresas cuya información está disponible para cada par de años para extraer conclusiones respecto a lo ocurrido en cada año.

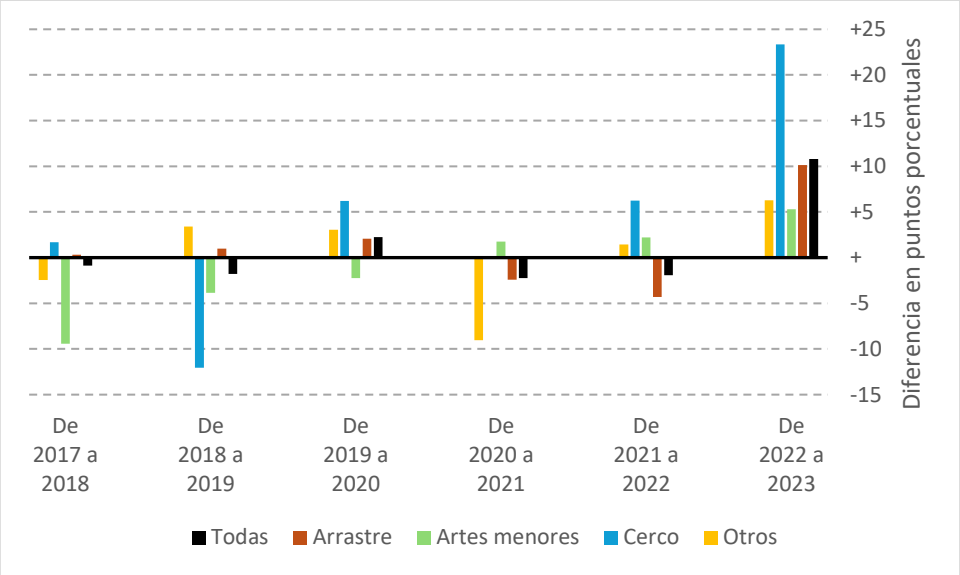
A partir del trabajo realizado por el equipo investigador ha sido posible conocer cuál es el tipo de arte pesquera que utiliza cada empresa (arrastre, artes menores, cerco y otros), lo que permite hacer un análisis diferenciado en función del arte utilizada. En el caso de la Com. Valenciana, puede decirse que la mayoría se dedica a la pesca de arrastre (el 74,2%), suponiendo el cerco y las artes menores un 11,3% de las empresas cada una de ellas y quedando un 3,1% residual para otras artes que comprende el palangre y las nasas.

El primer resultado relevante es el reducido tamaño de las empresas del sector en la Com. Valenciana: en 2017 más del 70% no llegaban a facturar 400.000 € y son muy pocas las que alcanzan una dimensión apreciable. Además, se observa que el tamaño tiende a descender en el periodo 2017-2023: en 2022 el 85.7% de las empresas facturaron menos de medio millón de euros, cuatro puntos menos que en 2017; en paralelo, las empresas que facturaron más de 750.000 € en 2017 eran casi el 10% de las registradas, mientras que en el 2022 sólo el 5% alcanzaron esta cifra de ventas.

La rentabilidad, como elemento clave para la supervivencia de las empresas, constituye el elemento central del estudio de su situación para caracterizar el sector de pesca marina. Se

aborda la rentabilidad utilizando los tres indicadores habituales: rentabilidad económica, financiera y sobre el activo total.

Gráfico 1: Evolución de la rentabilidad económica (muestra común para cada par de años)



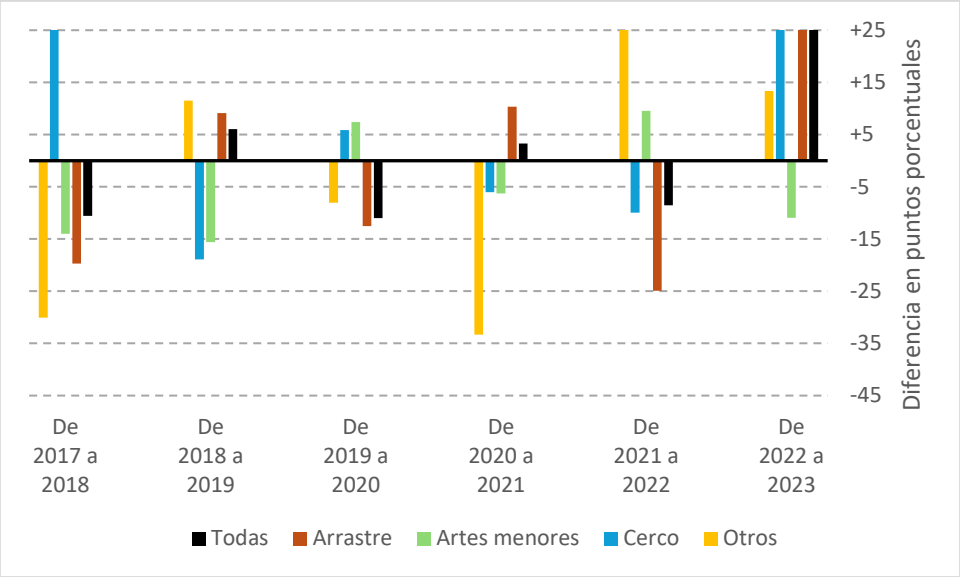
Fuente: SABI

Nota: * Los datos del año 2023 están obtenidos con un conjunto reducido de empresas, por lo que es necesario ampliar la muestra para garantizar su representatividad

Como se observa en el gráfico 1 la evolución de la rentabilidad, si dejamos al margen el año 2023 que requiere aún de más datos para poder confirmar los resultados provisionales que se observan, muestran que excepto el año 2020, en todos los demás las empresas han visto reducirse su rentabilidad económica. El dato del año 2020, en el que la rentabilidad económica aumentó en 2,25 puntos porcentuales de media está muy condicionado por los cambios en las pautas de consumo como consecuencia de la pandemia de COVID-19, el retroceso del turismo (y, con él el del sector HORECA que absorbe una parte de la producción del sector) y de las ayudas de todo tipo recibidas para paliar los efectos del shock que supuso la pandemia. El cambio más importante es el de aquellas empresas que utilizan las artes menores que pasaron de tener reducciones de su rentabilidad en los tres primeros años analizados a incrementos de la misma a partir del 2021. El caso de las empresas que utilizan el cerco como modo de pesca muestra también mejorías a partir del año 2020 que contrastan con los primeros años estudiados.

En términos de rentabilidad financiera los resultados son semejantes (gráfico 2), confirmándose la pérdida de rentabilidad financiera en todos los años, con la excepción de 2018, en valores que superan los cinco puntos porcentuales. Todo ello nos lleva a concluir que, además de que la evolución de la rentabilidad económica dista de ser positiva, cuando se añaden las cargas financieras que soportan las empresas, la situación se torna aún más negativa. Resulta también representativo de este cambio el hecho de que frente al 8,8% de empresas con rentabilidad financiera negativa en los años 2017-2018 se haya pasado a un 14,2% en 2022.

Gráfico 2: Evolución de la rentabilidad financiera (muestra común para cada par de años)

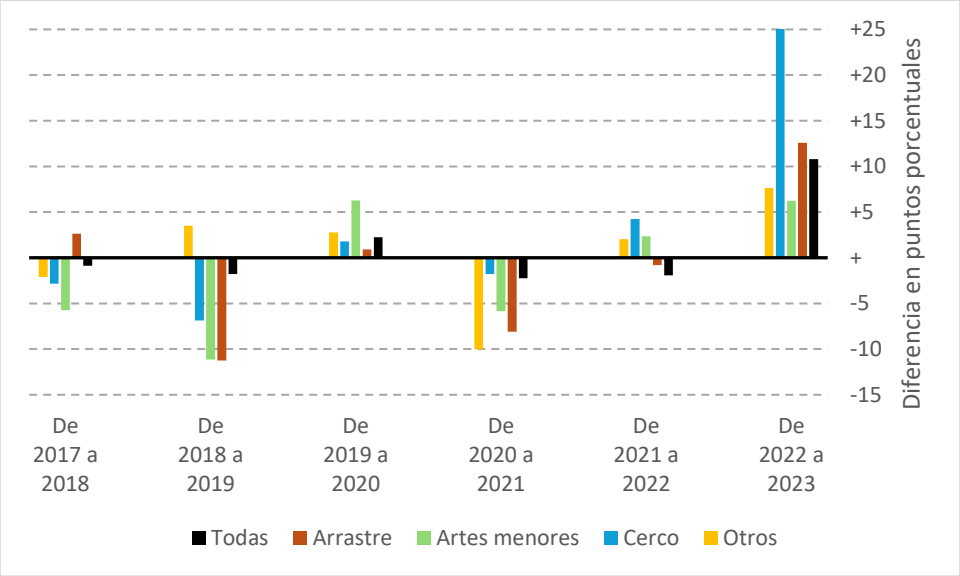


Fuente: SABI

Nota: * Los datos del año 2023 están obtenidos con un conjunto reducido de empresas, por lo que es necesario ampliar la muestra para garantizar su representatividad

El estudio de la rentabilidad empresarial se complementa con el de la rentabilidad sobre el capital empleado por las empresas recogido en el gráfico 3. En la primera parte se observa, lógicamente, la misma disminución que se detectó en términos de rentabilidad económica y financiera hasta el año 2022 con el ligero repunte del año 2020 y pendiente de que los resultados provisionales del año 2023 puedan ser o no confirmados. En este aspecto puede señalarse que las empresas dedicadas a la pesca de arrastre parecen haber tenido un mejor comportamiento habiendo podido mantenerse hasta el año 2022 con valores superiores al 10% anual, mientras que las empresas dedicadas a la pesca con cerco o artes menores han tenido una situación mucho más negativa incurriendo en rentabilidades negativas en varios de los años estudiados. Todo ello conduce a una situación con una rentabilidad sobre capital empleado en 2022 por debajo del 3%, valor que indica las dudas sobre la viabilidad económica de las empresas del sector.

Gráfico 3: Evolución de la rentabilidad sobre capital empleado (muestra común para cada par de años)



Fuente: SABI

Nota: * Los datos del año 2023 están obtenidos con un conjunto reducido de empresas, por lo que es necesario ampliar la muestra para garantizar su representatividad

Conclusiones

La situación del sector pesquero es compleja. Es un sector muy importante para la alimentación saludable, la gastronomía tradicional y el mantenimiento de las sociedades costeras, pero está sujeto a muchas normativas, actuaciones y factores externos.

Los paros biológicos son probablemente necesarios para el mantenimiento de los recursos pesqueros, aunque esto todavía está siendo estudiado por los biólogos marinos porque pueden existir otras causas como el cambio climático y el aumento de temperatura del mar que provoquen el movimiento de algunas especies.

Los armadores/patrones, especialmente los de la modalidad de arrastre, señalan sobre todo las grandes inversiones que deben realizar, la reducción de la rentabilidad que provocan los paros biológicos que ha sido muy acusada con el plan demersal, la incertidumbre a la que se ven sometidos a tenor de estas circunstancias y normativas que van dependiendo de lo que se dictamina en la UE para la pesca en el Mediterráneo, los retrasos de un año en el cobro de las ayudas. Asimismo, todos manifiestan, pero más los sujetos a los paros, la gran dificultad de encontrar capital humano en el sector pesquero. Los jóvenes no quieren trabajar este sector, no hay relevo generacional y la mayoría de los trabajadores son inmigrantes. Señalan además que los trabajadores que ahora están en activo se han visto seriamente afectados por los paros y han gastado todo su paro. Con lo que muchos de ellos buscan trabajo en otros sectores más estables.

Plantean, además, la gran complejidad de la burocracia a la que se encuentran sometidos.

Asimismo, los armadores/patrones demandan más ayudas/préstamos públicos para afrontar las fuertes inversiones que deben hacer en los barcos, averías, remodelación, mejoras en tecnologías, entre otros. También se ven afectados por la situación del mercado de primera venta donde los mayoristas tienen gran poder de compra y apenas existen canales de venta directa a los mercados, lo que reduce los precios que obtienen los pescadores.

Tienen muchos costes, costes financieros, coste de mano de obra, combustible, hielo, cajas, cofradía, reposiciones, reparaciones, alquiler de servicios, vituallas, seguros y otros gastos. El reparto de beneficios entre el personal, patrón/ armador, es en la mayoría de los casos a la parte, por lo que su retribución depende de la venta de las capturas, con las consecuencias que ello tiene si merman las capturas.

Con todo ello, plantear que la situación actual del sector pesquero valenciano es compleja y demanda una atención por parte de las instituciones públicas pesqueras para ayudar a resolver su problemática.

El análisis de la información recogida de primera mano de los armadores, se corrobora con el análisis económico financiero de la contabilidad de las empresas. Ésta muestra cómo en el periodo 2017-2022 se ha ido produciendo un lento y continuado retroceso en la rentabilidad hasta llegar a valores que ponen en duda la viabilidad de estos proyectos empresariales. Por otro lado, la atomización del sector y el escaso tamaño de las empresas generan serias dificultades a las posibilidades de hacer frente a la tendencia negativa en los resultados o a una coyuntura adversa que pudiera producirse por causas exógenas al sector. Si bien se observa un repunte de la rentabilidad en 2023 que deberemos confirmar con los datos de 2024 y sucesivos.

Identificación de maniobras de buques cerqueros mediante modelos de machine learning para mejorar las estimaciones espaciales de esfuerzo pesquero

Joan Sala-Coromina[a,b,c,], Mireia Silvestre[a,b,c], Felipe H. Coutinho[b], Marta Carreton[a,b], Marta Blanco[a,b], Jordi Ribera-Altimir[a,b,c], Laura Recasens[a,b], Joan B. Company[a,b]*

[a] *Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR), Passeig Marítim de la Barceloneta 37–49, 08003 Barcelona, Catalonia, Spain*

[b] *Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC), Passeig Marítim de la Barceloneta 37–49, 08003 Barcelona, Catalonia, Spain*

[c] *Universitat de Barcelona (UB),* C. *Martí i Franqués, s/n, 08028 Barcelona, Catalonia, Spain*

1. INTRODUCCIÓN

La pesca de cerco es la más significativa en términos de desembarcos totales en el mar Mediterráneo (FAO, 2023). En la costa catalana (Mediterráneo noroccidental), es el arte de pesca principal dirigido a SPF, con más del 99% de las capturas de boquerón y sardina europea realizadas por esta flota. En 2023, esta flota estaba compuesta por 49 embarcaciones, representando el 47% de los desembarcos totales y el 18% de los ingresos del conjunto del sector pesquero catalán (ICATMAR, 2024). La flota se caracteriza por una eslora media entre 10 y 25 metros y el uso de embarcaciones auxiliares con luz para atraer y concentrar los bancos de peces durante la noche, de forma similar a otras flotas de cerco (Feijó et al., 2018; Tejerina et al., 2019). En esta región, las embarcaciones tienen permitido faenar cinco días por semana (Real Decreto 502/2022, de 27 de junio) y regresan diariamente al puerto, normalmente justo después del amanecer, para vender en la lonja. No siempre vuelven a su puerto base, lo que se traduce en una alta movilidad de la flota, en comparación con el arrastre de fondo, que opera en caladeros cercanos y vende siempre en el mismo puerto (Carreton et al., 2025).

La flota de cerco dirige su esfuerzo hacia los bancos de SPF para maximizar las capturas. Dado que una pesquería resulta de la interacción entre la distribución espacial de los peces y la aplicación del esfuerzo pesquero (Bourdaud et al., 2019; Petitgas, 1998), una estimación precisa de la extensión y distribución del esfuerzo de pesca de cerco puede describir potencialmente la distribución de la fracción explotable de los stocks SPF (Bertrand et al., 2008; Harley et al., 2001). Según la literatura, disponer de información precisa y frecuente sobre las operaciones pesqueras debería reflejar los patrones de distribución cambiantes de las especies (Bertrand et al., 2008) y, por tanto, capturar su variabilidad estacional.

Los sistemas de posicionamiento de embarcaciones se han utilizado cada vez más para la gestión pesquera (Lee et al., 2010; Russo et al., 2011a). Dado que las posiciones por sí solas no informan sobre las actividades de las embarcaciones, correlacionar estos datos con las operaciones reales es el paso clave para utilizar los sistemas de posicionamiento tanto con fines de vigilancia como de gestión pesquera. Este análisis requiere un conocimiento profundo de la pesquería y un tratamiento de datos preciso, lo que a veces dificulta su uso en la gestión (Le Tixerant et al., 2018; Russo et al., 2018; Walker y Bez, 2010). Históricamente, las flotas que utilizan artes remolcados, como el arrastre de fondo, han sido las más estudiadas (Jennings y Lee, 2012; Lee et al., 2010). En estos casos, las posiciones de pesca se filtran normalmente mediante un filtro de velocidad,

obteniendo estimaciones fiables del esfuerzo pesquero (Lee et al., 2010; Russo et al., 2011a). Sin embargo, cuando las operaciones de pesca son más complejas—como en el caso de los cerqueros—un simple filtro de velocidad puede no ser suficiente para producir estimaciones precisas del esfuerzo pesquero (Bez et al., 2011; Joo et al., 2011a).

La identificación de las operaciones de los buques pesqueros en los sistemas de posicionamiento ha incorporado cada vez más algoritmos de aprendizaje automático, en particular redes neuronales artificiales (ANNs) (Bez et al., 2011; Joo et al., 2011b; Russo et al., 2011b) y modelos de random forest (Random Forest) (Behivoke et al., 2021; Mendo et al., 2023). Estos métodos se han utilizado principalmente para la clasificación binaria de operaciones de pesca y no pesca con el fin de calcular la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) o los desembarcos por unidad de esfuerzo (LPUE). Sin embargo, como señalan Bez et al. (2011), centrarse únicamente en esta clasificación binaria puede pasar por alto aspectos importantes de las pesquerías de cerco. En estas pesquerías, los tiempos de maniobra de los buques, como la búsqueda, el calado de redes y el izado, son altamente variables y dependen de la estrategia del patrón y de la disponibilidad de recursos (Ruttan y Tyedmers, 2007). Por lo tanto, deben considerarse para estimar el CPUE/LPUE con mayor precisión.

Los primeros estudios sobre las operaciones de los buques en pesquerías de cerco fueron realizados por Walker y Bez (2010), centrados en la pesca de atún con dispositivos agregadores de peces (FAD), donde se describieron y analizaron múltiples operaciones de los buques. Para las flotas de cerco dirigidas a SPF, Joo et al. (2011a) aplicaron un método de clasificación binaria utilizando una red neuronal artificial para detectar operaciones de pesca frente a no pesca, y Lucchetti et al. (2018) aplicaron modelos de espacio de estados (desarrollados por Walker y Bez, 2010 para cerqueros atuneros) con el mismo objetivo. Además, Katara y Silva (2017), Quattrocchi y Maynou (2018) y Wan et al. (2024) exploraron el uso de umbrales de velocidad para detectar actividad pesquera. Hasta el momento, no existen estudios que desarrollen metodologías para clasificar múltiples operaciones de buques cerqueros dirigidos a SPF. El objetivo del presente estudio es refinar la clasificación de las operaciones de los buques cerqueros para mejorar las estimaciones del esfuerzo de pesca de cerco en el Mediterráneo noroccidental, y así mejorar su resolución espacial y temporal. Basado en datos de muestreo de campo, se entrenó un modelo de Random Forest multiclase con este propósito, y su rendimiento se compara con un modelo binario y un enfoque simple basado en umbrales de velocidad. Estos hallazgos ayudan a comprender mejor la variabilidad espacio-temporal de las poblaciones y pesquerías de SPF.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Muestreo a bordo y operaciones de pesca

En el marco del programa de recogida de datos pesqueros de ICATMAR, se realizaron muestreos científicos a bordo de la flota de cerco de la costa catalana (Mediterráneo noroccidental) que comenzaron en 2020 (ICATMAR, 23-07). Tras los primeros muestreos realizados y basándonos en la bibliografía disponible (Bez et al., 2011), se definieron cuatro operaciones principales de cerco que tienen lugar durante una jornada de pesca. Todas las salidas de pesca se realizan de noche, con salidas del puerto entre las 22:00 y las 02:00 h, dependiendo de la estrategia del patrón. La fase de navegación (I) comienza cuando el buque sale del puerto y se dirige a los caladeros. Esta maniobra suele ser breve, ya que la legislación española solo permite la pesca

con cerco en fondos superiores a 35 m de profundidad (Orden APA/852/2023), los cuales se alcanzan rápidamente (Figura 1A). La fase de *Cruising* (II) comienza cuando el buque entra en zonas de pesca legales, y el patrón activa los dispositivos hidroacústicos de detección de peces, al menos un sonar y una ecosonda. Esta fase se caracteriza por trayectorias rectas a velocidades altas constantes (Figura 1B). Cuando el patrón detecta un banco de peces potencialmente interesante, comienza la fase de *Tracking* (III). En esta fase, la velocidad del buque se reduce y se analiza el comportamiento del banco mediante sonar y ecosondas. Por tanto, esta maniobra se caracteriza por velocidades medias y trayectorias curvas alrededor del banco (Figura 1C). Durante esta fase, el patrón puede decidir liberar la embarcación auxiliar con luz, que hasta ese momento está a bordo o remolcada. Si se libera, se encienden las luces para intentar concentrar los peces debajo. A continuación, el patrón evalúa el comportamiento del banco, su agregación, la respuesta a la luz y las corrientes marinas para minimizar la probabilidad de que los peces escapen una vez iniciada la maniobra de pesca. Finalmente, si considera que el banco está bien agregado, comienza la fase de pesca (IV). El buque principal rodea el banco mientras despliega la red, una maniobra rápida que suele durar entre 3 y 5 minutos. Luego, la red se cierra lateralmente y por el fondo (8-12 minutos). Una vez cerrada, los pescadores recogen la red hasta que los peces se acercan al barco, durante aproximadamente 20-30 minutos. Esta maniobra se caracteriza por una trayectoria circular durante el despliegue de la red, seguida de una fase de deriva correspondiente a la recogida (Figura 1D). La captura, se transfiere a bordo con una salabarda y se coloca directamente en cajas con hielo (7-45 minutos, según el tamaño de la captura). Por tanto, el tiempo total de una maniobra de pesca puede variar entre 1 y 2 horas. Estas operaciones se realizan exclusivamente de noche, cuando los bancos de peces objetivo están a menor profundidad y pueden ser concentrados por la luz de la embarcación auxiliar. Durante el día, las especies se agregan a mayor profundidad, cerca del fondo marino, fuera del alcance de las redes de cerco (Fréon et al., 1996; Iglesias et al., 2003).

Se realizaron un total de 58 viajes de pesca entre febrero de 2020 y diciembre de 2023. Tras la validación de los datos, se incluyeron finalmente 47 viajes correspondientes al periodo comprendido entre septiembre de 2021 y diciembre de 2023 para el presente estudio (Figura 1A).

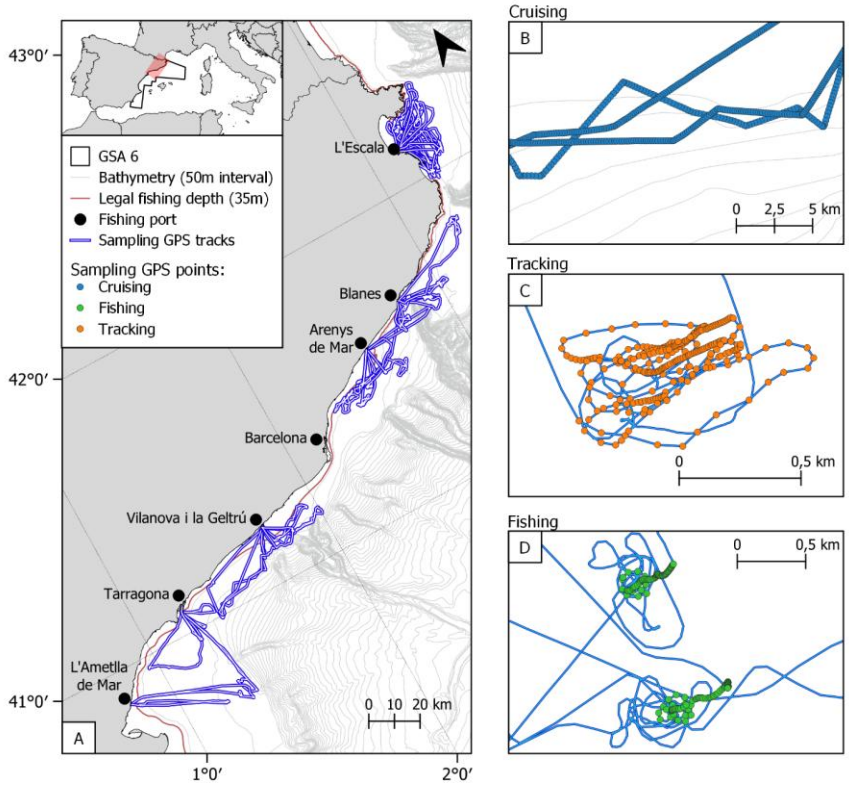


Figura 1. Zona de estudio y trayectos de muestreo a bordo utilizados en este estudio (A). Ejemplos de maniobras típicas de navegación (B), seguimiento (C) y pesca (D) registradas con un dispositivo GPS de alta frecuencia (cada 30 segundos) por observadores embarcados.

2.2. Tratamiento de los datos VMS

Una vez validados los datos, se obtuvieron los datos VMS correspondientes a los mismos viajes de pesca (día y embarcación) a través de la Secretaría General de Pesca. Aunque la frecuencia mínima de emisión de señales (pings) del sistema VMS es de 2 horas, esta puede aumentarse bajo demanda para determinadas flotas o embarcaciones. En el caso de la flota estudiada, la frecuencia original de los datos VMS era de 1 hora. Dado que las operaciones de pesca tienen una duración mínima de 1 hora, en el caso de la flota catalana de cerco, la mayoría de las operaciones deberían quedar registradas al menos por un ping VMS. Las fases de búsqueda y navegación suelen ser más largas, por lo que se esperaba que quedaran registradas por uno o más pings VMS.

Además, los datos VMS fueron interpolados a una frecuencia de 10 minutos con el objetivo de mejorar las estimaciones del esfuerzo pesquero derivadas de las metodologías analizadas en el presente estudio. La interpolación se realizó utilizando el paquete VMSbase de R (Russo et al., 2014, 2011a), de forma similar a lo descrito por Lucchetti et al. (2018). Cada punto VMS fue entonces clasificado según la maniobra de la embarcación observada a bordo. Finalmente, se obtuvieron un total de 1997 puntos interpolados clasificados para su análisis posterior.

2.3. Método de filtro de velocidad

Se realizó un estudio preliminar sobre la distribución de velocidades de la flota de cerco. Se elaboraron histogramas y se calcularon los modos utilizando un estimador de densidad de núcleo gaussiano. A partir de los modos calculados, se identificaron los antimodos mediante el paquete *multimode* de R, de forma similar a lo descrito por Rufino et al. (2023) (véase también Lee et al., 2010). La distribución de velocidades, junto con los modos y antimodos encontrados,

se contrastó con las observaciones realizadas a bordo para ajustar con la mayor precisión posible los rangos de velocidad a las distintas operaciones de las embarcaciones. Posteriormente, se estableció un umbral de velocidad que permitiera identificar las operaciones de pesca, clasificando las posiciones de los buques en una variable binaria (pesca / no pesca), de modo que este método pudiera compararse fácilmente con el modelo binario de aprendizaje automático.

2.4. Modelos de machine learning

Se utilizaron un total de siete variables predictoras para entrenar los modelos. Algunas variables originales del sistema VMS se incluyeron directamente: velocidad, rumbo y hora del día. Otras cuatro variables se calcularon: cambio absoluto de rumbo entre la posición anterior y la actual (*cogDiff*), cambio de velocidad entre el punto anterior y el actual (*speedDiff-1*), cambio de velocidad entre el punto actual y el siguiente (*speedDiff+1*) y el número de puntos del mismo día y embarcación dentro de un radio de 500 metros alrededor de la posición actual. Una vez calculadas las variables predictoras, las posiciones VMS interpoladas se clasificaron en las tres operaciones descritas (navegación, búsqueda y pesca) según los registros de los observadores a bordo. Para el conjunto de datos del modelo multiclase, se consideraron las tres operaciones, mientras que para el modelo binario, los datos se reclasificaron en pesca / no pesca, agrupando los puntos de búsqueda y navegación en una sola clase (denominada *búsqueda-navegación* a partir de aquí).

Los conjuntos de datos se balancearon mediante muestreo aleatorio para que todas las operaciones tuvieran el mismo número de puntos. Finalmente, el conjunto equilibrado se dividió en datos de entrenamiento (75%) y de prueba (25%) (véase Tabla 1). Los modelos se entrenaron utilizando el paquete *scikit-learn* de Python (Pedregosa et al., 2012) y *GridSearchCV* para la optimización de hiperparámetros.

2.5. Métricas de rendimiento de los métodos de predicción

Los métodos de predicción ajustados (modelo multiclase, modelo binario y filtro de velocidad) se utilizaron para realizar predicciones sobre las operaciones de los buques en los conjuntos de datos de prueba. Las predicciones se compararon con las operaciones observadas a bordo para calcular una matriz de confusión y cuatro métricas de rendimiento: **accuracy** (proporción de predicciones correctas sobre el total), **precision** (proporción de verdaderos positivos sobre todas las predicciones positivas), **recall** (proporción de verdaderos positivos sobre todos los casos reales positivos) y **F1-score** (media armónica entre precisión y recuperación). También se evaluó el parámetro de **umbral de decisión probabilístico** (proporción de árboles necesarios para realizar una determinada predicción) con el fin de optimizar el equilibrio entre las métricas de precisión y recuperación.

2.7. Estimaciones del esfuerzo pesquero

Los tres métodos de predicción (modelo multiclase, modelo binario y filtro de velocidad) se utilizaron para calcular estimaciones del esfuerzo pesquero y analizar su capacidad predictiva en comparación con las operaciones observadas. Los tres métodos se aplicaron para predecir la maniobra de cada punto VMS utilizado en el estudio. A continuación, se calcularon los **tiempos de cada maniobra por viaje de pesca**. Se calculó el tiempo de maniobra por viaje de pesca (embarcación y día) como el producto entre el número de puntos por maniobra y la frecuencia media. Los tiempos de maniobra predichos y observados se compararon mediante *boxplots* y se evaluaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA). Las pruebas se diseñaron para evaluar las diferencias entre operaciones de buque y entre valores predichos y observados, incluyendo también la interacción entre ambos factores.

3. RESULTADOS

3.1. Método del umbral de velocidad

El análisis de distribuciones de velocidad mostró una distribución trimodal para la variable. Se identificaron tres modas: 0,62; 4,9; y 7,6 nudos, y los correspondientes antimodos: 4,1 y 6,5 nudos (Figura 2). Con el objetivo de establecer una correspondencia entre el análisis de distribución de velocidad y las operaciones observadas de la flota (pesca, búsqueda y navegación), cada uno de las modas se asoció preliminarmente a una maniobra: el modo de velocidad más baja a la pesca, el modo intermedio a la búsqueda, y el modo más alto a la navegación.

Por tanto, para clasificar los datos entre operaciones de pesca y no pesca, se estableció un umbral de velocidad en 4,1 nudos. Es decir, todos los puntos con velocidades inferiores a 4,1 nudos se clasificaron como posiciones de pesca, y los puntos con velocidades superiores como posiciones de no pesca.

3.2. Métricas de rendimiento de los métodos de predicción

Los modelos de random forest mostraron una precisión del 73% y del 81% para los modelos multiclase y binario, respectivamente, cuando se aplicaron al conjunto de datos de prueba, superando así al método de predicción basado en el umbral de velocidad, que obtuvo un 60% de precisión. Las predicciones del modelo multiclase se calcularon utilizando un umbral de decisión de 0,5, lo que dio lugar a valores de rendimiento especialmente altos para las operaciones de pesca y navegación de los buques, mientras que la predicción de rendimiento para la fase de búsqueda fue la más baja (Tabla 2).

El modelo binario se optimizó con un umbral de decisión de 0,58 durante el ajuste del modelo, obteniendo el mejor rendimiento y mostrando buenos resultados tanto para las operaciones de pesca como para las de búsqueda-navegación (Tabla 1). El método del umbral de velocidad presentó un rendimiento inconsistente, con grandes diferencias entre los valores de precisión y recuperación. El modelo detectó correctamente la mayoría de los puntos de pesca (94% de recall), pero mostró una baja capacidad de discriminación respecto a las fases de búsqueda-navegación (solo el 35% de los puntos clasificados como pesca correspondían realmente a operaciones de pesca).

Tabla 1. Métricas de rendimiento de los modelos de predicción.

	Multiclass model			Binary model			Speed threshold		
	Precision	Recall	F1	Precision	Recall	F1	Precision	Recall	F1
Fishing	0.80	0.75	0.78	0.87	0.74	0.80	0.35	0.94	0.51
Tracking	0.61	0.69	0.64	0.77	0.89	0.83	0.97	0.51	0.67
Cruising	0.80	0.75	0.78						

3.4. Estimaciones del esfuerzo pesquero

El tiempo de maniobra de los buques por viaje de pesca mostró resultados coherentes con las métricas de los modelos estudiados. Los modelos multiclase y binario ofrecieron predicciones robustas en todos los casos, respaldadas por los resultados del análisis de varianza (ANOVA), que mostraron una interacción no significativa entre los factores *Maniobra* y *Observado/Predicho* ($F = 2,45$; $gl = 2$; $p = 0,088$ para el modelo multiclase y $F = 3,84$; $gl = 1$; $p = 0,052$ para el modelo binario).

Sin embargo, las predicciones del método del filtro de velocidad, al igual que en las validaciones espaciales, mostraron diferencias claras entre los valores observados y los predichos (Figura 2). En este caso, se detectó una interacción significativa entre los factores del ANOVA ($F = 128,3$; gl = 1; $p < 0,005$), lo que indica que existen diferencias entre los valores observados y los predichos en función de las operaciones del buque. El tiempo de pesca se sobreestimó (más de 2 horas por viaje de pesca), y por tanto, las fases de búsqueda-navegación fueron subestimadas.

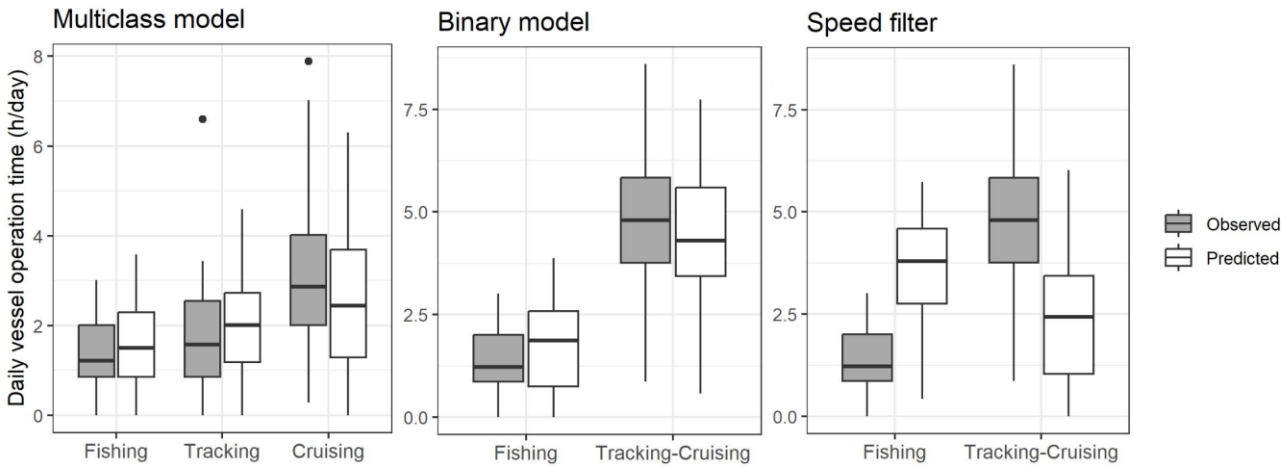


Figura 2. Esfuerzo pesquero por maniobra de la embarcación observado y predicho por los modelos.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Métricas de rendimiento de los modelos

Los modelos de random forest mostraron un rendimiento superior en la predicción de las operaciones de los buques en comparación con el método del umbral de velocidad, siendo el modelo binario el que obtuvo mejores resultados. El umbral de velocidad identificado en nuestros datos fue coherente con estudios previos realizados en flotas similares (Katara y Silva, 2017; Quattrocchi y Maynou, 2018), pero al validarlo con datos observados, este método presentó valores inconsistentes de precisión y recall al detectar operaciones de pesca.

La baja precisión y la recall muy alta en la predicción de operaciones de pesca indican que este método está sesgado hacia dicha maniobra. Esto probablemente se debe a que los rangos de velocidad de las operaciones de pesca y búsqueda se solapan, lo que lleva al método a clasificar posiciones de búsqueda como pesca, y por tanto a sobreestimar estas operaciones (Bertrand et al., 2008). Estos resultados confirman que un simple filtro de velocidad no es adecuado para detectar operaciones de pesca en la flota de cerco, tal como ya señalaron estudios anteriores (Bertrand et al., 2008; Joo et al., 2011a).

El modelo multiclase mostró un rendimiento elevado en comparación con el método del umbral de velocidad. Aunque el modelo es especialmente eficaz en la detección de operaciones de pesca y navegación, su capacidad predictiva fue menor en las fases de búsqueda. Esto se debe al solapamiento de los valores de las variables predictoras entre las fases de búsqueda y navegación (material suplementario, Figura S1; Bertrand et al., 2008), lo que dificulta su diferenciación, ya que las diferencias entre ambas son más sutiles que entre pesca y no pesca. Además, las trayectorias de los buques pueden parecerse a las de algunos momentos de pesca.

El modelo binario presentó las métricas más altas tanto para operaciones de pesca como de no pesca. La agrupación de las fases de búsqueda con las de navegación puede haber facilitado al modelo la distinción entre estas dos operaciones y la pesca.

Este estudio es el primero en analizar flotas de cerco dirigidas a SPF con el objetivo de distinguir entre tres tipos de operaciones de buque, como en el caso del modelo multiclase. El estudio más cercano encontrado (Bertrand et al., 2008; Joo et al., 2011a), en el que se utilizaron redes neuronales artificiales para predecir de forma binaria las posiciones de pesca de cerqueros de anchoveta peruana, mostró rendimientos comparables a los obtenidos en el presente trabajo (alrededor del 75% de recuperación en la clasificación binaria en Joo et al., 2011a y 83% de precisión en Bertrand et al., 2008). En Joo et al. (2011a), la tasa de falsos positivos fue más alta (aproximadamente del 22,2% al 11%) y la tasa de falsos negativos más baja (aproximadamente del 3,2% al 26%) que en el presente estudio. Por tanto, nuestros modelos permiten clasificar tres tipos de operaciones en lugar de dos, sin comprometer la precisión, lo que representa una mejora en las estimaciones del esfuerzo pesquero en la pesca de cerco.

Otros estudios que han intentado detectar actividades pesqueras mediante sistemas de posicionamiento han alcanzado métricas de rendimiento superiores a las del presente trabajo: Behivoke et al. (2021) alcanzaron entre el 80% y el 91% de precisión en diferentes artes de pequeña escala; Mendo et al. (2023) obtuvieron valores de precisión entre el 80,5% y el 91% en redes de enmalle y nasas para pulpo; Rufino et al. (2023) y Samarão et al. (2024) compararon el rendimiento de distintos modelos de aprendizaje automático en dragas para bivalvos y nasas, alcanzando entre el 82% y el 98% y entre el 78% y el 94% de precisión, respectivamente. Sin embargo, todos estos estudios utilizaron modelos binarios y datos con alta resolución temporal (frecuencia de muestreo entre 10 y 45 segundos), lo que podría ser una de las razones clave que explican las diferencias de rendimiento respecto al presente estudio.

4.3. Estimaciones del esfuerzo pesquero

El método del umbral de velocidad **sobrestima considerablemente** las operaciones de pesca y **subestima** el resto de operaciones del buque. Esto se observa claramente en los tiempos diarios de maniobra, donde los valores predichos para la pesca (media de 3,62 h) **duplican** los valores observados (media de 1,34 h), en línea con otros estudios como el de Bertrand et al. (2008). Estos resultados son coherentes con las métricas de rendimiento del método del umbral de velocidad y confirman que este método clasifica la mayoría de las posiciones de búsqueda como posiciones de pesca. El modelo multiclase mostró buenas predicciones de los tiempos de maniobra por viaje de pesca, siendo la pesca la maniobra mejor predicha. El modelo mostró una ligera tendencia a **subestimar** las fases de navegación y **sobreestimar** las de búsqueda, aunque estas diferencias no fueron significativas. El modelo binario ofreció las **mejores estimaciones** de las operaciones del buque, en consonancia con sus métricas de rendimiento más altas. Mostró una ligera tendencia a **sobreestimar** la pesca y **subestimar** las fases de búsqueda-navegación, pero estas diferencias tampoco fueron significativas.

El estudio de las operaciones de los buques pesqueros mediante sistemas de posicionamiento persigue dos objetivos principales: la **estimación del esfuerzo pesquero y sus impactos en el espacio**, y/o la **estimación de la distribución de las especies objetivo** mediante la vinculación entre las operaciones del buque y los datos de capturas/desembarques. El modelo binario de random forest fue el que mejor identificó las operaciones de pesca, por lo que podría ser más adecuado para vincular las posiciones de pesca con los datos de desembarques (Bertrand et al., 2008). Por otro lado, el modelo multiclase podría ser más útil para analizar el esfuerzo espacial de la flota de cerco.

A diferencia de la pesquería de arrastre, más estudiada, las trayectorias y operaciones de los buques cerqueros pueden contener **más información potencial** que la simple localización de las posiciones de pesca (Bez et al., 2011). La mayoría de estudios que analizan el esfuerzo espacial de la flota de cerco dirigida a SPF solo identifican operaciones de pesca o no pesca, y cuantifican el esfuerzo únicamente con los lances identificados como pesca (Bertrand et al., 2008; Joo et al., 2011a; Lucchetti et al., 2018; Quattrocchi y Maynou, 2018). Como se ha señalado, este enfoque puede revelar la distribución de las especies objetivo (Bertrand et al., 2008), pero podría ser **limitante** al considerar el esfuerzo general de la flota o al calcular estimaciones de CPUE (Bez et al., 2011).

En el presente trabajo se demuestra que las fases de **navegación y búsqueda** son las más **consumidoras de tiempo** en un viaje de pesca con cerco dirigido a SPF (comparable a Tejerina et al., 2019), lo que podría traducirse también en las operaciones más **costosas** para el buque (Basurko et al., 2022). Los patrones tienden a optimizar estas operaciones en función de los beneficios potenciales de los bancos pescados (Ruttan y Tyedmers, 2007), que pueden variar según la abundancia de las especies. Es decir, potencialmente, cuanto más abundante sea una población, **menos costes** se deben dedicar a las fases de navegación y búsqueda. Por tanto, al contabilizar el esfuerzo pesquero de cerco, creemos que deben considerarse **otras operaciones además de las posiciones de pesca** (como en Tejerina et al., 2019), ya que pueden depender del comportamiento del patrón modulado por la disponibilidad del recurso (Bez et al., 2011; Ruttan y Tyedmers, 2007; Tejerina et al., 2019).

6. REFERENCIAS

Basurko, O.C., Gabiña, G., Lopez, J., Granado, I., Murua, H., Fernandes, J.A., Krug, I., Ruiz, J., Uriondo, Z., 2022. Fuel consumption of free-swimming school versus FAD strategies in tropical tuna purse seine fishing. Fish Res 245. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.106139

Behivoke, F., Etienne, M.P., Guitton, J., Randriatsara, R.M., Ranaivoson, E., Léopold, M., 2021. Estimating fishing effort in small-scale fisheries using GPS tracking data and random forests. Ecol Indic 123. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107321

Bertrand, S., Díaz, E., Lengaigne, M., 2008. Patterns in the spatial distribution of Peruvian anchovy (Engraulis ringens) revealed by spatially explicit fishing data. Prog Oceanogr 79, 379–389. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.009

Bez, N., Walker, E., Gaertner, D., Rivoirard, J., Gaspar, P., 2011. Fishing activity of tuna purse seiners estimated from vessel monitoring system (VMS) data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 68, 1998–2010. https://doi.org/10.1139/f2011-114

Bourdaud, P., Travers-Trolet, M., Vermard, Y., Marchal, P., 2019. Improving the interpretation of fishing effort and pressures in mixed fisheries using spatial overlap metrics. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 76, 586–596. https://doi.org/10.1139/cjfas-2017-0529

Carreton, M., Galimany, E., Blanco, M., Garriga-Panisello, M., Colmenero, A.I., Balcells, M., Bustos, F., Mingote, M.G., López-Pérez, C., Nos, D., Puigcerver-Segarra, X., Pujol-Baucells, M., Ramírez, J.G., Ribera-Altimir, J., Rico, A.J., Rojas, A., Sala-Coromina, J., Santos-Bethencourt, R., Silvestre, M., Lombarte, A., Recasens, L., Company, J.B., 2025. Understanding the spatio-temporal variability of fisheries data for better bottom trawling management practices in the

Catalan margin (NW Mediterranean Sea). Mar Policy 172. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106512

FAO, 2023. The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries. https://doi.org/https://doi.org/10.4060/cc8888en

Feijó, D., Marçalo, A., Bento, T., Barra, J., Marujo, D., Correia, M., Silva, A., 2018. Trends in the activity pattern, fishing yields, catch and landing composition between 2009 and 2013 from onboard observations in the Portuguese purse seine fleet. Reg Stud Mar Sci 23, 97–106. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2017.12.007

Harley, S.J., Myers, R.A., Dunn, A., 2001. Is catch-per-unit-effort proportional to abundance? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58, 1760–1772. https://doi.org/10.1139/cjfas-58-9-1760

ICATMAR (23-07). State of fisheries in Catalonia 2022, Part 1: report on the monitoring of the commercial fishing fleet. https://doi.org/10.57645/10.8080.05.7

ICATMAR (24-06). State of fisheries in Catalonia 2023, Part 2: Stock assessment. https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/16494

ICATMAR (24-02). Evolució econòmica de les captures del sector pesquer a Catalunya: Comparativa 2022-2023. https://doi.org/https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/16242

Iglesias, M., Carrera, P., Muiño, R., 2003. Spatio-temporal patterns and morphological characterisation of multispecies pelagic fish schools in the North-Western Mediterranean Sea. Aquat Living Resour 16, 541–548. https://doi.org/10.1016/j.aquliv.2003.07.003

Jennings, S., Lee, J., 2012. Defining fishing grounds with vessel monitoring system data. ICES Journal of Marine Science 69, 51–63. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr173

Joo, R., Bertrand, S., Chaigneau, A., Ñiquen, M., 2011a. Optimization of an artificial neural network for identifying fishing set positions from VMS data: An example from the Peruvian anchovy purse seine fishery. Ecol Modell 222, 1048–1059. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.08.039

Joo, R., Bertrand, S., Chaigneau, A., Ñiquen, M., 2011b. Optimization of an artificial neural network for identifying fishing set positions from VMS data: An example from the Peruvian anchovy purse seine fishery. Ecol Modell 222, 1048–1059. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.08.039

Katara, I., Silva, A., 2017. Mismatch between VMS data temporal resolution and fishing activity time scales. Fish Res 188, 1–5. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.11.023

Lee, Janette, South, Andy B, Jennings Lee, S., Lee, J, South, A B, Jennings, S., 2010. Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data.

Le Tixerant, M., Le Guyader, D., Gourmelon, F., Queffelec, B., 2018. How can Automatic Identification System (AIS) data be used for maritime spatial planning? Ocean Coast Manag 166, 18–30. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.05.005

Mendo, T., Glemarec, G., Mendo, J., Hjorleifsson, E., Smout, S., Northridge, S., Rodriguez, J., Mujal-Colilles, A., James, M., 2023. Estimating fishing effort from highly resolved geospatial data: Focusing on passive gears. Ecol Indic 154. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110822

Mendo, T., Smout, S., Russo, T., D'Andrea, L., James, M., Maravelias, C., 2019. Effect of temporal and spatial resolution on identification of fishing activities in small-scale fisheries using pots and traps. ICES Journal of Marine Science 76, 1601–1609. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz073

Orden APA/852/2023, de 13 de julio, n.d. por la que se establece un plan de gestión para la pesca con artes de cerco en el subcaladero Mediterráneo.

Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Müller, A., Nothman, J., Louppe, G., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., Duchesnay, É., 2012. Scikit-learn: Machine Learning in Python.

Petitgas, P., 1998. Biomass-dependent dynamics of fish spatial distributions characterized by geostatistical aggregation curves, ICES Journal of Marine Science.

Quattrocchi, F., Maynou, F., 2018. Spatial structures and temporal patterns of purse seine fishing effort in the NW Mediterranean Sea estimated using VMS data. Fish Manag Ecol 25, 501–511. https://doi.org/10.1111/fme.12325

Real Decreto 502/2022, de 27 de junio, n.d. , por el que se regula el ejercicio de la pesca en los caladeros nacionales.

Rufino, M.M., Mendo, T., Samarão, J., Gaspar, M.B., 2023. Estimating fishing effort in small-scale fisheries using high-resolution spatio-temporal tracking data (an implementation framework illustrated with case studies from Portugal). Ecol Indic 154. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110628

Russo, T., D'Andrea, L., Parisi, A., Cataudella, S., 2014. VMSbase: An R-Package for VMS and logbook data management and analysis in fisheries ecology. PLoS One 9. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100195

Russo, T., Morello, E.B., Parisi, A., Scarcella, G., Angelini, S., Labanchi, L., Martinelli, M., D'Andrea, L., Santojanni, A., Arneri, E., Cataudella, S., 2018. A model combining landings and VMS data to estimate landings by fishing ground and harbor. Fish Res 199, 218–230. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.11.002

Russo, T., Parisi, A., Cataudella, S., 2011a. New insights in interpolating fishing tracks from VMS data for different métiers. Fish Res 108, 184–194. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.12.020

Russo, T., Parisi, A., Prorgi, M., Boccoli, F., Cignini, I., Tordoni, M., Cataudella, S., 2011b. When behaviour reveals activity: Assigning fishing effort to métiers based on VMS data using artificial neural networks. Fish Res 111, 53–64. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.06.011

Ruttan, L.M., Tyedmers, P.H., 2007. Skippers, spotters and seiners: Analysis of the "skipper effect" in US menhaden (Brevoortia spp.) purse-seine fisheries. Fish Res 83, 73–80. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.08.022

Samarão, :, Moreno, A., Gaspar, M.B., Rufino, M.M., 2024. Improving machine learning predictions when estimating fishing effort using high resolution spatio-temporal data: Machine learning for fishing effort.

Tejerina, R., Hermida, M., Faria, G., Delgado, J., 2019. The purse-seine fishery for small pelagic fishes off the Madeira Archipelago. Afr J Mar Sci 41, 373–383. https://doi.org/10.2989/1814232X.2019.1678520

Walker, E., Bez, N., 2010. A pioneer validation of a state-space model of vessel trajectories (VMS) with observers' data. Ecol Modell 221, 2008–2017. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.05.007

Wan, L., Cheng, T., Fan, W., Shi, Y., Zhang, H., Zhang, S., Yu, L., Dai, Y., Yang, S., 2024. Spatial information extraction of fishing grounds for light purse seine vessels in the Northwest Pacific Ocean based on AIS data. Heliyon 10. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28953

DatAlborán: Una herramienta participativa para la gestión pesquera sostenible y la conservación en el Mar de Alborán

Jorge Sáez (1), Inmaculada Carrasco (2), Julio Agujetas (3) y Raúl García (4).

(1) Sociedad para el Desarrollo de Las Comunidades Costeras-SOLDECOCOS.
(2) Organización de Productores Pesqueros de Motril- OPP85.
(3) MSC España.
(4) WWF España.

Resumen

El Mar de Alborán constituye un enclave estratégico del Mediterráneo occidental, caracterizado por su elevada biodiversidad y la importancia socioeconómica de sus pesquerías artesanales, de arrastre y de cerco. Sin embargo, enfrenta importantes retos de sostenibilidad relacionados con la actividad pesquera, la falta de información sobre descartes y capturas accesorias (*bycatch*), así como la necesidad de integrar las políticas europeas de conservación y gestión pesquera (Política Pesquera Común, Estrategia Marina, Red Natura 2000) en el contexto local.

En respuesta a estos desafíos surge **DatAlborán**, una plataforma digital y participativa impulsada por la Organización de Productores Pesqueros de Motril (OPP85) y la ONG SOLDECOCOS, con el apoyo de MSC y WWF. La iniciativa integra datos productivos, científicos, sociales y administrativos en un sistema común, diseñado para reforzar la gestión adaptativa de las pesquerías del Mar de Alborán y facilitar la transición ecológica del sector pesquero.

El origen de DatAlborán se vincula al **Proyecto Medfish** (2016), que evaluó la sostenibilidad de diez pesquerías españolas y francesas utilizando el Estándar de Pesquerías del MSC. En este marco, las pesquerías de quisquilla de Motril y boquerón de Caleta de Vélez fueron preevaluadas, identificando carencias significativas en información biológica, gestión y gobernanza. Dichas lagunas dieron lugar a un Plan de Acción específico para la pesquería de quisquilla de nasa de Motril, que incluyó acciones clave como la evaluación del estado de la población, la definición de límites poblacionales, la puesta en marcha de una estrategia de captura precautoria, el diseño de un plan de seguimiento científico integral y la implementación de medidas frente a impactos en especies protegidas o ecosistemas vulnerables. Estas necesidades fueron el fundamento para diseñar DatAlborán como una herramienta colaborativa capaz de dar respuesta a las carencias detectadas.

Los **objetivos del proyecto** incluyen mejorar el conocimiento sobre la actividad pesquera en las subáreas GSA1 y GSA2; probar la herramienta en pesquerías piloto (quisquilla y boquerón); fomentar la coordinación entre sector, ciencia y administraciones a través de grupos de trabajo; apoyar la gestión espacial y ecosistémica, incluyendo el seguimiento de elasmobranquios y la lucha contra la pesca INDNR; e integrar la transición ecológica en los Planes de Producción y Comercialización (PPyC). De forma destacada, DatAlborán contribuye a la **constitución de un grupo de trabajo específico para GSA1 y GSA2**, en coherencia con la **Ley 3/2023 de Pesca Sostenible e Investigación Pesquera**, que refuerza la cogestión, la gestión adaptativa y el enfoque ecosistémico.

La herramienta se estructura en cuatro componentes principales: (1) una plataforma digital que centraliza información pesquera, científica, social y administrativa; (2) un grupo de trabajo multiactor con comisiones temáticas para abordar distintas pesquerías y hábitats;

(3) un sistema de monitoreo de descartes y *bycatch* que alimenta protocolos adaptativos y medidas de mitigación; y (4) la aplicación REPORTALBORÁN, que promueve la vigilancia colaborativa y la custodia alimentaria compartida.

Los **resultados preliminares (2023–2025)** incluyen la creación de una base de datos piloto en Motril, la consolidación de un grupo de trabajo estable entre sector, ciencia y ONGs, la identificación de vacíos críticos en la información sobre especies objetivo y acompañantes, y la inclusión de la hoja de ruta de la transición ecológica en los PPyC de la OPP85. Asimismo, se ha avanzado en la sensibilización del sector sobre gobernanza participativa y digitalización.

DatAlborán representa así una innovación social y tecnológica liderada por el propio sector pesquero. Su contribución se alinea con los principios de sostenibilidad, cogestión y enfoque ecosistémico recogidos en la Ley 3/2023, y ofrece un modelo replicable en otras áreas del Mediterráneo y del Atlántico andaluz. La experiencia demuestra que la sostenibilidad no se alcanza solo mediante regulaciones, sino a través de procesos vivos de transformación en los que el sector participa activamente, aportando conocimiento, compromiso y corresponsabilidad.

1. Introducción

El Mar de Alborán, en el Mediterráneo occidental, es un espacio de gran riqueza biológica y estratégica, donde confluyen pesquerías artesanales, de arrastre y de cerco con elevada relevancia socioeconómica. Sin embargo, este enclave se enfrenta a retos de sostenibilidad derivados de la presión sobre los recursos, la falta de datos sobre descartes y capturas accesorias (bycatch) y la necesidad de integrar las políticas europeas (PPC, Estrategia Marina, Natura 2000) en la gestión local.

En este marco surge DatAlborán, una plataforma colaborativa impulsada por la Organización de Productores Pesqueros de Motril (OPP85) y la ONG SOLDECOCOS, con el apoyo de MSC y WWF, que busca integrar datos productivos, científicos, sociales y administrativos en un sistema digital participativo. Su objetivo es reforzar la gestión adaptativa de las pesquerías del Mar de Alborán y favorecer la transición ecológica del sector.

2. Antecedentes y génesis del proyecto

El origen de DatAlborán está vinculado al Proyecto Medfish (2016), impulsado por MSC y WWF, que evaluó la sostenibilidad de diez pesquerías españolas y francesas del Mediterráneo. Entre ellas, las pesquerías de quisquilla de Motril y boquerón de Caleta de Vélez fueron preevaluadas frente al Estándar MSC, identificando fortalezas y debilidades en gestión, estado de poblaciones e impactos ambientales.

En 2021, con la creación de la OPP85 de Motril, se dio un paso más allá: diseñar una herramienta digital que recogiera y analizara información de manera participativa, conectando flotas, científicos, gestores y sociedad civil. Para ello se contó con la financiación del Ocean Stewardship Fund (MSC) y con el apoyo técnico de SOLDECOCOS.

La preevaluación de la pesquería de quisquilla de nasa en Motril puso de relieve importantes lagunas de información y necesidades de mejora que pasaron a formar parte de un Plan de Acción específico. Entre las más relevantes destacan:

- Evaluación del estado de la población de quisquilla, incluyendo la recopilación de estadísticas pesqueras, construcción de una base de datos específica y validación de resultados por la CGPM (Acción 1.1).

- Definición de los límites poblacionales, mediante campañas MEDITS, estudios genéticos y talleres de validación (Acción 1.2).

- Diseño de una estrategia de captura precautoria, con objetivos explícitos y reglas de control de captura (RCC), apoyada en encuestas y participación activa del sector (Acción 1.3).

- Plan de seguimiento científico integral de la pesquería, con censo de flota, embarques de muestreo y cobertura mediante observadores y caja azul (Acción 1.4).

- Determinación de la composición de capturas accesorias, para identificar especies no objetivo y elaborar estrategias de mitigación (Acción 2.1).

- Estrategias frente a impactos en especies protegidas, amenazadas o en peligro (PAP), incluyendo talleres con especialistas y planes de mitigación (Acción 2.2).

- Estudios sobre interacciones con hábitats y ecosistemas, mediante campañas experimentales de nasa y arrastre (Acción 2.3).

- Creación de órganos de gobernanza específicos, incluyendo un grupo de trabajo estable, un órgano de gestión formalizado y marcos de revisión interna y externa periódica (Acciones 3.1–3.3).

Estas necesidades de información y gobernanza fueron la base para plantear DatAlborán como una herramienta digital y colaborativa capaz de dar respuesta a las lagunas detectadas, reforzar el conocimiento científico y garantizar la participación activa del sector pesquero en la gestión.

3. Objetivos de DatAlborán

1. Mejorar el conocimiento sobre la actividad pesquera y los recursos naturales de la GSA1 y GSA2, mediante una base de datos común y estandarizada.
2. Probar la aplicabilidad de la herramienta en pesquerías piloto (quisquilla de nasa y arrastre), abordando sus déficits de información.
3. Fomentar la coordinación y asociación entre científicos, gestores, ONG y sector pesquero, a través de un grupo de trabajo permanente.
4. Facilitar la transición ecológica de las flotas del Mar de Alborán, integrando la normativa pesquera y ambiental de la UE en los Planes de Producción y Comercialización (PPyC).
5. Apoyar la gestión espacial y ecosistémica, incluyendo el seguimiento de elasmobranquios, la detección de pesca INDNR y la contibución con la redacción, seguimiento y revisón de los planes de gestion de los diferentes Espacios Marinos Protegidos de Alborán.
6. Constituir un grupo de trabajo específico para las subáreas GSA1 y GSA2, conforme a lo previsto en la Ley 3/2023 de Pesca Sostenible e Investigación

Pesquera, que promueve la cogestión, la gestión adaptativa y el enfoque ecosistémico (artículos 3, 5 y 8).

7. Facilitar la transición ecológica de las flotas del Mar de Alborán, integrando la normativa pesquera y ambiental de la UE en los Planes de Producción y Comercialización (PPyC).

4. Componentes principales

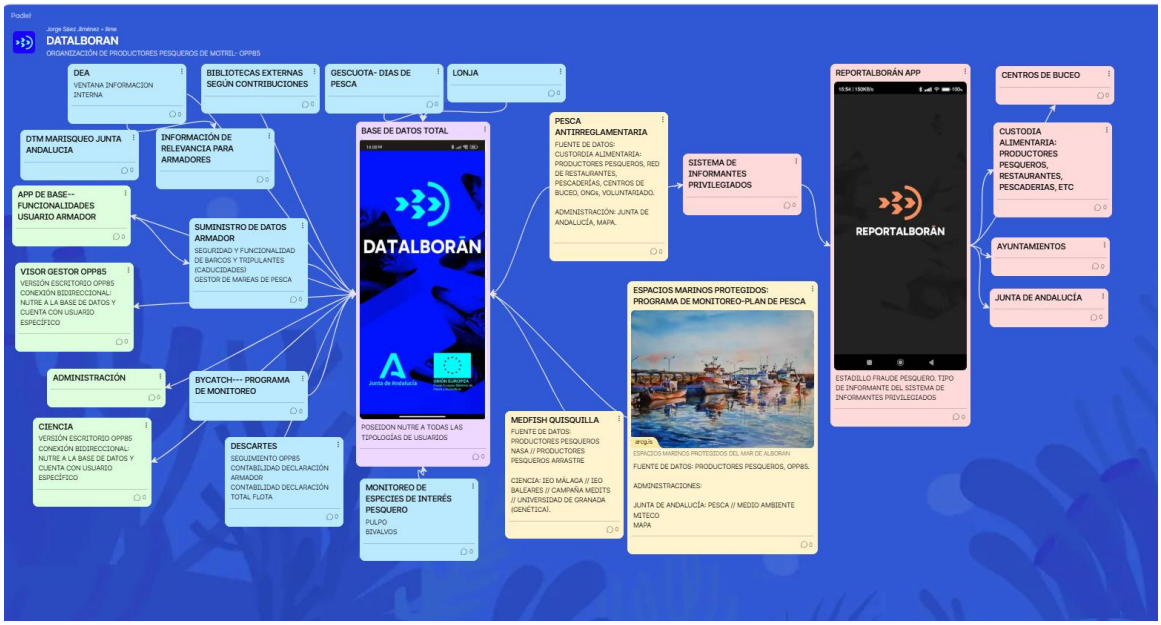


Figure 1. Mapa Conceptual que aborda las diferentes fuentes de datos y contribuciones sobre DATALBORAN. Disponible en https://padlet.com/jorgesaezjimenez/datalboran-9uy8zb2ntn15b679

4.1 Plataforma digital: Integra datos de sector pesquero (diarios electrónicos, APP para armadores, producción en lonja), ciencia (IEO, ICMAN-CSIC, universidades), sociedad civil (REPORTALBORÁN) y administraciones.

4.2 Grupo de trabajo participativo: GT multiactor con comisiones en demersales, pelágicos, elasmobranquios, AMP y pesquerías pobres en datos. Define especificaciones de software, protocolos de datos y recomendaciones de gestión.

4.3 Seguimiento de descartes y bycatch: Monitoriza capturas accesorias, con protocolos adaptativos y medidas de reducción de impactos en especies vulnerables.

4.4 Aplicación REPORTALBORÁN: Herramienta de vigilancia colaborativa que involucra pescadores, ONG, centros de buceo y consumidores en la custodia alimentaria compartida.

5. Resultados preliminares (2023–2025)

- Creación de una base de datos piloto en Motril con información de descartes, esfuerzo pesquero y áreas de actividad.
- Establecimiento de un grupo de trabajo estable entre OPP85, científicos y ONGs.
- Identificación de carencias críticas en la información de especies objetivo (ej. stock de quisquilla) y especies acompañantes.

- Inclusión de la hoja de ruta de la transición ecológica en los PPyC de la OPP85 y conexión con la PPC y la Estrategia Marina.
- Formación y sensibilización del sector pesquero sobre gobernanza participativa y digitalización.

6. Discusión

DatAlborán representa una innovación social y tecnológica liderada por el sector pesquero. Su valor añadido reside en:

- Contribución directa del sector pesquero en la recolección de datos.

- Vinculación directa con los planes de mejora de Medfish y los criterios MSC, utilizados como herramienta de diagnóstico más que de certificación.

- Contribución a la transición ecológica y digital del Mediterráneo, en línea con la Ley de Pesca Sostenible y las Estrategias de Biodiversidad y Restauración de la UE. DatAlborán se sitúa además en plena coherencia con la Ley 3/2023, de Pesca Sostenible e Investigación Pesquera, que establece como principios rectores la sostenibilidad ecológica, la cogestión y la gestión basada en el mejor conocimiento científico disponible. En particular, el proyecto contribuye a materializar lo previsto en su artículo 3 (principios de gestión sostenible), artículo 5 (enfoque ecosistémico y precautorio) y artículo 8 (fomento de la cogestión y participación del sector), al impulsar la creación de un grupo de trabajo específico para las GSA1 y GSA2 en el Mar de Alborán, integrando ciencia, sector y administraciones en un mismo espacio de gobernanza.

- Potencial replicabilidad en otras subáreas del Mediterráneo (subdivisions de CPGM, estableciendo GSA) y en pesquerías costeras del Atlántico andaluz.

7. Conclusiones

- DatAlborán se ha consolidado como una herramienta estratégica para la gestión pesquera y la conservación en el Mar de Alborán.

- Permite reducir las lagunas de información, facilitar la gobernanza compartida y generar confianza entre sector, ciencia y administraciones.

- La experiencia demuestra que la sostenibilidad no es sólo una cuestión normativa, sino un proceso vivo de transformación, liderado por quienes dependen del mar para vivir.

Este proceso nos está enseñando que la sostenibilidad no se alcanza solo con regulaciones, sino con procesos vivos de transformación en los que el sector participa desde el conocimiento, el compromiso y la mejora continua.

8. Agradecimientos

Se agradece la implicación de OPP85 y sus armadores, el apoyo técnico de SOLDECOCOS, MSC y WWF, la colaboración del IEO-CSIC, la Universidad de Granada y las administraciones competentes (Junta de Andalucía, MAPA).

Hacia una gestión pesquera más coordinada: comparación de procedimientos entre organizaciones regionales de evaluación y su aplicabilidad al Mediterráneo

María Grazia Pennino, Santiago Cerviño, Marta Cousido-Rocha, Ruth Fernández, Diana González-Troncoso, Fernando González, Beatriz Guijarro, José Luis Pérez Gil, María Soto.

La gestión sostenible de los recursos pesqueros compartidos entre Estados requiere mecanismos científicos sólidos, transparentes y coordinados. Las Organizaciones Regionales de Ordenación Pesquera (RFMOs), creadas mediante acuerdos intergubernamentales, se encargan de establecer medidas de conservación, recopilar datos, evaluar el estado de los recursos y emitir recomendaciones que orientan la gestión de los ecosistemas marinos explotados. En este contexto, también existen organismos asesores regionales (RFAB), que, si bien no tienen capacidad reguladora, desempeñan funciones clave de evaluación y asesoramiento técnico para las administraciones.

En el trabajo publicado en Marine Policy en Julio de 2025, sintetizado en este texto (https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106832), se ha realizado un estudio comparativo de 4 organizaciones internacionales implicadas en el asesoramiento pesquero, la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM), la Organización de Pesquerías del Atlántico Noroeste (NAFO) y la Comisión de Pesquerías del Atlántico Nordeste (NEAFC), prestando especial atención al ICES, que asesora científicamente a la NEAFC. Además, para destacar la colaboración con órganos asesores, se incluye al Comité de Pesca para el Atlántico Centro-Oriental (CECAF), un RFAB respaldado por la FAO, que brinda asesoramiento para pesquerías de interés de la UE en el Atlántico Centro-Oriental.

La comparación se desarrolló en términos de procedimientos de evaluación, puntos de referencia biológicos, transparencia, participación de las partes interesadas e implementación del enfoque ecosistémico de gestión pesquera (EBFM) y del enfoque precautorio (PA).

La CGPM opera con grupos técnicos diferenciados por áreas geográficas y tipos de especies, evaluando anualmente cerca de 90 stocks. Si bien ha iniciado procesos de mejora como la incorporación de benchmarks, todavía enfrenta desafíos de coordinación con el Comité Científico, Técnico y Económico de Pesca (STECF) de la UE. NAFO, por su parte, aplica un enfoque precautorio y ha comenzado a implementar una hoja de ruta para la gestión basada en ecosistemas. ICES (que asesora entre otros organismos a NEAFC) se destaca por una estructura científica consolidada, protocolos metodológicos bien definidos, evaluación por pares y transparencia total en los procesos y resultados. En contraste, CECAF carece de autoridad reguladora, opera con acceso limitado a datos, y no cuenta con marcos metodológicos consolidados ni con participación técnica amplia.

En cuanto a los puntos de referencia biológicos utilizados en las evaluaciones como F_{MSY}, B_{lim}, B_{pa}, MSY $B_{trigger}$, CGPM utiliza de forma generalizada, puntos de referencia de explotación basado en $F_{0.1}$ que se considera como un proxy de F_{MSY}. ICES utiliza un sistema coherente y bien documentado basado en MSE. NAFO utiliza F_{MSY} como punto de referencia límite en lugar de objetivo. CECAF presenta debilidades notorias aplicando referencias simples sin validación externa, y sin publicar los fundamentos de los cálculos.

La transparencia es otro elemento clave en el proceso de asesoramiento pesquero. La CGPM ha avanzado en visibilidad, aunque aún debe institucionalizar completamente sus procesos. ICES publica todos sus informes, modelos y datos de entrada. NAFO también mantiene un acceso amplio a la información, con evaluaciones disponibles en línea. CECAF, en cambio, muestra una opacidad significativa: sus documentos son limitados, los datos son confidenciales y no se permite la participación amplia de expertos independientes ni del sector.

La implicación de partes interesadas (stakeholders) es habitual en ICES y CGPM, donde se integran representantes del sector pesquero, ONGs y expertos independientes en los debates técnicos. En NAFO, aunque más restringida, existe interacción en las sesiones conjuntas entre el Consejo Científico y la Comisión. En CECAF, esta participación es casi inexistente, lo que debilita la implementación de las recomendaciones y limita su utilidad práctica.

El enfoque ecosistémico (EBFM) y el principio precautorio (PA) son referencias normativas en todas las RFMOs y RFABs analizadas, pero su aplicación real varía. NAFO ha introducido indicadores ecosistémicos como el Total Catch Index (TCI) y ha establecido cierres pesqueros para proteger hábitats vulnerables. ICES incorpora variables ambientales en las evaluaciones de ciertos stocks y aplica medidas precautorias ajustadas al contexto. La CGPM incluye el enfoque ecosistémico en su marco legal, con proyectos específicos en el Mediterráneo y el mar Negro (FishEBM MED y BS), aunque su implementación aún está en curso. CECAF no ha institucionalizado formalmente este enfoque, aunque participa en programas regionales como EAF-NANSEN.

Los casos de estudio incluidos en el análisis permiten observar con claridad las diferencias entre organismos. La evaluación de la merluza europea muestra contrastes marcados entre ICES y CGPM en términos de modelo utilizado, definición de unidades de stock y grado de transparencia. El bacalao del Atlántico norte en NAFO ejemplifica un enfoque precautorio con modelización avanzada. La merluza negra del noroeste africano, bajo la responsabilidad de CECAF, evidencia los retos de operar sin un marco legal vinculante ni protocolos sólidos de evaluación.

El análisis comparado pone de manifiesto avances relevantes en varias RFMOs/RFABs, pero también necesidades urgentes de armonización metodológica, mejora de la calidad de los datos, institucionalización de procesos de revisión técnica y aplicación operativa del enfoque ecosistémico. La cooperación entre organismos científicos regionales y la adopción de buenas prácticas comunes representan vías prometedoras para fortalecer la gobernanza pesquera regional. En el contexto del Mediterráneo, si se puede constatar en la última década en el seno del CGPM como se avanza hacia una convergencia en términos procedimentales y metodología científica empleada, similar a la empleada en el entorno de ICES, si bien quedan algunos aspectos como la implantación de MSE y revisión por pares, deberán abordarse en el futuro.

Este diagnóstico es especialmente útil para foros técnicos y profesionales del ámbito pesquero, ya que proporciona una base empírica clara sobre la situación actual del asesoramiento científico a nivel internacional. Avanzar hacia una gobernanza más coherente, efectiva y adaptativa requiere no solo una ciencia sólida, sino también estructuras institucionales eficaces y voluntad de cooperación entre Estados y organismos regionales.

RENDIMIENTO BIOLÓGICO Y ECONÓMICO DE LA PESCA DEL PULPO CON NASAS EN LA REGIÓN DE MURCIA EN LA TEMPORADA ESTIVAL. AÑOS 2022-2024.

Elvira Viuda, Obdulia Gómez, José Peñalver, Francisco J. Murcia, Emilio María-Dolores, Marcelo Martínez, Carlos J. García, Olga Fernández-Bobadilla, Miguel A. Carrión y José Molina.

Servicio de Pesca y Acuicultura. Dirección General de Producción Agrícola, Ganadera y Pesquera. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

En la Región de Murcia, el pulpo se captura profesionalmente con artes de arrastre, trasmallo, nasas y cadufos. Del total de técnicas llevadas a cabo se analiza en el presente trabajo la captura con nasas y cadufos.

La Orden de 19 de septiembre de 2002, de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente y sus modificaciones posteriores de 2021 y 2025, regula la pesca artesanal de pulpo (*Octopus vulgaris*) con nasas en aguas interiores de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 21 de la Ley 2/2007, de 12 de marzo, de Pesca Marítima y Acuicultura de la Región de Murcia, la pesca artesanal con artes como las nasas o los cadufos, dirigidos de forma específica y exclusiva a la captura del pulpo, está considerada como marisqueo, ostentando la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la competencia exclusiva para su regulación, y ampliando por tanto su ámbito de aplicación a las aguas exteriores.

La Orden de 2002 tiene por objeto regular la pesca de pulpo (*Octopus vulgaris*), practicada por la flota de artes menores en aguas del litoral de la Región de Murcia, y con los artes de trampa regulados en la misma, quedando excluida del ámbito de aplicación la captura con artes de red y anzuelo específicamente reglamentados practicada por embarcaciones profesionales de pesca.

Es en el año 2021, debido a la experiencia acumulada, unido a la demanda de regulación del arte de pesca denominado cadufo, no contemplado en la normativa de 2002, se puso de manifiesto la necesidad de elaborar una modificación normativa en la que se contemplara de forma integral los aspectos relativos a esta pesquería, adecuándola a las circunstancias actuales.

Las nasas son útiles de pesca conformados por un armazón forrado de red, o malla rígida plastificada, permitiendo la entrada de la especie objetivo mediante el uso de cebo, e imposibilitando su posterior salida. Las nasas podrán presentar variedad de formas y dimensiones, si bien su volumen no podrá superar en ningún caso los 80 litros y la luz de malla no podrá ser inferior a 2 centímetros.

En el caso de la Región de Murcia el modelo de artes de trampa utilizado por cada embarcación, deberá ser homologado por el Servicio de Pesca y Acuicultura y son identificados mediante un precinto numerado, expidiéndose un documento donde se reseñan sus características, así como la numeración de precintos asignados a cada embarcación, quedando prohibido el calamento o la tenencia a bordo de artes de trampa que no dispongan de los precintos de homologación, entendiéndose a todos los efectos como artes antirreglamentarios.

El número máximo de nasas a calar será de 80 por tripulante, con un máximo de 200 por embarcación y se fija en 8 el número de embarcaciones que pueden practicar esta pesquería para cada uno de los cuatro distritos marítimos de la Región de Murcia, pudiendo calarse en cada distrito marítimo un número máximo de 1000 nasas.

Tras modificación de 2021 se establece adicionalmente que las embarcaciones ejercerán la actividad en el distrito marítimo donde tengan establecido su puerto base o afiliación a la Cofradía de Pescadores correspondiente y que cuando en un distrito marítimo no se alcance el total de embarcaciones y número de nasas autorizadas a calar, se podrá autorizar la actividad a un máximo de tres embarcaciones pertenecientes a otros distritos marítimos, entre las cuales no podrán superan el calamento de 500 nasas.

En la Región de Murcia se establecen los siguientes periodos de veda, durante los cuales no podrá permanecer calada ninguna nasa en todo el litoral de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, del 01 de mayo al 30 de junio (ambos inclusive) y del 01 de septiembre al 31 de octubre (ambos inclusive), no obstante lo anterior, si existe causa justificada, y previa solicitud formulada por la Federación de Cofradías de Pescadores de la Región de Murcia con al menos 15 días de antelación, la Dirección General con competencias en materia de Pesca y Acuicultura podrá modificar la fecha de inicio y/o finalización del periodo del 01 de septiembre al 31 de octubre, siempre que ello no suponga un incremento del esfuerzo pesquero.

Respecto a la captura de pulpos mediante la utilización del arte de trampa denominado cadufo se realiza en una zona más limitada comprendida entre Cabo Negro y Cabo de Palos del Distrito Marítimo de Cartagena, quedando prohibida la utilización de nasas en esta zona.

Los cadufos están constituidos por un recipiente de arcilla que permite la entrada y salida de la especie objetivo cuyo número máximo de cadufos a calar será de 650 por embarcación, pudiendo distribuirse en dos “trenes de cadufos”, con un máximo cada uno de ellos de 500 y 150, y siendo el número máximo de cadufos a calar para toda la zona de 2.600. La pesquería del pulpo con cadufos podrá ser ejercida por embarcaciones que tradicionalmente hayan usado este tipo de arte, estén censadas en la modalidad de artes menores en el Censo de Flota Pesquera Operativa, y tengan puerto base en Cartagena. El período de veda para la captura del pulpo con este tipo de arte será del 01 de enero al 30 de junio (ambos inclusive). Los cadufos solo podrán ser levantados dos días a la semana, los lunes y los jueves, no pudiéndose simultanear en esas jornadas con otros artes de pesca.

En la Región de Murcia, del año 2022 al 2024 las cifras obtenidas en cuanto a rendimiento biológico y económico son las siguientes por distrito marítimo (en lo sucesivo DM):

DM AGUILAS

2024							
EMB	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
AG1	62	22	1.348,7	21,75	0,13	160	8,42
AG2	62	28	1.332,4	21,49	0,13	160	8,32
AG3	58	28	1.051,9	18,14	0,11	160	6,57

AG4	22	12	532,14	24,19	0,15	160	3,32
AG5	43	17	430,48	10,01	0,06	160	2,69
AG6	22	10	202,36	9,20	0,05	160	1,26
AG7	30	5	90,96	3,03	0,03	80	1,13
AG8	21	2	59,04	2,81	0,02	120	0,49
AG9	40	3	19,70	0,49	0,003	160	0,12

Tabla 1a. Rendimiento biológico del DM de Águilas por embarcación año 2024.

2023							
EMB	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
AG4	32	13	378,70	11,83	0,07	160	2,36
AG6	62	14	299,10	4,82	0,03	160	1,86
AG1	62	17	297,9	4,80	0,03	160	1,86
AG5	32	12	132,32	4,14	0,02	160	0,82
AG10	10	4	100,72	10,07	0,06	160	0,62
AG2	5	2	64,02	12,80	0,06	200	0,32

Tabla 1b. Rendimiento biológico del DM de Águilas por embarcación año 2023.

2022							
EMB	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
AG1	62	22	1.348,70	21,75	0,13	160	8,42
AG2	62	28	1.332,40	21,49	0,13	160	8,32
AG3	58	28	1.051,96	18,14	0,11	160	6,57
AG4	22	12	532,14	24,19	0,15	160	3,32
AG5	43	17	430,48	10,01	0,06	160	2,69
AG6	22	10	202,36	9,20	0,05	160	1,26
AG7	30	5	90,96	3,03	0,03	80	1,13
AG8	21	2	59,04	2,81	0,02	120	0,49
AG9	40	3	19,70	0,49	0,003	160	0,12

Tabla 1c. Rendimiento biológico del DM de Águilas por embarcación año 2022.

Tomando en consideración los anteriores datos, el total capturas para el DM Águilas es:

AÑO	**BARCOS**	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**TOTAL NASAS**	**KG**	**KG/DÍA**	**KG/NASA/DÍA**	**KG/NASA**
2022	9	373	99	1.480	1.747,04	4,68	0,028	1,18
2023	6	203	62	1.000	1.272,76	6,27	0,038	1,27
2024	9	360	127	1.320	5.067,74	14,08	0,096	3,38

Tabla 1d. Rendimiento biológico del DM de Águilas

El rendimiento económico de las capturas de pulpo en el DM Águilas es el siguiente:

AÑO	**EUROS**	**EUROS/DÍA**	**EUROS/NASA /DÍA**
2022	15.494,16	41,54	0,25
2023	11.148,23	54,92	0,33
2024	42.195,10	117,21	0,80

Tabla 1e. Rendimiento económico del DM de Águilas

DM MAZARRON

2024							
EMB	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
MZ1	56	27	1395,3	24,91	0,15	160	8,72
MZ2	62	24	1124,4	18,13	0,11	160	7,02
MZ3	62	22	806,7	13,01	0,08	160	5,04
MZ4	22	8	133,7	6,07	0,03	160	0,83
MZ5	31	10	267,6	8,63	0,05	160	1,67
MZ6	62	11	374,5	6,04	0,07	80	4,681

Tabla 2a. Rendimiento biológico del DM de Mazarrón por embarcación año 2024.

2023							
EMB	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
MZ1	52	20	534,75	10,28	0,06	160	3,34
MZ2	31	11	249,5	8,04	0,05	160	1,55
MZ3	28	11	210,15	7,50	0,04	160	1,31
MZ5	31	7	123,9	3,99	0,02	160	0,77
MZ7	31	4	106,9	3,44	0,02	160	0,66
MZ4	25	6	66,3	2,65	0,01	160	0,41
MZ8	52	3	48,57	0,93	0,005	160	0,30
MZ9	54	2	15,6	0,28	0,001	160	0,09

Tabla 2b. Rendimiento biológico del DM de Mazarrón por embarcación año 2023.

2022							
EMB	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
MZ5	59	18	1220,85	20,69	0,12	160	7,63
MZ1	62	21	782,05	12,61	0,07	160	4,88
MZ10	62	10	533,15	8,59	0,05	160	3,33
MZ3	62	14	371,6	5,99	0,03	160	2,32
MZ11	22	8	312,8	14,21	0,08	160	1,95
MZ4	25	7	229,75	9,19	0,05	160	1,43
MZ8	15	5	156,38	10,42	0,06	160	0,97

Tabla 2c. Rendimiento biológico del DM de Mazarrón por embarcación año 2022.

Tomando en consideración los anteriores datos, el total capturas para el DM Mazarrón es:

AÑO	BARCOS	DÍAS PESCA	DÍAS NPV	TOTAL NASAS	KG	KG/DÍA	KG/NASA/DÍA	KG/NASA
2022	7	307	83	1.120	3.606,60	11,75	0,073	3,220
2023	8	304	64	1.280	1.355,70	4,46	0,028	1,059

2024	6	295	102	880	4.102,20	13,91	0,095	4,660

Tabla 2d. Rendimiento biológico del DM de Mazarrón

El rendimiento económico de las capturas de pulpo en el DM de Mazarrón es el siguiente:

AÑO	EUROS	EUROS/DÍA	EUROS/NASA /DÍA
2022	32.282,42	105,15	0,66
2023	13.499,80	44,41	0,28
2024	35.455,00	120,19	0,82

Tabla 2e. Rendimiento económico del DM de Mazarrón

DM CARTAGENA

2024							
EMB	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
CT1	33	18	1.506,70	45,66	0,22	200	7,53

Tabla 3a. Rendimiento biológico del DM de Cartagena por embarcación año 2024.

2023							
EMB	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
CT1	21	11	565,25	26,92	0,13	200	2,82

Tabla 3b. Rendimiento biológico del DM de Cartagena por embarcación año 2023.

2022							
EMB	**DÍAS PESCA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
CT1	62	28	1.139,75	18,38	0,09	200	5,69
CT2	62	25	966,90	15,60	0,09	160	6,04

Tabla 3c. Rendimiento biológico del DM de Cartagena por embarcación año 2022.

Tomando en consideración los anteriores datos, el total capturas para el DM Cartagena es:

AÑO	BARCOS	DÍAS PESCA	DÍAS NPV	TOTAL NASAS	KG	KG/DÍA	KG/NASA/DÍA	KG/NASA
2022	2	124	53	360	2.106,65	15,99	0,094	5,85
2023	1	21	11	200	565,25	26,92	0,135	2,83
2024	1	33	18	200	1.506,70	45,66	0,228	7,53

Tabla 3d. Rendimiento biológico del DM de Cartagena.

El rendimiento económico de las capturas de pulpo en el DM de Cartagena es el siguiente:

AÑO	EUROS	EUROS/DÍA	EUROS/NASA /DÍA
2022	19.212,27	154,94	0,86
2023	5.836,22	277,92	1,39
2024	12.920,97	391,54	1,96

Tabla 3e. Rendimiento económico del DM de Cartagena.

DM SAN PEDRO DEL PINATAR

2024							
EMB	**DÍAS PESQUERÍA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
SP1	62	27	3.057,00	49,31	0,24	200	15,28
SP2	62	30	2.764,32	44,59	0,27	160	17,27
SP3	62	30	1962,37	31,65	0,22	140	14,01
SP4	62	24	1052,24	16,97	0,12	140	7,51
SP5	62	29	766,23	12,36	0,08	140	5,47
SP6	62	29	706,11	11,39	0,08	140	5,04
SP7	62	8	203,5	3,28	0,04	80	2,54

Tabla 4a. Rendimiento biológico del DM de San Pedro del Pinatar por embarcación año 2024.

2023							
EMB	**DÍAS PESQUERÍA**	**DÍAS NPV**	**KILOS**	**KILO/DÍA**	**RENDIMIENTO KG/NASA/DÍA**	**NASAS**	**KILOS/NASAS**
SP1	62	11	1.167,63	18,83	0,117704637	160	7,29

Tabla 4b. Rendimiento biológico del DM de San Pedro del Pinatar por embarcación año 2023.

Tomando en consideración los anteriores datos, el total capturas para el DM de San Pedro del Pinatar es:

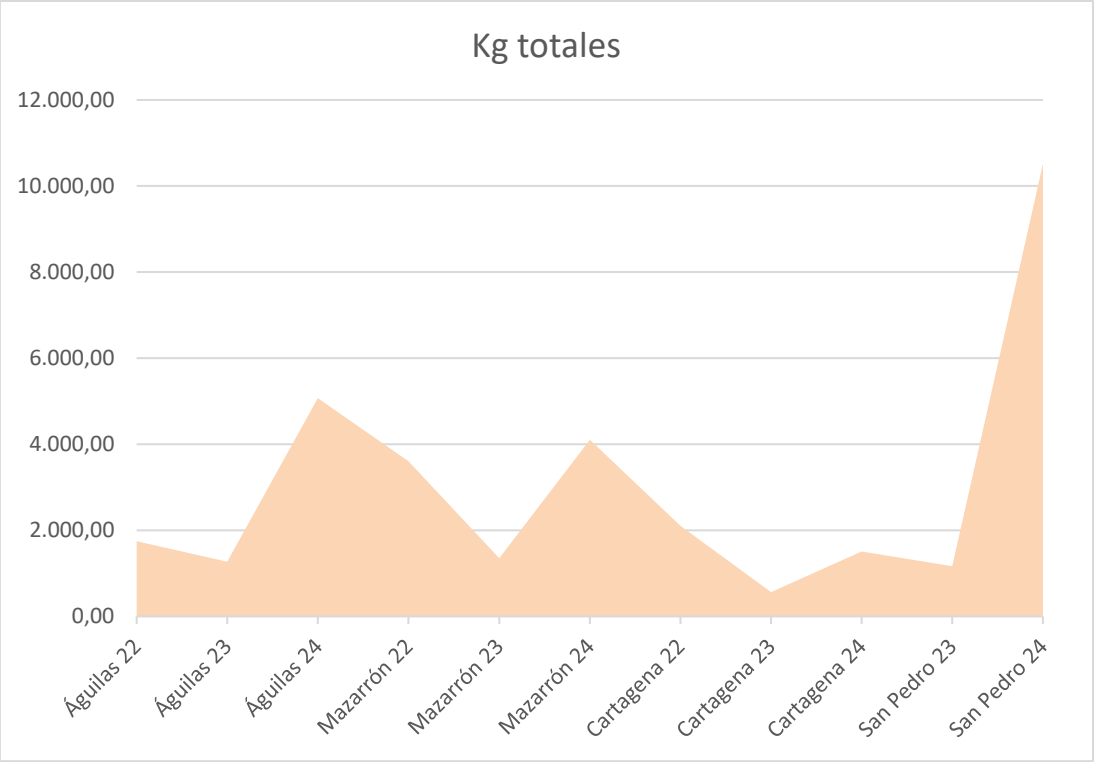
AÑO	BARCOS	DÍAS PESCA	DÍAS NPV	TOTAL NASAS	KG	KG/DÍA	KG/NASA/DÍA	KG/NASA
2023	1	62	11	160	1.167,60	18,83	0,118	7,30
2024	7	434	148	1.000	10.511,77	24,22	0,17	10,51

Tabla 4c. Rendimiento biológico del DM de San Pedro del Pinatar.

El rendimiento económico de las capturas de pulpo en el DM de San Pedro del Pinatar es el siguiente:

AÑO	EUROS	EUROS/DÍA	EUROS/NASA /DÍA
2023	11.540,80	186,14	1,16
2024	88.336,93	203,54	1,43

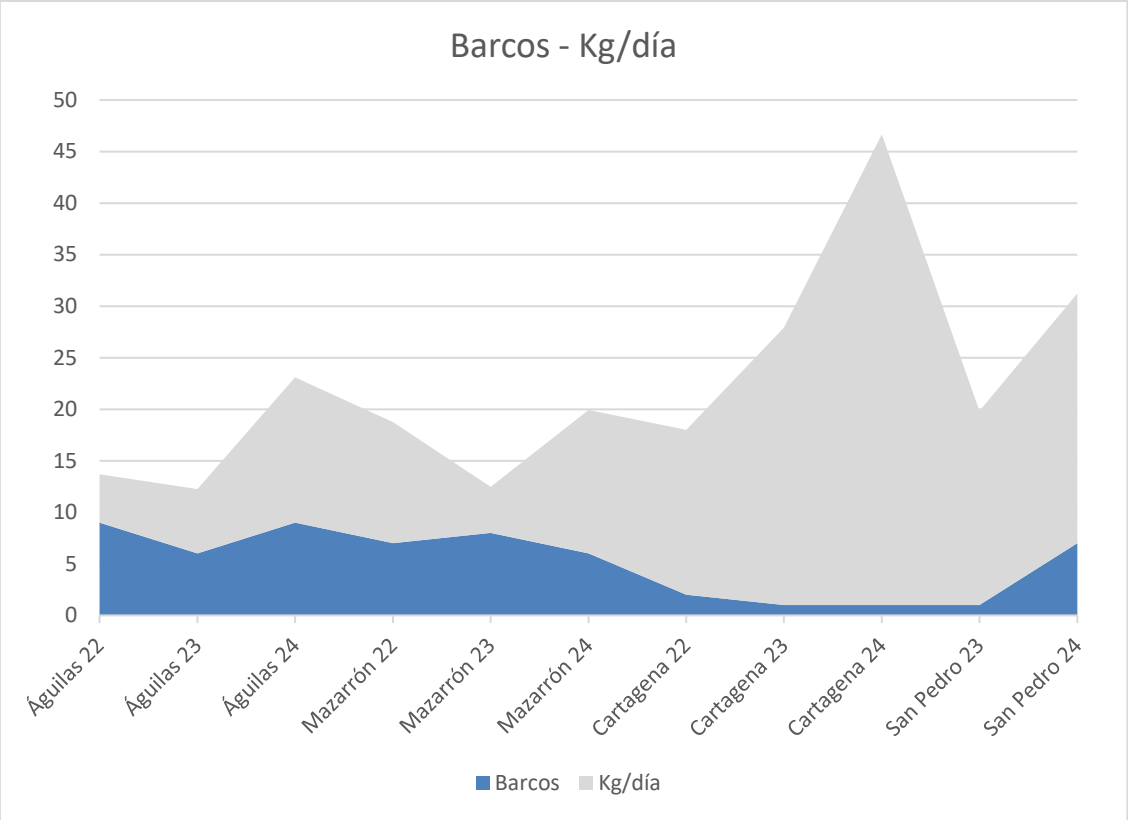
Tabla 4d. Rendimiento económico del DM de San Pedro del Pinatar.



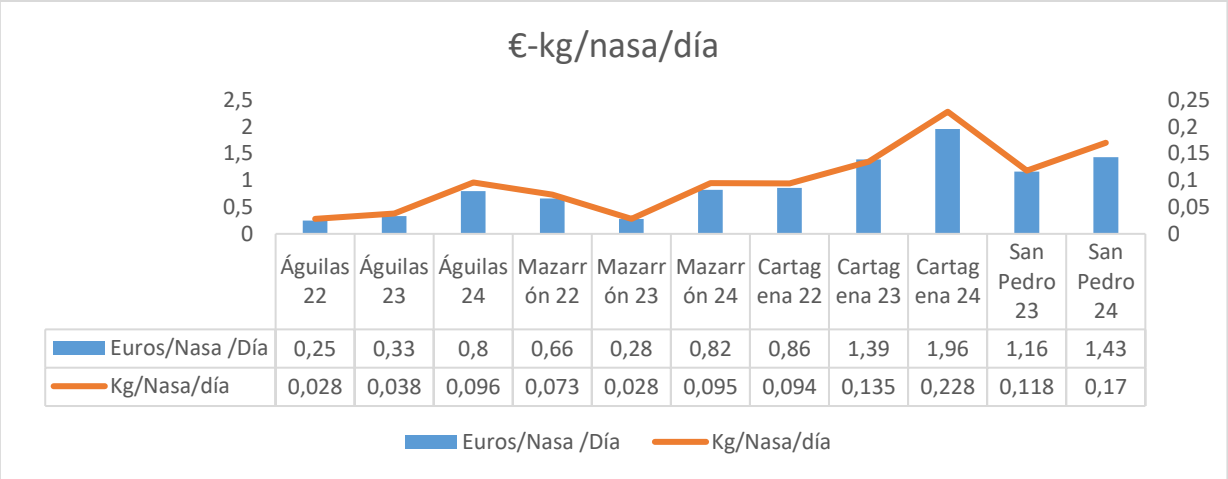
Kilos totales por año capturados en cada distrito marítimo.

RESULTADOS

- Las embarcaciones de las Cofradías de pescadores de Águilas y Mazarrón, que coinciden con los distritos marítimos, son las que históricamente han faenado a esta pesquería.
- En el periodo de estudio (2022-2024), se ha ido incorporando más flota en el DM de San Pedro del Pinatar ya que históricamente solo faenaba una embarcación o dos como mucho antes del 2022.
- A la vista de los resultados es el DM de Cartagena el que más rendimiento económico obtiene, siendo el DM de San Pedro del Pinatar es el que obtiene más rendimiento biológico.
- En la identificación de las nasas, hay que mejorar los elementos o precintos que con los que se homologan, para que sean más duraderos y permitan de forma más clara su comprobación. Se aceptan sugerencias



Kilos capturados diariamente según número de barcos dedicados a la pesquería



	Águilas 22	Águilas 23	Águilas 24	Mazarrón 22	Mazarrón 23	Mazarrón 24	Cartagena 22	Cartagena 23	Cartagena 24	San Pedro 23	San Pedro 24
Euros/Nasa /Día	0,25	0,33	0,8	0,66	0,28	0,82	0,86	1,39	1,96	1,16	1,43
Kg/Nasa/día	0,028	0,038	0,096	0,073	0,028	0,095	0,094	0,135	0,228	0,118	0,17

Rendimiento económico y biológico diario por nasa.

Efectividad de las reservas marinas de interés pesquero de la Comunidad Valenciana

Laia Ribes Bort, José Ignacio Martín Morcillo, Elisa Arroyo, Arturo de Miguel, Aitor Forcada, José Luis Sánchez Lizaso

Universidad de Alicante

Resumen

Las reservas marinas son zonas en las que se reduce la mortalidad pesquera y su efectividad para mejorar las pesquerías está vinculada a la reducción de la mortalidad. En este trabajo se evaluó la efectividad de tres reservas marinas con distintos niveles de protección con un doble enfoque: Entrevistas con los pescadores y muestreos a bordo. Únicamente la reserva con mayor restricción pesquera ha demostrado ser efectiva en la mejora del stock. En las proximidades de esta reserva se registraron mayores capturas y tallas superiores en algunas especies. Además, los pescadores cambian el arte de pesca cerca de esta reserva con la finalidad de pescar individuos de mayor tamaño. Se obtuvieron resultados similares sobre la efectividad de las reservas tanto en los muestreos a bordo como en las entrevistas a los pescadores.

Introducción

Las reservas marinas son zonas en las que se reduce de modo total o parcial la pesca (Ramos et al., 2004). La consecuencia más directa de esta reducción de la mortalidad por pesca es un aumento de la abundancia, la biomasa, la talla y edad promedio y el potencial reproductivo de las poblaciones explotadas (Sánchez Lizaso et al., 2000, Taylor y McIlwain 2010, Rojo et al., 2021). La mayor biomasa en el interior de la reserva provoca la exportación de biomasa a zonas abiertas a la pesca generando mejores capturas en las cercanías de la zona protegida (Forcada et al., 2009) que inducen una concentración del esfuerzo de pesca en los límites de esta (Goñi et al., 2008, Hilborn et al., 2025). Además de exportar individuos adultos hacia los límites de la reserva, el mayor potencial reproductivo en la reserva produce una cantidad significativa de huevos y larvas que son exportados a zonas abiertas (Diaz et al., 2011, Carter et al., 2017). Además de los beneficios que se observan en zonas próximas a las reservas, los beneficios pueden extenderse a grandes distancias (Manel et al., 2019). De este modo las reservas constituyen una buena manera de reconstituir las poblaciones sometidas a explotación y asegurar su sostenibilidad (Sánchez Lizaso et al., 2000).

Para que estos procesos se desencadenen es necesario que exista una reducción significativa de la mortalidad en el interior de la zona protegida (Hilborn et al., 2025). Cuando la ordenación de la zona protegida no implica una reducción notoria de la mortalidad por pesca o, si la reducción de la mortalidad establecida no se aplica por vigilancia insuficiente, tendríamos lo que se conocen como “parques de papel” donde no es esperable que se produzcan estos procesos de recuperación de las poblaciones o lo harán de manera más débil (Rife et al., 2013; Gill et al., 2017, Arcas et al., 2023).

Algunos estudios sugieren que las dinámicas espacio-temporales de las pesquerías artesanales cercanas a las Áreas Marinas Protegidas (AMP) deberían ser consideradas en su gestión debido

a que la distribución espacial del esfuerzo pesquero puede afectar a la eficacia de las mismas (Walters 2000, Halpern y Warner 2003, Kellner et al., 2007, Forcada et al., 2010). Las pesquerías artesanales comprenden una gran variedad de artes, especies objetivo y características operativas que influyen en su respuesta frente a la implementación de una reserva (Forcada et al., 2010). Trabajar con el concepto de metier - definidos como unidades de pesca caracterizadas por el arte, la especie objetivo, el área y la estación- puede contribuir a reflejar esta heterogeneidad (Mesnil y Shepherd 1990, Biseau 1998, Forcada et al., 2010) y mejorar la compresión de como las pesquerías artesanales interactúan con las reservas marinas (Tzanatos et al., 2006, Forcada et al., 2010).

El objetivo de este estudio es evaluar el impacto en las pesquerías cerca de tres áreas marinas protegidas de la Comunidad Valenciana. El estudio se realizó siguiendo un doble enfoque: por un lado, se realizaron entrevistas con los pescadores de los puertos cercanos sobre su percepción de las AMP. Por otro lado, se han monitoreado las capturas de los pescadores artesanales alrededor de cada AMP mediante muestreos a bordo. Se espera que la reserva con mayor restricción pesquera será la más efectiva para la repoblación de las poblaciones explotadas.

Material y Métodos

-Área de estudio

El área de estudio se localiza alrededor de tres reservas marinas en la costa oeste del Mediterráneo. La reserva marina de Tabarca, la reserva marina de Serra d'Irta y la reserva marina del Cabo de San Antonio (figura 1). La reserva marina de Tabarca fue creada en 1986 y se amplió de acuerdo con los pescadores en 2019 (figura 1). Hoy en día consta de 1754 ha y es la reserva con mayores restricciones respecto al esfuerzo pesquero, que se limita a redes-trampa tradicionales y al curricán en algunas zonas. Las praderas de *Posidonia oceánica* representan el 80% de las comunidades marinas de la reserva de Tabarca, aunque también hay zonas de fondo rocoso, mientras que las zonas arenosas están prácticamente ausentes en la reserva. El puerto más cercano es el de Santa Pola, el puerto más importante de la región, con 50 barcos artesanales.

La reserva marina de Serra d'Irta se creó en 2002 y fue posteriormente modificada en 2006. Hoy en día abarca 950 ha (figura 1). Dentro de la reserva se limita la pesca recreativa pero no la pesca profesional. La mayoría del fondo marino consiste en fondos arenosos. El principal puerto pesquero cerca de la reserva es el puerto de Peñíscola con 15 barcos artesanales censados, aunque solo 9 operan en la zona.

La reserva marina del Cabo de San Antonio se estableció originalmente en 1993, fue modificada en 2005 y en 2015 se estableció la regulación actual de la reserva. El cabo de San Antonio abarca 430 ha donde la pesca recreativa está prohibida, pero se permite la pesca profesional en algunas áreas. Los principales puertos pesqueros cerca de la reserva son el de Jávea con 3 barcos y Denia con 11 barcos artesanales.

-Recogida de datos

Se realizaron entrevistas a los pescadores artesanales de los puertos de Santa Pola, Peñíscola y Denia para determinar su percepción sobre la efectividad de las reservas y si han observado cambios en sus capturas tras su implementación. Estudios realizados utilizando datos de entrevistas muestran que este enfoque puede proporcionar información útil para el análisis de las pesquerías (Neis et al., 1999). En total se realizaron 29 entrevistas, 8 en Peñíscola (53% de la flota artesanal), 17 en Santa Pola (34% de la flota artesanal) y 4 en Denia (18% de la flota artesanal).

Las preguntas incluían la frecuencia de pesca cerca de la reserva, si cambian o no el arte o las especies objetivo cuando pescan cerca de la reserva, si las capturas de alguna especie han aumentado tras la creación de la reserva o si pescan individuos de mayor tamaño. Además, se les preguntó sobre la utilidad de mantener la reserva.

Además, se realizaron muestreos a bordo de los barcos artesanales de Santa Pola y Peñíscola durante 38 días, entre mayo y septiembre de 2024. Durante el estudio se tomaron muestras en 15 barcos (10 de Santa Pola y 5 de Peñíscola), lo que representa el 23% de toda la flota artesanal, y se obtuvieron 81 lances. Para cada lance los datos recopilados incluían: tipo de métier, esfuerzo pesquero (longitud red), posiciones geográficas del inicio y el final del lance y tamaño y peso de los individuos capturados por especie. La captura por unidad de esfuerzo (cpue) en peso (Kg) se calculó para 500 m de red en total y por especie. El muestreo se realizó de forma aleatoria y después todos los lances se clasificaron por métier. Solo los métiers con un número suficiente de réplicas se incluyeron en el análisis.

La distancia de los lances a las reservas marinas se midió con una línea recta desde el punto medio del lance al punto más cercano a la línea de la reserva con QGIS 3.30.3 (QGIS Development Team, 2023).

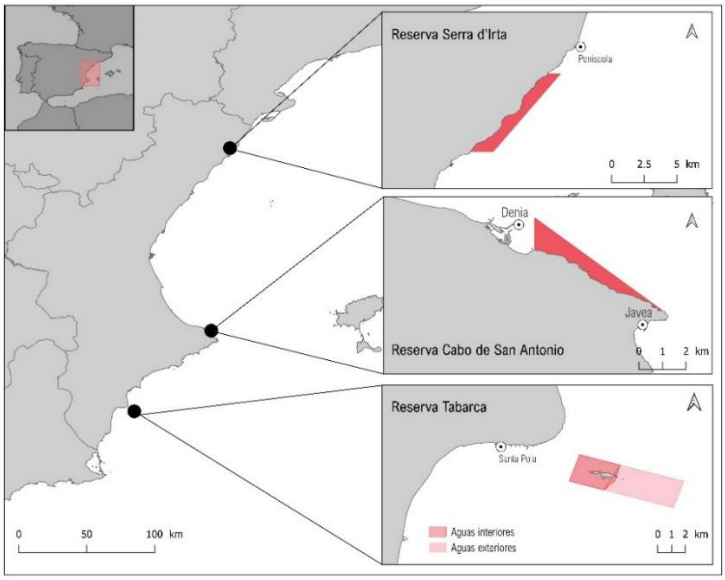


Figura 1: Reserva marina de la Serra d'Irta, Reserva marina del Cabo de San Antonio y Reserva marina de la isla de Tabarca.

-Análisis de datos

La frecuencia de las respuestas de los marineros entre las reservas se analizó utilizando la prueba del chi cuadrado. Las capturas totales de los métiers principales y la captura y el tamaño de las principales especies se analizaron en función de la distancia a la reserva utilizando modelos de regresión lineal simple. En Serra d'Irta el único métier con suficientes réplicas fue el trasmallo de salmonete (n=13). En Tabarca se analizaron 3 métiers: Trasmallo de gallineta (n=13), trasmallo de salmonete (n=29) y trasmallo de sepia (n=9). En total se analizaron 13 lances en Serra d'Irta y 51 en Tabarca.

Resultados

Percepción de los pescadores

Un tercio de los pescadores en Tabarca indicaron que pescan cerca de la reserva entre el 25 y 50% de los días de pesca, otro tercio pescan cerca entre el 5 y 25% y el resto menos del 5% del tiempo (figura 2). En la reserva de Serra d'Irta la mitad de los pescadores indicaron que pescan dentro o alrededor de la reserva más del 50% del tiempo, 12.5% pescan entre el 25 y 50%, 25% entre 5 y 25% y el 12% nunca pescan en la reserva. En el Cabo San Antonio la mitad de los pescadores indicaron que pescan cerca entre el 5 y 15% de los días de pesca y la otra mitad menos del 5%.

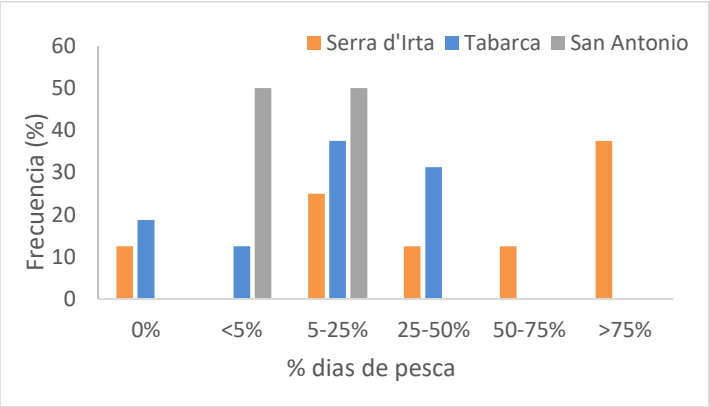


Figura 2: Con qué frecuencia, expresado en porcentaje de días de pesca, los pescadores trabajan cerca de las reservas de Serra d'Irta, Tabarca y San Antonio

En las reservas de la Serra d'Irta y el Cabo San Antonio los pescadores utilizan los mismos artes cerca y lejos de la reserva, pero en Tabarca se utilizan trasmallos y redes de enmalle mientras que cerca también emplean aparejos como el curricán y la línea (figura 3). De la misma manera, cerca y lejos de Serra d'Irta y el Cabo San Antonio, las especies objetivo no varían, mientras que en Tabarca sí. Las principales especies objetivo lejos de Tabarca son el salmonete (*Mullus surmuletus*) y la sepia (*Sepia officinalis*), mientras que cerca de la reserva las principales especies son el Mero (*Epinephelus marginatus*) y el Dentón (*Dentex dentex*) (figura 5). En el Cabo de San Antonio la única especie objetivo, según las encuestas, es el salmonete.

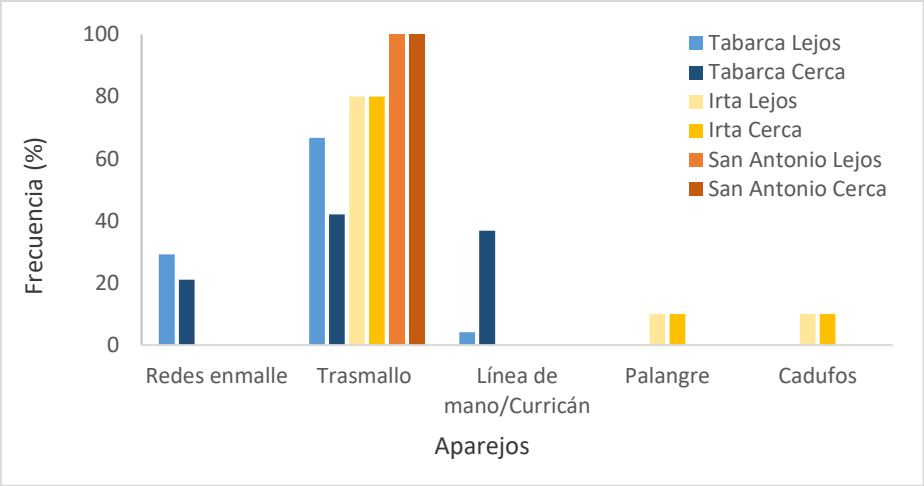


Figura 3: Aparejos usados cerca y lejos de las reservas marinas de Serra d'Irta, Cabo San Antonio y Tabarca.

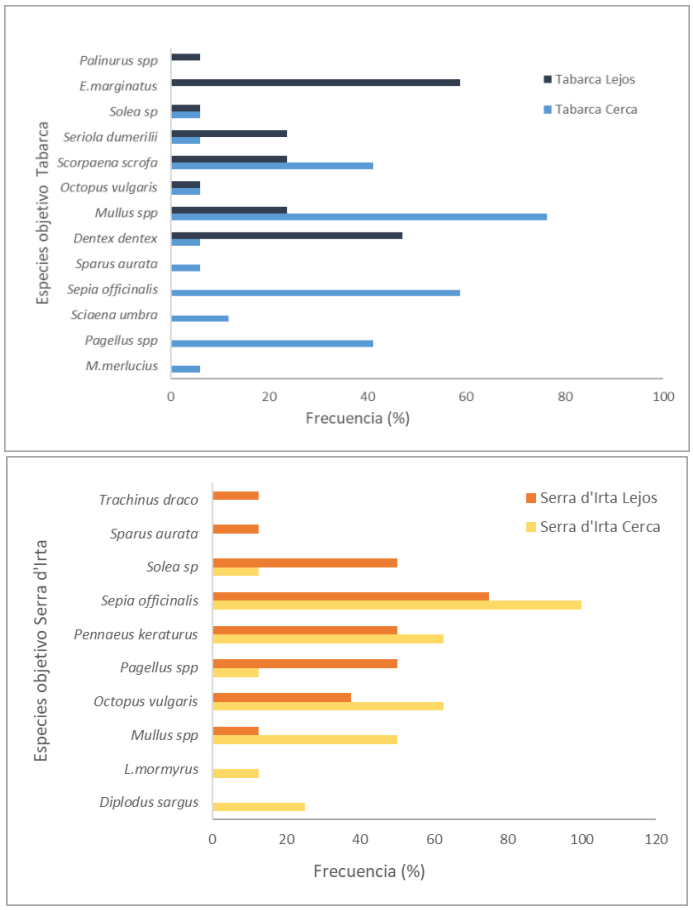


Figura 4: Especies objetivo cerca y lejos de las reservas marinas de Tabarca y Serra d'Irta.

La mayoría de los pescadores de los puertos cercanos a Tabarca y Cabo de San Antonio consideran estas reservas efectivas y que su creación ha mejorado las capturas al menos para algunas especies. En Irta la situación se invierte y la gran mayoría piensa lo contrario (figura 5). Solo en Tabarca los pescadores afirman que se capturan individuos más grandes cerca de la

reserva, principalmente el mero (*Ephinephelus marginatus),* la gallineta *(Scorpaena scrofa)* y el Dentón (*Dentex dentex*) (figura 6).

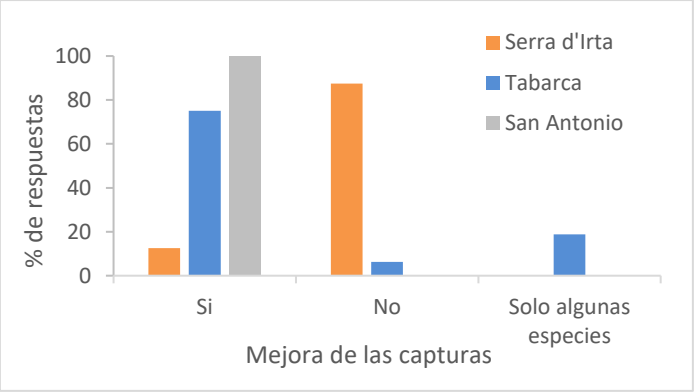


Figura 5: Percepción sobre la mejora de las capturas cerca de las reservas.

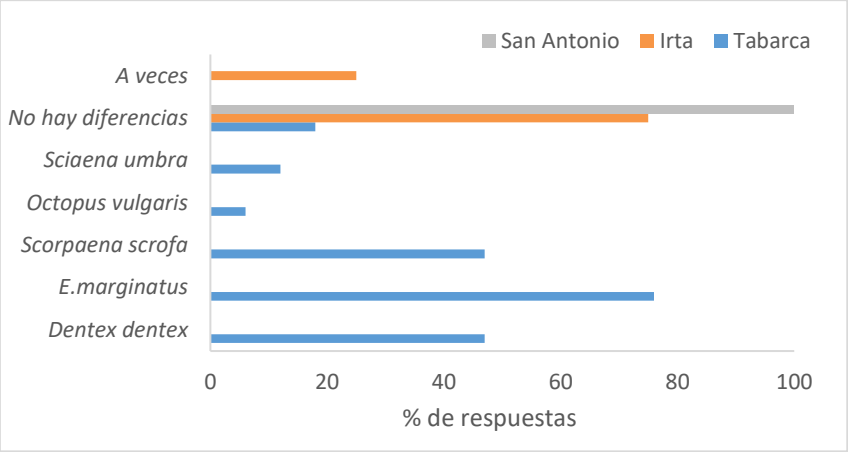


Figura 6: Especies que presentan mayor tamaño cerca de las reservas de Tabarca, San Antonio y Serra d'Irta según las opiniones de los pescadores.

Las opiniones mayoritarias de los pescadores de Tabarca son que la reserva ha sido útil y que debería mantenerse, aunque algunos entrevistados (30%) proponen realizar cambios en la gestión (figura 7 y 8). Por el contrario, la mayoría de los entrevistados en Serra d'Irta consideran que la reserva es inútil (figura 7), pero aun así más de la mitad piensan que debería mantenerse igual y el resto que debería mantenerse, pero con algunos cambios en la gestión. En el caso de la reserva marina de San Antonio existe unanimidad en que es útil para la pesca artesanal, pero mayoritariamente se indica que debería haber cambios (figura 7), principalmente la mejora de la vigilancia.

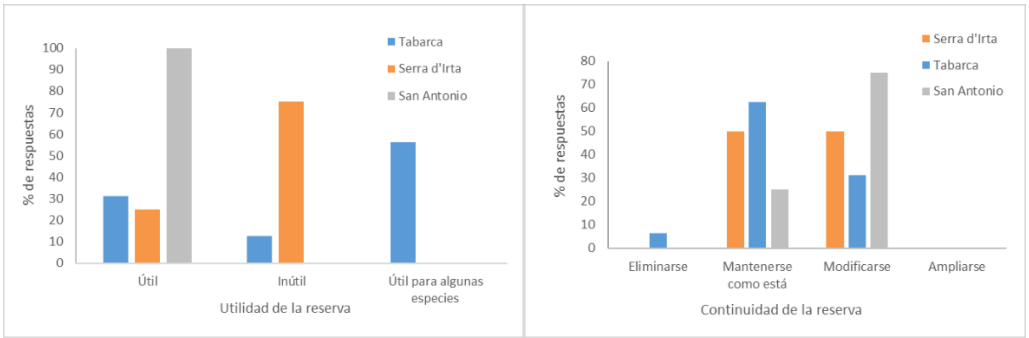


Figura 7: Percepción de los pescadores sobre la utilidad y la continuidad de la reserva

Muestreos a bordo

En la reserva marina de la Serra d'Irta se observa una disminución de la talla máxima de salmonete respecto a la distancia a la reserva con menores tallas cerca (Figura 8). No se encontraron tendencias en las capturas totales ni en las capturas por especies ni en las tallas de las otras especies en relación con la distancia a la reserva.

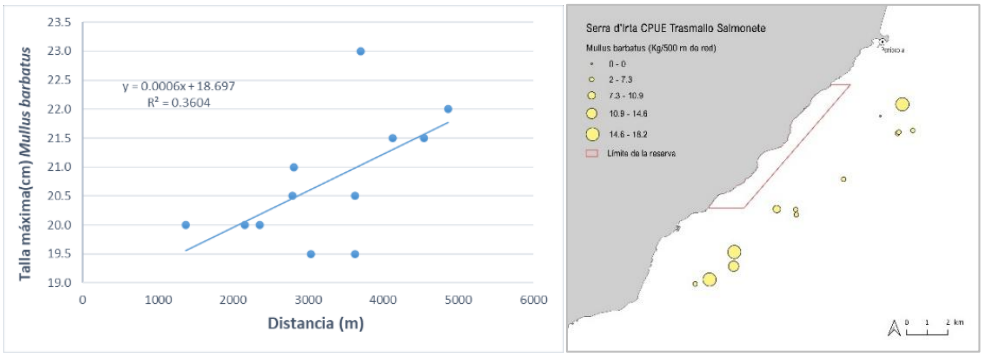


Figura 8. Talla máxima por lance para *Mullus barbatus* (izquierda;p-valor: 0.03904) para los lances muestreados en el trasmallo de salmonete en la reserva marina de la Serra d'Irta y la distribución espacial de los lances (derecha).

En la reserva marina de Tabarca se analizaron 3 métiers: el trasmallo de gallineta, el trasmallo de salmonete y el trasmallo de sepia.

Para el trasmallo de gallineta se observa una cierta tendencia decreciente al alejarse de la reserva para la CPUE total (figura 9) y para la de la especie objetivo (gallineta) (figura 10), así como para el pulpo (figura 11), aunque no se encontraron cambios significativos. Esta tendencia también se observa en la talla máxima y media de pulpo (figura 12), pero no para la de gallineta (figura 13). No se observó ninguna tendencia en las tallas medias o máximas en las otras especies objetivo de este metier.

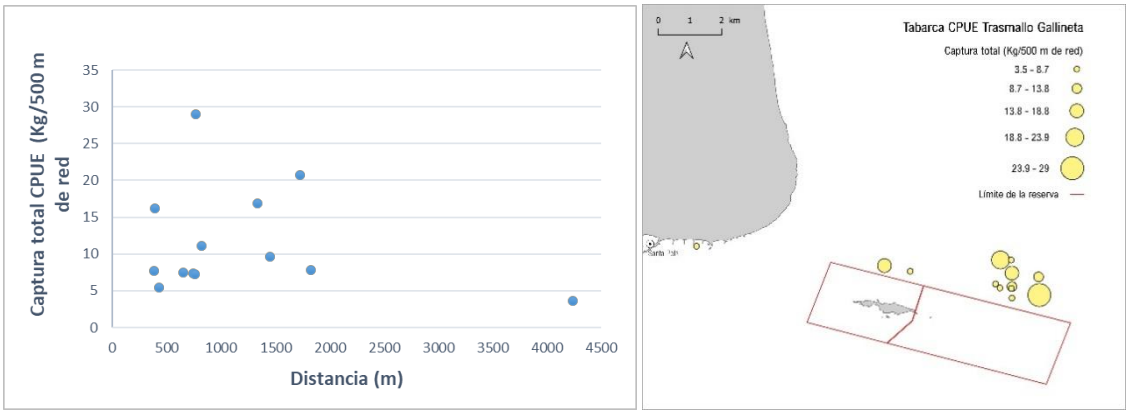


Figura 9: Captura por unidad de esfuerzo (kg/500 m de red) de la captura total en el trasmallo de gallineta en función de la distancia a la reserva (derecha p. valor:0.4993) y la distribución espacial de los lances (izq).

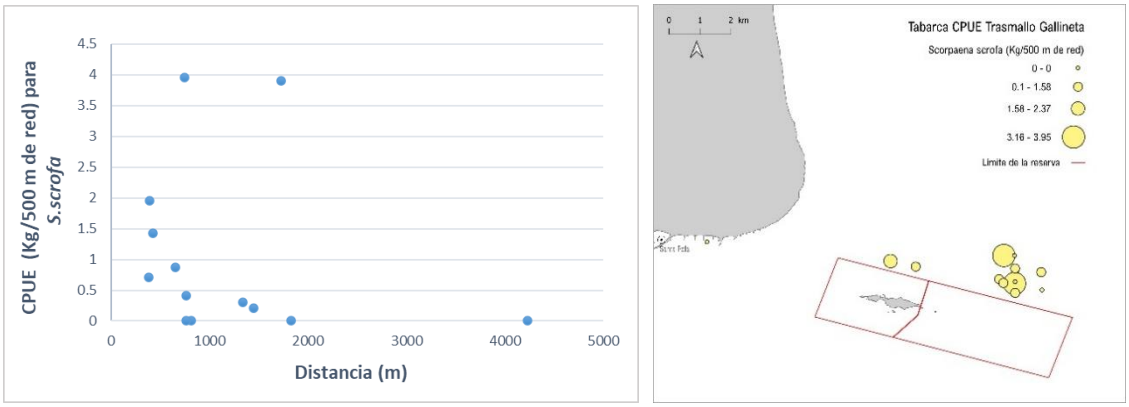


Figura 10: Captura por unidad de esfuerzo (Kg/500 m de red) para las capturas de *Scorpaena scrofa* capturada con trasmallo de gallineta en función de la distancia a la reserva (derecha) y su distribución espacial *(izquierda).*

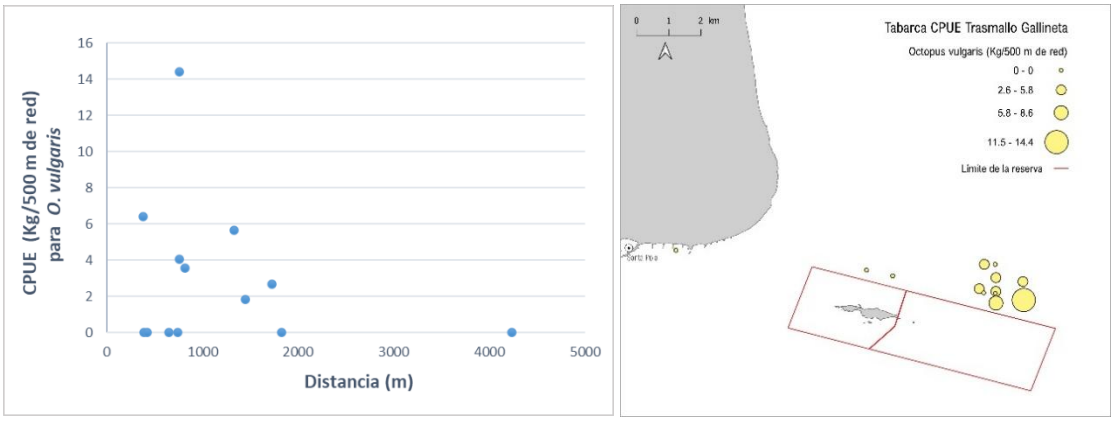


Figura 11: Captura por unidad de esfuerzo (Kg/500 m de red) para las capturas de *Octopus vulgaris* capturado con trasmallo de gallineta en función de la distancia a la reserva (izquierda) y su distribución espacial *(derecha).*

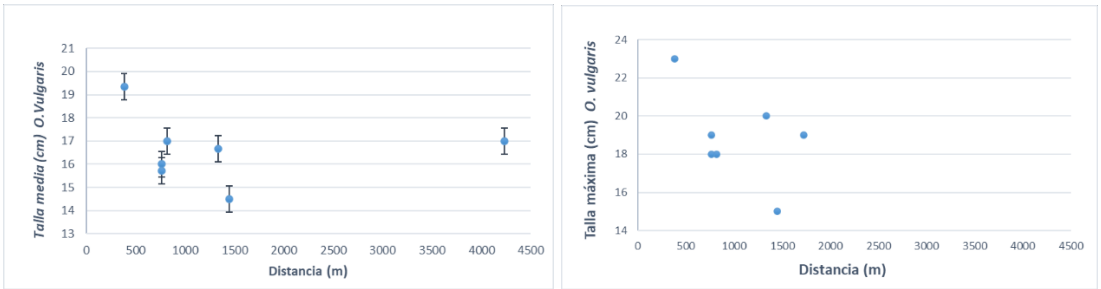


Figura 12: Variación de la talla media de *Octopus vulgaris* capturado con trasmallo de gallineta (derecha) en función de la distancia a la reserva de Tabarca. Talla máxima para cada lance (izquierda)

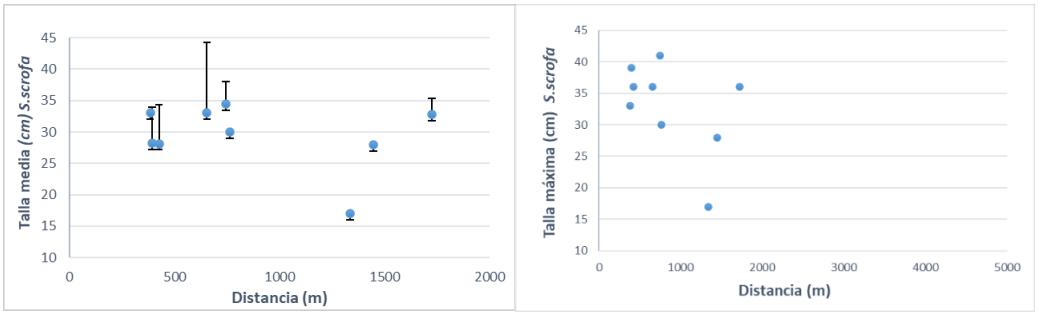


Figura 13: Variación de la talla media de *Scorpaena scrofa* capturada con trasmallo de gallineta (derecha) en función de la distancia a la reserva de Tabarca. Talla máxima para cada lance (izquierda).

Para el trasmallo de salmonete se observa una cierta tendencia negativa al alejarnos de la reserva para la CPUE total (figura 14), la CPUE de la especie objetivo: *Mullus barbatus* (figura 15) y la CPUE de *Sepia officinalis* (figura 16). No se observan tendencias en la talla media ni la talla máxima para ninguna de las especies capturadas excepto para *Scorpaena porcus (*figura 17) cuya talla aumenta con la distancia a la reserva.

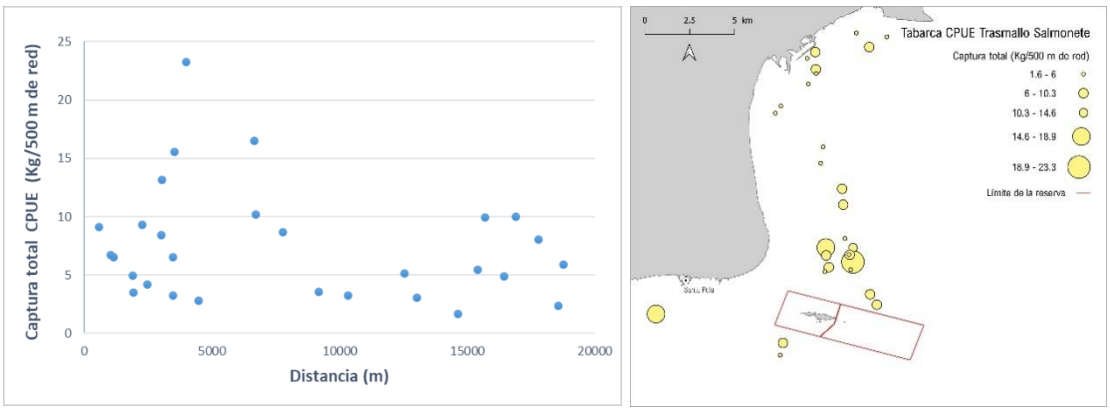


Figure 14: Captura por unidad de esfuerzo (kg/500 m de red) de la captura total en el trasmallo de salmonete en función de la distancia a la reserva (derecha) y la distribución espacial de los lances (izq).

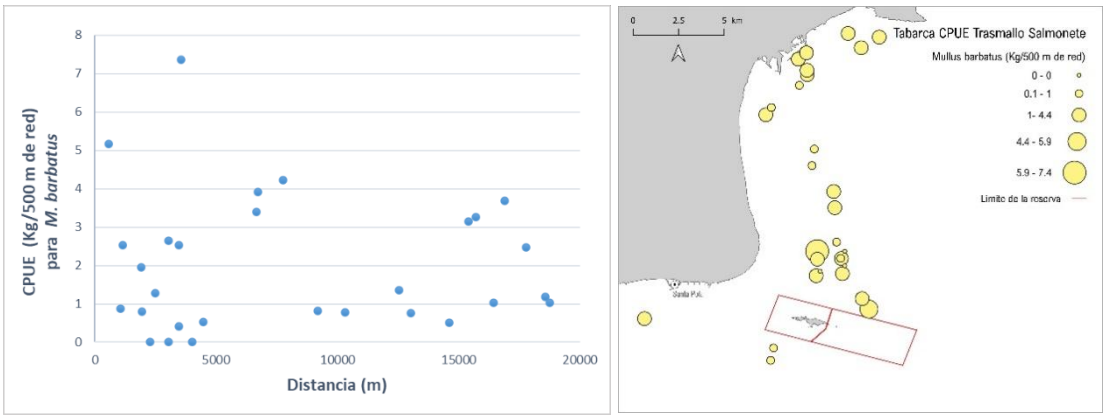


Figura 15: Captura por unidad de esfuerzo (Kg/500 m de red) para las capturas de *Mullus barbatus* capturado con trasmallo de salmonete en función de la distancia a la reserva (derecha) y su distribución espacial *(izquierda).*

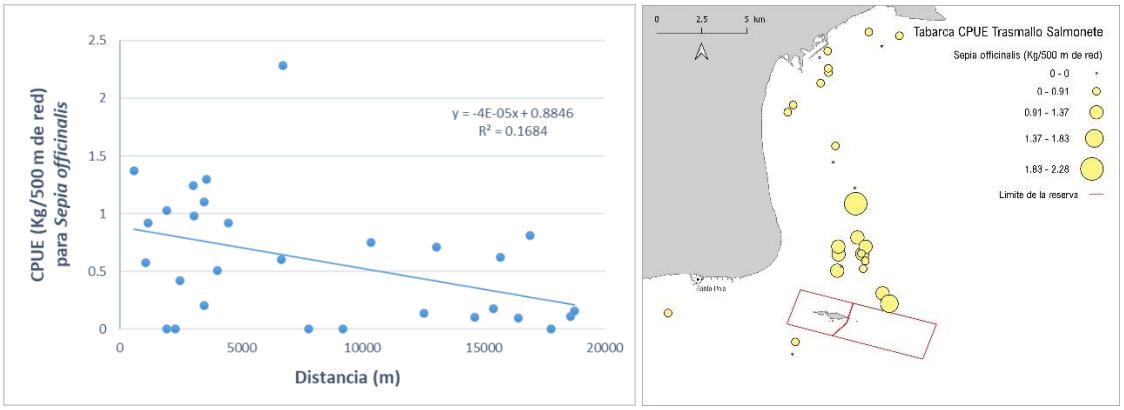


Figura 16: Captura por unidad de esfuerzo (Kg/500 m de red) para las capturas de *Sepia officinalis* capturado con trasmallo de salmonete en función de la distancia a la reserva (derecha; p-valor: 0.02704) y su distribución espacial *(izquierda).*

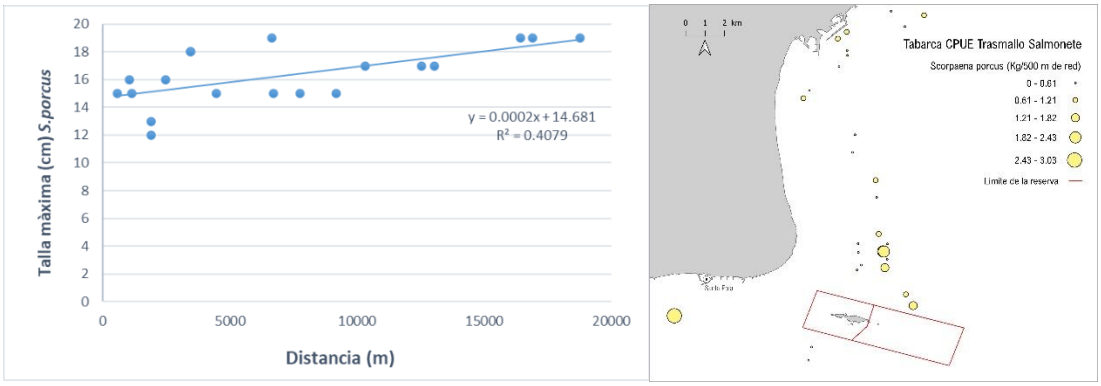


Figure 17: Talla máxima para las capturas de *Scorpaena porcus* capturado con trasmallo de salmonete en función de la distancia a la reserva (derecha; p-valor: 0.003248) y su distribución espacial *(izq).*

Para el trasmallo de sepia se obtienen tendencias negativas al alejarse de la reserva para la CPUE total (figura 18), la de sepia (figura 19) y la de dentón (figura 20). Además, en el caso del dentón se obtienen tendencias negativas con la talla máxima, mientras que para la sepia se obtienen tendencias positivas para la talla máxima (figura 21).

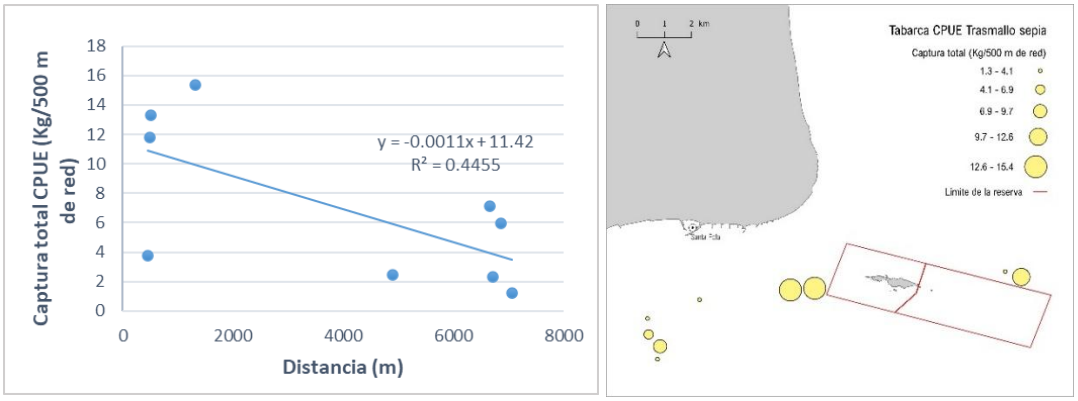


Figura 18: Captura por unidad de esfuerzo (Kg/500 m de red) en el trasmallo de sepia en función de la distancia a la reserva (derecha; p-valor: 0.04951) y su distribución espacial *(izquierda).*

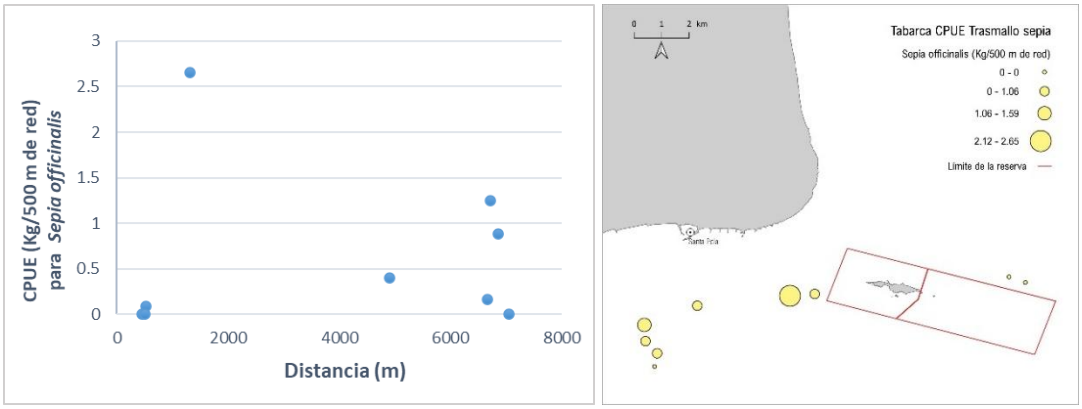


Figura 19: Captura por unidad de esfuerzo (Kg/500 m de red) para las capturas de *Sepia officinalis* capturado con trasmallo de sepia en función de la distancia a la reserva (derecha) y su distribución espacial *(izquierda).*

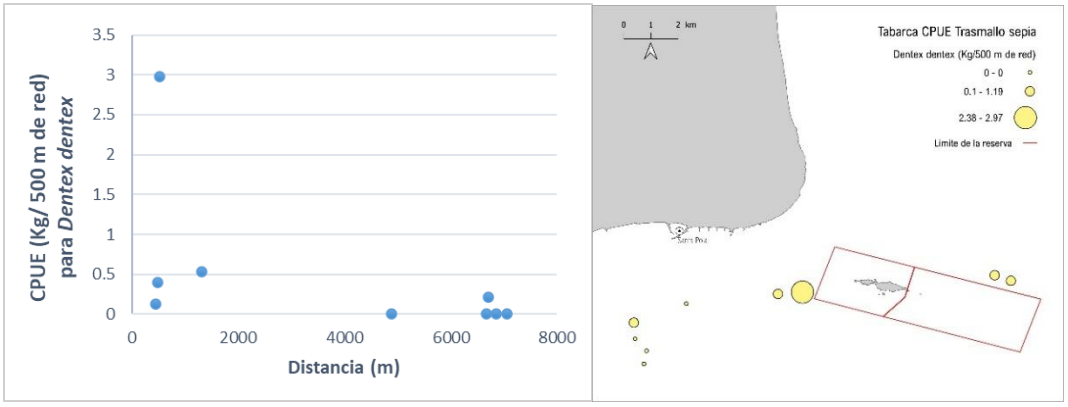


Figure 20: Captura por unidad de esfuerzo (Kg/500 m de red) para las capturas de *Dentex dentex* capturado con trasmallo de sepia en función de la distancia a la reserva (derecha) y su distribución espacial *(izquierda).*

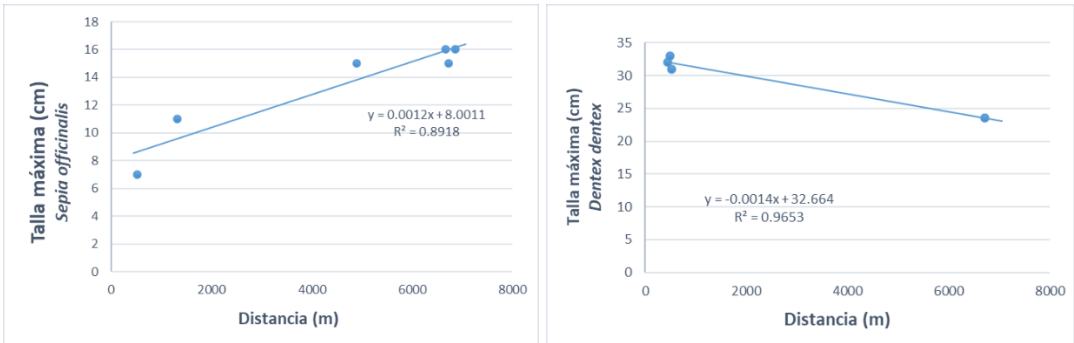


Figura 21: Talla máxima para *Sepia officinalis* por lance en función de la distancia a la reserva (derecha). Talla máxima para *Dentex dentex* por lance en función de la distancia a la reserva (izquierda)

Discusión

Las valoraciones que realizan los pescadores encuestados varían de una reserva a otra. Serra d'Irta es la reserva que cuenta con la peor opinión respecto a su efectividad, mientras que Tabarca cuenta con las opiniones más favorables y San Antonio mantiene una posición intermedia. Los resultados de los muestreos realizados corroboran las opiniones de los pescadores. Mientras que en Irta no se observa ninguna tendencia de gradientes de biomasa y de exportación de individuos desde la reserva de las principales especies pesqueras, en Tabarca se observan esas evidencias para varios artes y varias especies. Las diferencias pueden explicarse por el diferente tamaño (Tabarca es más grande que Serra d'Irta), las comunidades marinas (más diversas en Tabarca), pero principalmente por la diferente gestión, con restricciones pesqueras más estrictas en Tabarca que en Serra d'Irta. En el caso de Cabo de San Antonio, tiene una mayor diversidad de hábitats que Serra d'Irta (principalmente fondos arenosos), pero la aplicación y la gestión también son escasas, lo que, según las opiniones de los pescadores, podría estar afectando a la eficacia.

Estos resultados confirman la importancia de las restricciones pesqueras para lograr la eficacia de las reservas marinas como herramienta de gestión (Rife et al., 2013, Gill et al.,2017, Arcas et al.,2023). La reserva marina de Serra d'Irta puede considerarse un parque de papel, ya que no se han establecido restricciones efectivas de la mortalidad por pesca en su interior y, como consecuencia, no se observaron diferencias con las zonas abiertas. Sin embargo, los pescadores de Peñíscola indicaron que pescan con más frecuencia alrededor de la reserva marina de Serra d'Irta que los pescadores de Santa Pola alrededor de la reserva marina de Tabarca. Esto no puede explicarse por la probabilidad de obtener mejores capturas y probablemente esté relacionado con las menores restricciones pesqueras y la tradición de pesca en la zona.

Estudios anteriores han indicado la eficacia de la reserva marina de Tabarca para la mejora de las poblaciones. La biomasa de las especies objetivo es mayor dentro de la reserva marina (Bayle y Ramos, 1993; Bayle, 1999; Forcada, 2008) y se han observado gradientes negativos de abundancia y biomasa de peces a través de los límites de la reserva marina de Tabarca (Harmelin-Vivien et al., 2008, Forcada et al., 2008). Además, se ha observado una concentración del esfuerzo pesquero cerca de los límites de la reserva marina de Tabarca, principalmente de

artes de pesca dirigidas a individuos de mayor tamaño (Goñi et al., 2008; Forcada et al., 2010), y las capturas de algunas especies son mayores cerca de la reserva (Forcada et al., 2009). El número de pescadores en Tabarca ha aumentado tras la creación de la reserva mientras que en otros puertos de la región se observa una tendencia decreciente (Badalamendi et al., 2000).

Se ha destacado la importancia del conocimiento ecológico local en la gestión de la pesca (Silvano y Valbo-Jørgensen, 2008). El muestreo a bordo confirmó la opinión de los pescadores tanto en Serra D'Irta como en Tabarca. Si bien el salmonete en Serra d'Irta presenta tendencias positivas, no se han observado más tendencias en el resto de las especies ni en la captura total. En Tabarca se observan tendencias de mejora de las pescas alrededor de la reserva en los tres métiers y múltiples especies. Las especies que, según los pescadores, aumentan alrededor de Tabarca son *Epinephelus marginatus, Scorpaena scrofa* y *Dentex dentex.* La cantidad de mero en las capturas muestreadas es baja, pero el muestreo a bordo encontró algunas pruebas de la eficacia de la reserva para la mejora de *Dendex dentex*, con capturas más abundantes y de mayor tamaño cerca de la reserva, pero no se observó una tendencia clara para *Scorpaena scrofa.* El muestreo a bordo también indica que otras especies, menos nombradas o no indicadas por los pescadores, pueden verse afectadas positivamente por la reserva, como *Octopus vulgaris* y *Sepia officinalis.* La sepia, aunque presenta tallas menores cerca, como ya han descrito otras publicaciones (Forcada et al.,2009), aquí presenta una tendencia negativa respecto a la cpue. La evidencia de la mejora de la pesca alrededor de Tabarca justifica que la mayoría de los pescadores quieran mantener la reserva. Pero también se obtuvieron resultados inesperados ya que la mitad de los pescadores encuestados en Serra d'Irta prefieren mantener la reserva, aunque consideran que no es eficaz.

Hay que tener en cuenta que el muestreo se ha realizado solo de mayo a septiembre y que la pesca artesanal está marcada por una fuerte estacionalidad (Forcada et al. 2010, Arroyo et al. 2023). Es posible que algunos de los efectos de las reservas en las capturas no hayan sido observados debido a esta limitación temporal del muestreo. Sería conveniente abarcar todo el año en un nuevo estudio para evaluar la estacionalidad del efecto reserva que ha sido observado en estudios previos (Forcada et al., 2009).

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco del Convenio de colaboración entre la Generalitat Valenciana y la Universidad de Alicante para la realización de estudios e investigación en materia pesquera en aguas frente a la Comunitat Valenciana.

Bibliografía

Arcas, E., Valle, C., Forcada, A. (2023). Evaluation of the economic crisis on the conservation of the ichthyofauna in Marine Protected Areas. *Marine Policy*, *147*, 105347.

Badalamenti, F., Ramos, A. A., Voultsiadou, E., Lizaso, J. S., D'ANNA, G., Pipitone, C., Riggio, S. (2000). Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. *Environmental conservation*, *27*(2), 110-125.

Bayle, J.T. (1999). Ictiofauna de la Reserva Marina de Tabarca (Alicante, Sudeste Ibérico): evaluación de las medidas de protección. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. 349 pp.

Bayle, J.T. y Ramos, A.A. (1993). Some population parameters as bioindicators to assess the "reserve effect" on the fish assemblage. In: Qualité du milieu marin. Indicateurs biologiques et physico-chimiques, C.-F. Boudouresque, M. Avon & C. Pergent (eds.), GIS Posidonie publ., Fr.: 189-214.

Biseau, A. (1998). Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. Aquatic Living Resources, 11: 119–136.

Carter, A. B., Davies, C. R., Emslie, M. J., Mapstone, B. D., Russ, G. R., Tobin, A. J., Williams, A. J. (2017). Reproductive benefits of no-take marine reserves vary with region for an exploited coral reef fish. *Scientific reports*, *7*(1), 9693.

Díaz, D., Mallol, S., Parma, A. M., Goñi, R. (2011). Decadal trend in lobster reproductive output from a temperate marine protected area. *Marine Ecology Progress Series*, *433*, 149-157.

Forcada, A. (2008) Evaluación de las áreas marinas protegidas y su efecto en pesquerías artesanales del Mediterráneo occidental. Tesis doctoral Universidad de Alicante.

Forcada, A., Bayle-Sempere, J. T., Valle, C., Sánchez-Jerez, P. (2008). Habitat continuity effects on gradients of fish biomass across marine protected area boundaries. *Marine environmental research*, *66*(5), 536-547.

Forcada, A., Valle, C., Bonhomme, P., Criquet, G., Cadiou, G., Lenfant, P., Sánchez-Lizaso, J. L. (2009). Effects of habitat on spillover from marine protected areas to artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series*, *379*, 197-211.

Forcada, A., Valle, C., Sánchez-Lizaso, J. L., Bayle-Sempere, J. T.,Corsi, F. (2010). Structure and spatio-temporal dynamics of artisanal fisheries around a Mediterranean marine protected area. *ICES Journal of Marine Science*, *67*(2), 191-203.

Gill, D. A., Mascia, M. B., Ahmadia, G. N., Glew, L., Lester, S. E., Barnes, M., Fox, H. E. (2017). Capacity shortfalls hinder the performance of marine protected areas globally. *Nature*, *543*(7647), 665-669.

Goñi, R., Quetglas, A., Reñones, O. (2006). Spillover of spiny lobsters Palinurus elephas from a marine reserve to an adjoining fishery. *Marine Ecology Progress Series*, *308*, 207-219.

Goni, R., Adlerstein, S., Alvarez-Berastegui, D., Forcada, A., Renones, O., Criquet, G., Planes, S. (2008). Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series*, *366*, 159-174.

Goñi, R., Hilborn, R., Díaz, D., Mallol, S., Adlerstein, S. (2010). Net contribution of spillover from a marine reserve to fishery catches. *Marine Ecology Progress Series*, *400*, 233-243.

Halpern, B. S., y Warner, R. R. (2003). Matching marine reserve design to reserve objectives. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *270*(1527), 1871-1878.

Harmelin-Vivien, M., Le Diréach, L., Bayle-Sempere, J., Charbonnel, E., García-Charton, J. A., Ody, D., Valle, C. (2008). Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: evidence of fish spillover?. *Biological conservation*, *141*(7), 1829-1839.

Hilborn, R., Fitchett, M., Hampton, J., Ovando, D. (2025). When does spillover from marine protected areas indicate benefits to fish abundance and catch?. *Theoretical Ecology*, *18*(1), 1.

Kellner, J. B., Tetreault, I., Gaines, S. D., Nisbet, R. M. (2007). Fishing the line near marine reserves in single and multispecies fisheries. *Ecological Applications*, *17*(4), 1039-1054.

Manel, S., Loiseau, N., Andrello, M., Fietz, K., Goñi, R., Forcada, A., Mouillot, D. (2019). Long-distance benefits of marine reserves: myth or reality?. *Trends in Ecology & Evolution*, *34*(4), 342-354.

Mesnil, B., y Shepherd, J. G. (1990). A hybrid age-and length-structured model for assessing regulatory measures in multiple-species, multiple-fleet fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, *47*(2), 115-132.

Neis, B., Schneider, D. C., Felt, L., Haedrich, R. L., Fischer, J., Hutchings, J. A. (1999). Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *56*(10), 1949-1963.

QGIS development team. 2023. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. URL http://qgis.osgeo.org

Rife, A. N., Erisman, B., Sanchez, A., Aburto-Oropeza, O. (2013). When good intentions are not enough… Insights on networks of "paper park" marine protected areas. *Conservation letters*, *6*(3), 200-212.

Rojo, I., Anadón, J. D., García-Charton, J. A. (2021). Exceptionally high but still growing predatory reef fish biomass after 23 years of protection in a Marine Protected Area. *PLoS One*, *16*(2), e0246335.

Lizaso, J. S., Goñi, R., Reñones, O., Charton, J. G., Galzin, R., Bayle, J. T., Ramos, A. A. (2000). Density dependence in marine protected populations: a review. *Environmental conservation*, *27*(2), 144-158.

Silvano, R. A., y Valbo-Jørgensen, J. (2008). Beyond fishermen's tales: contributions of fishers' local ecological knowledge to fish ecology and fisheries management. *Environment, Development and sustainability*, *10*(5), 657-675.

Taylor, B. M., y McIlwain, J. L. (2010). Beyond abundance and biomass: effects of marine protected areas on the demography of a highly exploited reef fish. *Marine Ecology Progress Series*, *411*, 243-258.

Tzanatos, E., Somarakis, S., Tserpes, G., Koutsikopoulos, C. (2006). Identifying and classifying small-scale fisheries métiers in the Mediterranean: A case study in the Patraikos Gulf, Greece. *Fisheries Research*, *81*(2-3), 158-168.

Walters, C. (2000). Impacts of dispersal, ecological interactions, and fishing effort dynamics on efficacy of marine protected areas: how large should protected areas be?. *Bulletin of marine science*, *66*(3), 745-757.

Propuestas de gestión pesquera en el norte de la GSA 6

Marta Carreton[1, 2], Marc Balcells[1, 2], Marta Blanco[1, 2], Ferran Bustos[1, 2], Joan B. Company[1, 2], Pablo Couve[1, 2], Eve Galimany[1, 2], Mariona Garriga-Panisello[1, 2], Mireia G. Mingote[1, 2], Cristina López-Pérez[1, 2], Adrià Martí Comas[1, 2], Begoña Martínez[1, 2], Patricia Poch[1, 2], Xènia Puigcerver-Segarra[1, 2], Marta Pujol-Baucells[1, 2], Laura Recasens[1, 2], Jordi Ribera-Altimir[1, 2], Alberto J. Rico[1, 2], Alba Rojas[1, 2], Iván Ruiz[1, 2], Joan Sala-Coromina[1, 2], Ricardo Santos-Bethencourt[1, 2], Mireia Silvestre[1, 2], Laia Viure[1, 2].

[1]Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR), Pg. Marítim de la Barceloneta 37-49 08003, Barcelona, Catalonia, Spain
[2]Departament de recursos marins renovables, Institut de ciències del mar (ICM-CSIC), Pg. Marítim de la Barceloneta 37-49 08003, Barcelona, Catalonia, Spain

1. Introducción y contexto general

En 2020, al inicio de la implementación del Plan Plurianual para Especies Demersales del Mediterráneo Occidental (MAP), se realizó una simulación para calcular la reducción anual de días de pesca que sería necesaria para alcanzar el FMSY (rendimiento máximo sostenible) de la merluza europea en 2025 (ICATMAR 20-07). A la vista de los 50-66 días de pesca anuales por embarcación resultantes para los diferentes segmentos de la flota, y teniendo en cuenta la disminución continua en el número de buques desde el año 2000, se hizo evidente que la viabilidad del modelo pesquero no estaba asegurada, y que eran necesarios esfuerzos orientados a medidas de gestión complementarias además de la reducción del esfuerzo pesquero en días de mar.

En la actualidad, la flota de arrastre del Mediterráneo español tiene asignados 27 días de pesca por embarcación para 2025 (Diario Oficial de la Unión Europea 2025), ampliables hasta el máximo de días asignados en 2024 mediante mecanismos de compensación, es decir, una media de 130 días por buque, dependiendo del segmento de eslora. Así, la flota no podrá alcanzar este año los días de trabajo efectivos realizados en 2024 (una media de 170 por embarcación, con variaciones según segmento). Bajo este escenario, se espera que los días de pesca en el norte de la GSA 6 (N GSA 6) se agoten hacia finales de septiembre, y que los barcos más pequeños deban cesar su actividad incluso a mediados del verano.

En este contexto, se presentan aquí algunas propuestas de gestión pesquera para el norte de la GSA 6 (N GSA 6), junto con algunas consideraciones sobre un posible cambio en el modelo tradicional de pesquerías mediterráneas.

2. Propuestas de gestión pesquera para la N GSA 6

2.1. Ampliación de las zonas de cierre permanentes (no-take zones)

En la N GSA 6, las áreas de cierre permanente donde no se autoriza la pesca de arrastre representan actualmente el **3,8%** de la superficie pescable disponible (50 a 800 m de profundidad). Estas zonas fueron diseñadas considerando áreas de reclutamiento o cría de especies objetivo del MAP (excepto la gamba rosada) y distribuidas equitativamente a lo largo de la costa, formando una **red de Áreas Marinas Protegidas (AMPs)** que favorecen la conectividad de los procesos biológicos (ICATMAR 23-06; López-Aguilar et al., en revisión; Clavel-Henry et al., 2024a, 2024b; 2019). Algunas críticas sugerían que estas zonas se establecieron en áreas sin actividad pesquera, pero los datos de esfuerzo publicados en 2023 contradicen esta afirmación (ICATMAR 23-06). Otra preocupación era el **desplazamiento del esfuerzo pesquero** hacia zonas adyacentes. Nuestros datos muestran que, si bien existe cierta redistribución, esta

no alcanza los niveles previos, probablemente debido también a la reducción general del esfuerzo (menos buques y días de pesca, ICATMAR 23-06). Los resultados muestran **efectos positivos claros**, como el ***spillover*** para especies como el salmonete, y poblaciones más abundantes y mejor estructuradas dentro de las áreas de cierre, como en el caso de la cigala (Vigo et al., 2023). Sin embargo, estas áreas aportan solo una pequeña compensación en días de pesca, sin mecanismos adicionales de apoyo a su implementación, lo que **desincentiva su expansión**. Una medida para fomentar estas acciones podría ser **asignar compensaciones** a las cofradías que realicen **acciones de restauración** en las áreas cerradas, tal como ya se está haciendo con éxito (proyecto LIFE-ECOREST, Aguzzi et al., 2024).

La **eficacia de los cierres temporales** no es comparable a la de los cierres permanentes (ICATMAR 23-09). Por ello, la propuesta más reciente sobre la que se está trabajando es sustituir el área protegida temporal de Tarragona (Subárea Cataluña, Figura 1) por una **extensión en 73 km²** de las áreas permanentes existentes. Esto elevaría la protección del **3,8% al 4,5%** del área pescable de la N GSA 6. **Por otro lado, l**a mayoría de áreas marinas protegidas se concentran en **ecosistemas costeros**, pero existe una **urgente necesidad de proteger hábitats profundos** (Jacquemont et al., 2024). El equipo de ICATMAR promovió el **primer cierre permanente a 1000 m** (BOE 2008; WWF/IUCN 2004). Si se implementa la **propuesta española de 2024** de prohibir el arrastre más allá de 800 m (ICATMAR 24-09), se incrementaría la protección de hábitats esenciales y de **reclutamiento de especies objetivo**, en especial la gamba rosada.

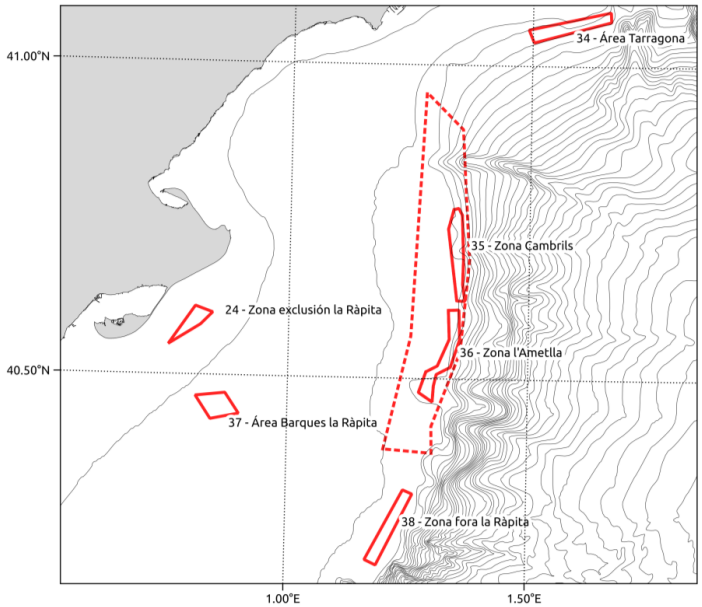


Figura 1. Áreas de cierre permanente a la pesca (línea continua) y área de cierre temporal (línea discontinua) en el sur de Cataluña. Se propone substituir el cierre temporal por una ampliación de las áreas permanentes ya existentes.

En conjunto, se propone **co-diseñar** cierres permanentes que protejan especies clave en etapas vulnerables de su ciclo de vida, y establecer un **FRA discontinuo** que integre todas las zonas de cierre actuales de la N GSA 6.

2.2. Protección de reproductores de merluza mediante cierres temporales para pesca artesanal

Los **reproductores de merluza europea** son los individuos más grandes de la población y solo los captura la pesca artesanal (palangres, trasmallos, etc.). Este segmento representa en la actualidad **pocos barcos**, pero no tiene restricciones vinculadas al ciclo vital de la especie. Regular estas artes durante uno de los **picos reproductivos (octubre-enero)** (Recasens et al., 2008) garantizaría proteger una fracción esencial del stock. Por ejemplo, según datos de desembarques de 2019-2023, unos **20 barcos** capturan más del 20% de merluza por día en este periodo. La propuesta contempla **cerrar la actividad 2,5 meses** durante el pico reproductivo solo para estos barcos (ICATMAR 24-09).

2.3. Mejoras técnicas en artes de pesca

a) Uso de puertas de arrastre de bajo contacto

La recuperación de hábitats profundos es clave para mejorar el estado de las poblaciones marinas. Las **puertas de bajo contacto** reducen significativamente la **resuspensión de sedimentos** y ayudan a restaurar la estructura y dinámica ecológica del fondo (ICATMAR 23-01; Pusceddu et al., 2014). A pesar de su efectividad, las **compensaciones por su uso** en el MAP han sido nulas o bajas, limitando su adopción. En 2025 ha aumentado el número de barcos que han solicitado este cambio en Cataluña, pero aun así solo el **32% de la flota** ha realizado la transición.

b) Incremento de la selectividad de las redes

Desde el 1 de junio de 2025 es obligatorio el uso de **malla cuadrada de 45 mm en pesca costera y de 50 mm en pesca de profundidad**, a cambio de días extra de pesca (hasta 130). Se espera un **impacto positivo en los stocks**, que deberá evaluarse cuando los datos estén disponibles. Con esta medida, las especies objetivo (gamba rosada, gamba blanca, cigala) quedarán por encima de su talla mínima de referencia (MCRS) y de su talla de primera madurez (ICATMAR 21-05).

2.4. Refuerzo de mecanismos de gestión participativa

La mayoría de estas propuestas surgen de **procesos participativos** entre administraciones, científicos, pescadores y ONGs. En Cataluña, los **comités de cogestión** garantizan participación y consenso, pero **faltan estructuras similares** a nivel estatal y europeo (proyectos GAP, GAP2; Dramstad et al., 2011).

3. Preocupaciones y consideraciones sobre el cambio de modelo pesquero

En junio de 2025, la Comisión Europea publicó un documento en el que se valoraba la resiliencia y competitividad de la flota pesquera mediterránea al mismo nivel que la sostenibilidad de las poblaciones explotadas (COM2025 296). De hecho, la Política Pesquera Común (PPC) considera los tres aspectos de la sostenibilidad (ambiental, social y económica) como objetivos igualmente prioritarios para guiar sus acciones. Sin embargo, las actuales tensiones socioeconómicas, derivadas de más de dos décadas de reducción del esfuerzo pesquero con disminución del número de buques y capturas, y reforzadas por la normativa más reciente en el Mediterráneo occidental, evidencian un desequilibrio en las prioridades de las medidas de gestión aplicadas hasta la fecha. En este contexto, existen indicios de que la presión socioeconómica sobre la flota podría estar provocando cambios en su estrategia, comportamiento y dinámica, con posibles consecuencias no deseadas.

3.1. La gestión de la gamba rosada

La biología y el hábitat de la gamba rosada proporcionan al stock algunos mecanismos intrínsecos de recuperación natural, como el reclutamiento y el hábitat juvenil temprano por debajo de 800-1000 m (Sardà y Company 2012), donde no están disponibles para la explotación, o los episodios periódicos de *Dense Shelf Water Cascading* que aportan nutrientes y materia orgánica a estos fondos más profundos (Company et al., 2008). Las tendencias de desembarques y LPUE de estas especies se han mantenido estables durante la última década, y los índices de abundancia, las observaciones de campo y los diagnósticos de algunos modelos de evaluación de stocks contrastan con las evaluaciones oficiales, estimando que el stock se pesca de manera sostenible (ICATMAR 25-06).

Sin embargo, esta es la única pesquería en nuestra zona regulada doblemente mediante reducción de días de pesca y límite de captura, que se redujo a 708,3 t en 2025 (280,9 t en la N GSA 6). Ante la implementación firme del límite de captura prevista para 2025, el comportamiento de la flota está cambiando y algunas prácticas que antes no se observaban comienzan a integrarse en la dinámica pesquera.

Por ejemplo, según datos de muestreo a bordo del ICATMAR, el porcentaje de descartes de gamba rosada aumentó durante los primeros meses de 2025 en comparación con años anteriores, alcanzando un 7,22% de la captura de la especie. Si esta tendencia se mantiene en relación con la captura total de 2024, representaría un total de 65 t de descartes en 2025. Esta práctica no se observaba en años anteriores y se espera que se intensifique a medida que los buques alcancen sus límites de captura y se acerque la temporada alta de desembarques y precios, habitualmente en julio-agosto (ICATMAR 25-04). Por otro lado, la nueva medida del uso obligatorio de malla de 50 mm en los copos, que asegura que los individuos capturados superen la talla mínima de conservación (MCRS), contribuirá a una gestión más efectiva de esta especie en los próximos años.

Asimismo, la estrategia pesquera de la flota dedicada a esta especie está cambiando. En algunos puertos, los arrastres sobre los fondos de gamba rosada son menos frecuentes y de menor duración, con un solo arrastre diario en lugar de los 2 a 4 habituales, en favor de arrastres más largos sobre fondos costeros dirigidos a otras especies, incluyendo las otras cuatro especies de interés del MAP. Paralelamente, algunos puertos, especialmente aquellos donde la gamba rosada representa una fracción predominante de los desembarques (Palamós, Roses, ICATMAR 25-04), muestran un aumento de los días dedicados al metier mixto (Figura 2), indicando un desplazamiento del esfuerzo desde los fondos de gran profundidad hacia áreas costeras.

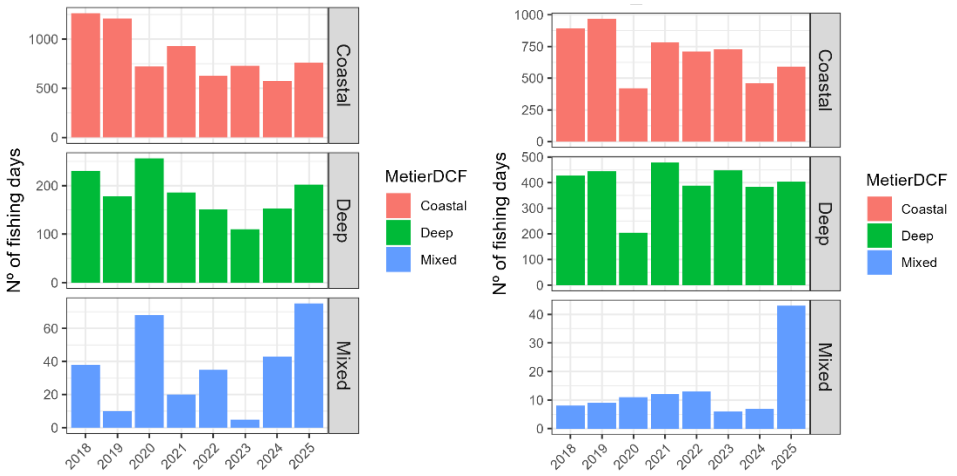


Figura 2. Días totales de pesca dedicados a los metiers de pesca costera, profunda y mixta durante los meses de enero a mayo de 2018 a 2025, para los puertos de Roses (izquierda) y Palamós (derecha).

Además, a 14 de julio de 2025, ya se había desembarcado el 69,5% del límite de captura asignado para Cataluña, cuando aún no había comenzado el pico anual de desembarques de la especie (típicamente en julio-agosto, Figura 2). Cuando estos buques agoten su cuota de gamba rosada, deberán utilizar los días de pesca restantes en fondos costeros, provocando un desplazamiento del esfuerzo pesquero y un mayor impacto sobre estas poblaciones.

El principal riesgo de este cambio en las prácticas es que los buques centrados en la gamba rosada constituyen la parte de la flota con buques de mayor tamaño, de manera que su captura diaria es mayor, incluso al trabajar en fondos costeros. En 2024, los buques centrados en esta especie (definidos como aquellos que dedican el 80% o más de sus días anuales de pesca al metier de pesca profunda) desembarcaron un promedio de 30 kg de merluza por día en el metier costero, mientras que el resto de la flota capturó 20 kg/día en los mismos fondos (Figura 3). En resumen, el esfuerzo pesquero sobre fondos costeros está aumentando a pesar de la limitación de días de pesca.

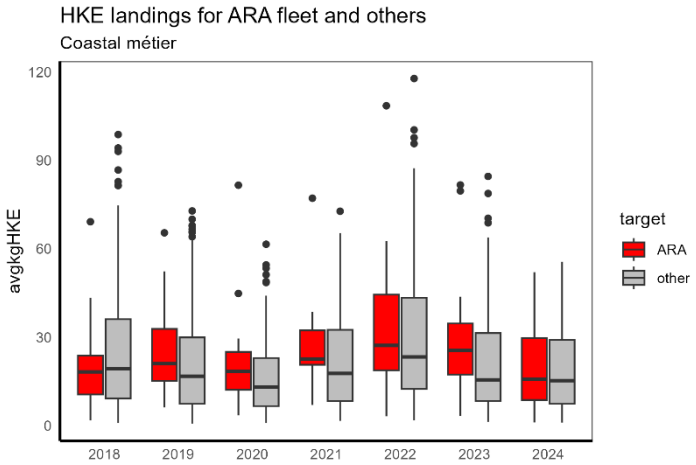


Figura 3. Desembarques medios de merluza europea (en kg diarios por embarcación) para la flota dedicada a la gamba rosada (en rojo) y para el resto de embarcaciones (en gris) en días de metier costero para los años 2018 a 2024. La flota dedicada a la gamba rosada se ha definido como las embarcaciones que dedican el 80% o más de sus días anuales al metier de pesca profunda.

Por otro lado, tanto el aumento de descartes como el desplazamiento e incremento del esfuerzo sobre fondos costeros se ven reforzados por valores de LPUE durante los primeros cinco meses de 2025 superiores a los de años anteriores para las especies de interés del MAP (Figura 4). Cabe destacar que los días de trabajo se han mantenido constantes, por lo que el aumento del LPUE probablemente refleja un mayor biomasa disponible en el mar.

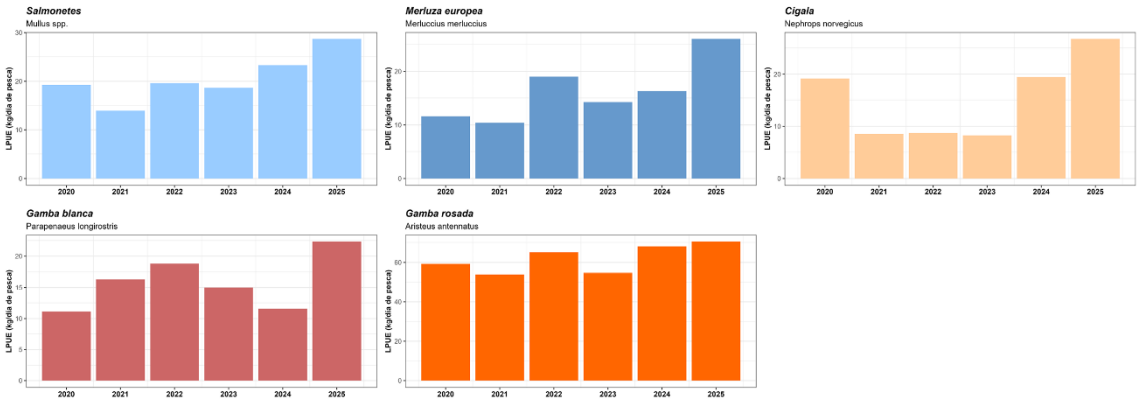


Figura 4. Desembarques por unidad de esfuerzo (LPUE, en kg por día de pesca) durante los meses de enero a mayo de los años 2020 a 2025, para las cinco especies de interés del MAP. De arriba abajo y de izquierda a derecha: Salmonetes, merluza europea, cigala, gamba blanca y gamba rosada.

Finalmente, otro riesgo de esta doble regulación es la proliferación de prácticas ilegales. Para no superar la cuota, algunos pescadores podrían vender parte de la captura fuera de subasta o bajo otro nombre. Los programas de monitoreo pesquero y evaluación de stocks actuales dependen de la fiabilidad de los datos de desembarques. Estas prácticas han sido prácticamente inexistentes en puertos españoles durante las últimas décadas, pero una vez aparezcan, comprometerán la robustez de los datos y dificultarán analizar la dinámica de las capturas y del comportamiento de la flota, impidiendo una comprensión adecuada del estado de los stocks.

El hecho de que esta doble regulación, que provoca cambios profundos en el comportamiento de la flota, se aplique a una especie que, según índices de abundancia, datos de captura y modelos de producción, no necesita medidas más estrictas que otras, plantea dudas sobre su idoneidad y eficacia para el modelo pesquero actual.

3.2. Repensar los plazos del proceso de decisión

Actualmente, los datos recogidos durante los primeros meses de 2025 se analizarán a finales de 2026 y las medidas correspondientes entrarán en vigor en 2027 (Figura 5). Esto impide una estrategia de gestión adaptativa y flexible que pueda responder a cambios observados en el sistema. Si bien los datos pesqueros requieren validación y un análisis completo, la estrategia actual podría ser adecuada para establecer medidas a largo plazo, por ejemplo, con una duración mínima de tres años, y el proceso podría complementarse con procedimientos más ágiles que analicen datos recientes y evalúen los efectos a corto plazo de las medidas.

Un ejemplo claro de la necesidad de este sistema es la situación de este año, en la que la restricción de cuota de gamba rosada coincide con valores crecientes de LPUE de la especie. La estabilidad a medio plazo de las medidas facilitaría el análisis de sus efectos, ya que las series de datos posteriores a cada cambio serían más largas y robustas. Además, los procesos biológicos requieren tiempo para reflejar los efectos de las medidas de gestión, especialmente para especies longevas como la merluza o la gamba rosada.

Asimismo, cierta estabilidad en las medidas facilita la participación del sector en el co-diseño e implementación de medidas, ya que las preocupaciones sobre la viabilidad socioeconómica pueden limitar los esfuerzos de sostenibilidad. En paralelo, un proceso complementario y ágil

de análisis de datos es posible con los programas de recolección actuales, y puede monitorizar efectos no deseados o reforzar tendencias positivas.

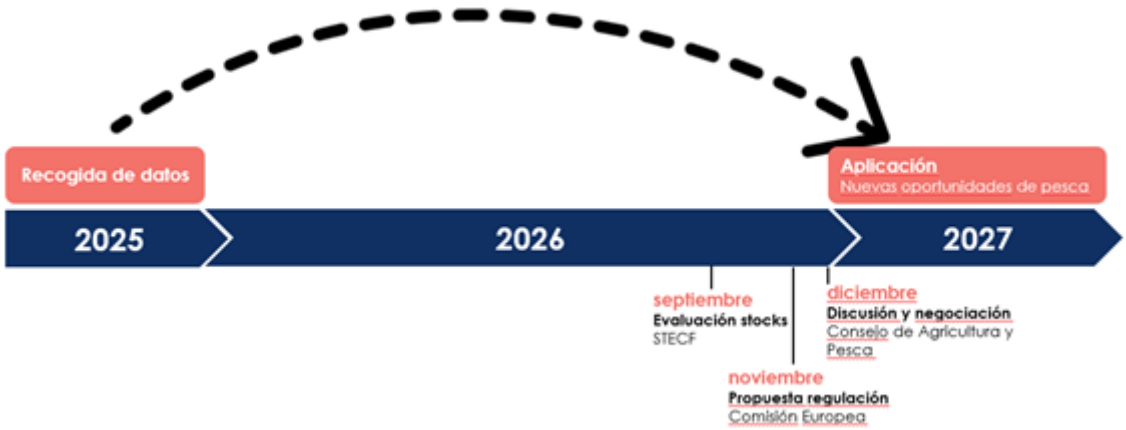


Figura 5. Esquema del proceso de toma de decisiones en materia de gestión pesquera para los stocks demersales del Mediterráneo bajo el MAP.

3.3. Cambios en la estructura de la flota: ¿hacia más desigualdad?

Durante su periodo de transición, el MAP no ha logrado revertir la tendencia de cierre de pequeñas y medianas embarcaciones, mientras que el segmento más grande de la flota mantiene cierta estabilidad. La asignación inicial de días de pesca se realizó según valores históricos reportados por el sector, por lo que los buques pequeños, limitados por condiciones meteorológicas o cierres temporales, recibieron menos días. Además, la reducción de días de pesca ha sido más intensa para los segmentos de flota más pequeños.

Además de la segmentación de la flota, la división en dos metiers, pesca costera y pesca profunda, contribuye a aumentar la desigualdad, con consecuencias directas en los días de pesca asignados y los ingresos. Esta división es en realidad una construcción regulatoria, ya que tradicionalmente los pescadores elegían sus zonas de pesca según rentabilidad de mercado, meteorología u otros factores. Sin embargo, los buques que no declararon capturas históricas de pesca profunda en los años previos al MAP no recibieron días asignados en ese metier, aunque podrían haber trabajado en esos fondos.

Con el aumento de la desigualdad, los patrones de embarcaciones pequeñas costeras están decidiendo vender sus barcos a patrones de buques más grandes, capaces de operar también en alta mar. Estos buques pueden utilizar los días de pesca de ambas embarcaciones, aumentando directamente el esfuerzo pesquero. Esto es posible porque los patrones de buques grandes están en mejor situación económica y pueden adquirir otras embarcaciones debido a la diferencia de ingresos entre metiers (Figura 6A). Esta brecha, existente desde siempre, se ha intensificado en los últimos años (Figura 6B).

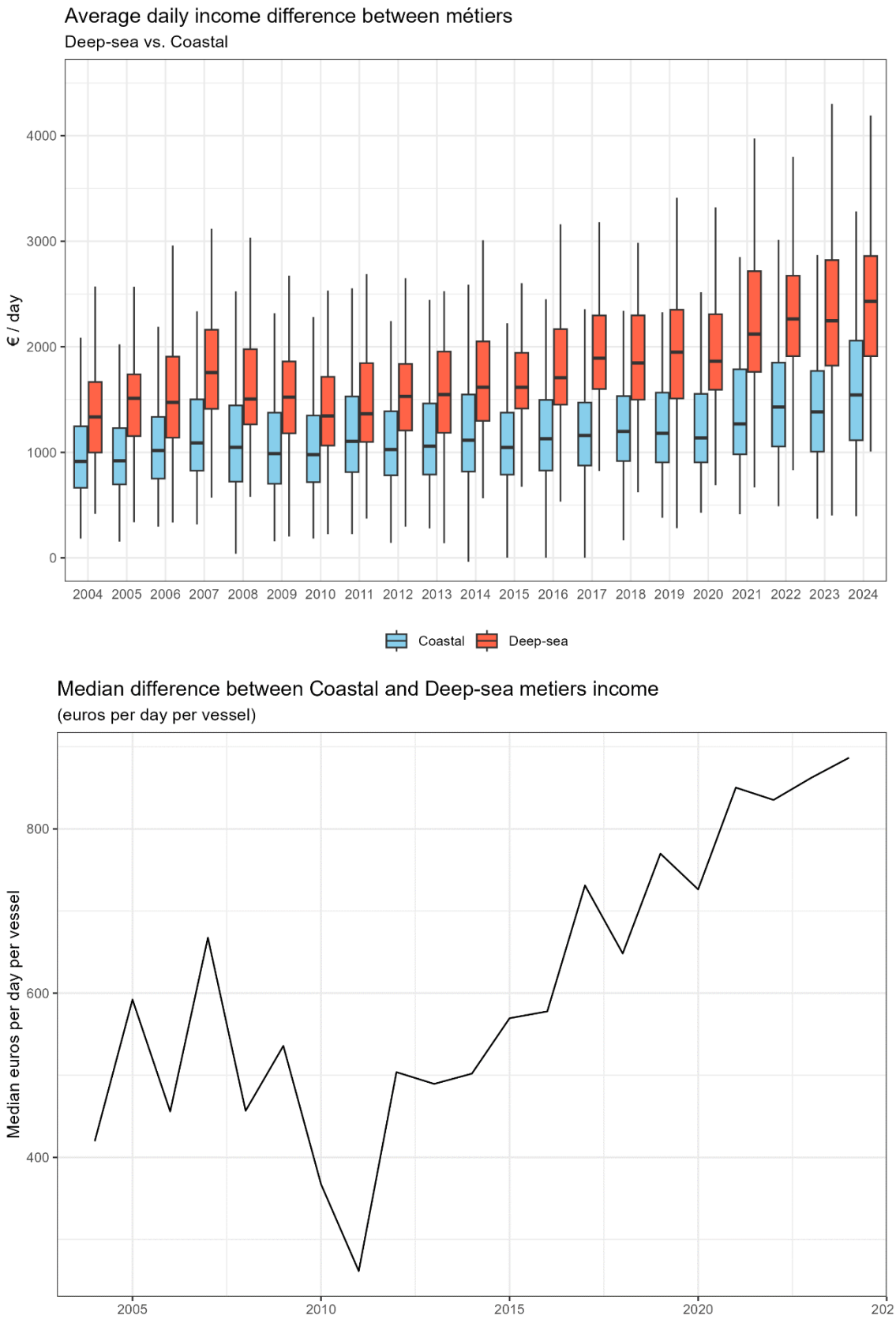


Figura 6. Diferencia en ingresos diarios por embarcación entre los metiers de pesca costera (en azul) y profunda (en rojo) en el norte de la GSA 6 entre 2004 y 2024. A: ingresos medios diarios, en euros diarios por embarcación, para cada metier. B: diferencia entre los valores medianos de

las series de ingresos diarios de los dos metiers. En 2004, la diferencia entre los valores medianos de estos metiers era de 400€; en 2024, esta diferencia se ha incrementado hasta casi 900€.

Este cambio favorece la concentración de riqueza en menos manos, un modelo que diverge de la estructura tradicional de la flota mediterránea (empresas pequeñas, negocios familiares, cofradías de pescadores fuertes). Además, la pérdida de embarcaciones pequeñas costeras reduce la diversidad tradicional de lonjas y cofradías de pescadores, provocando un cambio cultural.

La segregación por eslora y metier genera más desigualdad en oportunidades de pesca e ingresos, ya que los buques grandes y el metier de pesca profunda son más rentables. Esto genera conflictos sociales crecientes dentro del sector. Por ello, asignar un número fijo de días de pesca a cada buque podría reducir estas desigualdades y tensiones. Nuestra propuesta de transferencia de los días asignados en 2024 (ICATMAR 24-07b), enfocándose en otras medidas de gestión, aplicable independientemente del segmento de eslora o metier, probablemente resolvería esta situación y proporcionaría estabilidad para promover inversiones en sostenibilidad.

4. Resumen y conclusiones

En resumen, durante los últimos 20 años, la flota de arrastre de fondo ha experimentado una reducción del 50% en los días de pesca y del 40% en el número de buques. Se han implementado enfoques basados en ecosistemas, como el co-diseño de zonas de cierre permanentes y el uso de puertas de arrastre de bajo contacto, a través de iniciativas participativas, pero con escaso apoyo institucional. La selectividad de los artes solo se hizo obligatoria para la flota española del Mediterráneo el 1 de junio de 2025, y ahora se necesita tiempo para que estas medidas tengan efecto sobre los stocks, mientras se trabaja en la regulación para proteger a los individuos grandes de merluza en desove.

Mientras tanto, la combinación de una limitación excepcional de días de pesca y un límite de captura para la gamba rosada está provocando cambios profundos en el comportamiento y la estructura de la flota, aumentando el esfuerzo pesquero sobre los fondos costeros. Esto es una consecuencia directa de que la gestión de una pesquería multiespecífica dependa de los resultados de modelos centrados en una sola especie, cuando además los procedimientos de evaluación actuales están siendo cuestionados sobre su capacidad para comprender la complejidad de la dinámica de ciertas poblaciones marinas. Las tensiones socioeconómicas están aumentando, y se espera que la flota de arrastre deje de trabajar al final del verano, sin que los trabajadores tengan otra opción que abandonar el sector pesquero, lo que agrava aún más el problema del relevo generacional.

Además, las inversiones en estas pequeñas empresas (en aspectos tan importantes como la seguridad) se están deteniendo debido a dificultades económicas. Como resultado, se empieza a observar un cambio del modelo tradicional de pesca mediterránea basado en “un patrón, un buque”, hacia un modelo industrializado en el que la riqueza y el esfuerzo se concentran en unas pocas empresas grandes. En este contexto, derivado de las medidas de gestión adoptadas en los acuerdos de la UE de 2024, surge la cuestión de si es necesario reducir aún más el esfuerzo pesquero (en días) o imponer una doble regulación como la de la gamba rosada.

Todas las partes implicadas en la pesquería han realizado un gran esfuerzo para implementar diversas medidas de gestión antes de y durante el MAP, y por ello ahora sería el momento de observar, analizar los efectos de las medidas en curso y centrarse en la gestión del stock reproductor en los próximos años, priorizando la regulación de las pesquerías de artes menores. Insistir en alcanzar el rendimiento máximo sostenible para una especie que no es el único

objetivo no parece razonable, salvo que se pretenda reestructurar la pesca mediterránea más allá del modelo actual.

En conclusión, nuestras recomendaciones para la gestión pesquera en la GSA 6 Norte son las siguientes:

- **Proporcionar mayor apoyo a enfoques basados en ecosistemas**, como cierres permanentes, puertas de arrastre de bajo contacto u otros similares. En el marco del nuevo reglamento de restauración de la UE, podría ofrecerse compensación a asociaciones de pescadores que planifiquen acciones de restauración en las zonas cerradas.
- **Establecer un marco legal para la participación de todas las partes interesadas y para promover las iniciativas participativas.**
- **Simplificar la regulación preservando la diversidad de la flota:** evitar la segregación por segmentos de eslora o por metiers de pesca costera y profunda. Todos los buques podrían recibir el mismo número de días (sin favorecer a buques grandes o pescadores más activos), dejando la elección del metier a los patrones, como era la práctica antes del MAP (sin favorecer desigualdades entre metiers de pesca costera y profunda). Esto reduciría en gran medida los conflictos sociales en los puertos y promovería la estabilidad para incentivar inversiones en medidas de sostenibilidad. Prohibir y controlar explícitamente el intercambio de días de pesca o cuotas entre buques.
- **Promover estabilidad y flexibilidad en las medidas:** aplicar medidas a medio plazo (~3 años) complementadas con mecanismos ágiles basados en datos pesqueros para permitir la reacción a cambios observados.
- **Flexibilizar el proceso para modificar, perfeccionar o rediscutir aspectos de las prácticas de evaluación de stocks a nivel oficial (STECF).** Los procesos de referencia, aunque necesarios, son largos y no pueden ser el único método para reevaluar la metodología.

Referencias

Jacopo Aguzzi, Laurenz Thomsen, Sascha Flögel, Nathan J. Robinson, Giacomo Picardi, Damianos Chatzievangelou, Nixon Bahamon, Sergio Stefanni, Jordi Grinyó, Emanuela Fanelli, Cinzia Corinaldesi, Joaquin Del Rio Fernandez, Marcello Calisti, Furu Mienis, Elias Chatzidouros, Corrado Costa, Simona Violino, Michael Tangherlini, Roberto Danovaro. New Technologies for Monitoring and Upscaling Marine Ecosystem Restoration in Deep-Sea Environments. Engineering Volume 34, March 2024, Pages 195-211. https://doi.org/10.1016/j.eng.2023.10.012

Boletín Oficial del Estado (BOE) 2008. Orden APA/254/2008, de 31 de enero, por la que se establece un Plan integral de gestión para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo.

Clavel-Henry M, Solé J, Kristiansen T, Bahamon N, Rotllant G, Company JB (2190) Modeled buoyancy of eggs and larvae of the deep-sea shrimp Aristeus antennatus (Crustacea: Decapoda) in the northwestern Mediterranean Sea. PLoS ONE 15(1): e0223396. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223396

Clavel-Henry M, Bahamon N, Aguzzi J,Navarro J, Lopez M, Company JB (2024a) Indicators to assess temporal variability in marineconnectivity processes: A semi-theoreticalapproach. PLoS ONE 19(7): e0297730. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297730

Clavel-Henry M, Bahamon N, López-Aguilar M, Aguzzi J, Navarro J, Company JB (2024b) Evaluating the effectiveness of a deep-sea regional MPA network on the temporal connectivity of Nephrops norvegicus. Conference poster: 2nd Marine Socio-Ecological Systems symposium. DOI: 10.13140/RG.2.2.23443.49449

Company JB, Puig P, Sardà F, Palanques A, Latasa M, Scharek R (2008) Climate Influence on Deep Sea Populations. PLoS ONE 3(1): e1431. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001431

Dramstad, W.E.; Fjellstad, W.J. Landscapes: Bridging the gaps between science, policy and people. Landsc. Urban Plan. 2011, 100, 330–332. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.02.003

European Commission. 2025. Communication from the Commission to the European Parliament and the Council. Sustainable fishing in the EU: state of play and orientations for 2026. SWD(2025) 296 final

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). 2020. Simulations on fishing effort reduction of the bottom trawl fleet according to the Multiannual plan for demersal stocks in the western Mediterranean Sea (Regulation (EU) 2019/1022) (ICATMAR, 20-07)

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). Size selectivity trials and the economic impact in GSA6 of increasing square mesh codend size from the actual 40mm to 45- and 50mm for coastal and deep-sea otter trawl fisheries, respectively (ICATMAR, 21-05), 41 pp. DOI: 10.2436/10.8080.05.13

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). 2022. Fisheries advisory report for the Northern GSA6 2021 (ICATMAR, 22-06), 41 pp., Barcelona. DOI: 10.2436/10.8080.05.16

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). Considerations on the impact of fishing gear in bottom trawling in the northern GSA6 (NW Mediterranean Sea) (ICATMAR, 23-01), 9 pp., Barcelona. DOI: 10.57645/10.8080.05.1

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). 2023. Spatial MAP fishing closures effectiveness in GSA 6, Effort reduction, redistribution and spillover effect (ICATMAR, 23-06) 61 pp, Barcelona.

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). 2023. State of fisheries in Catalonia 2022, Part 2: stock assessment (ICATMAR, 23-08) 96 pp, Barcelona. DOI: 10.57645/10.8080.05.8

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). 2023. Fisheries advisory report for the Northern GSA 6 2023 (ICATMAR, 23-09), 16 pp., Barcelona.

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). 2024. Commercial fisheries advisory report for the Northern GSA 6 2024 (ICATMAR, 24-07), 20 pp., Barcelona. DOI: 10.20350/digitalCSIC/16571

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). 2024. Fisheries management proposal from ICATMAR regarding the MAP (ICATMAR, 24-07b), 6 pp., Barcelona.

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). 2024. A proposal for estimates of equivalent fishing effort reduction through sustainability measures (ICATMAR, 24-09) 11 pp, Barcelona. DOI: 10.20350/digitalCSIC/17227

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). 2025. Evolució econòmica de les captures del sector pesquer a Catalunya 2024 (ICATMAR, 25-04) 209 pp, Barcelona. DOI: https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/17287

Jacquemont, J., Loiseau, C., Tornabene, L. et al. 2024. 3D ocean assessments reveal that fisheries reach deep but marine protection remains shallow. Nat Commun 15, 4027 . https://doi.org/10.1038/s41467-024-47975-1

López-Aguilar et al. (under review to Ecography) Mapping Mediterranean bentho-demersal communities to better inform marine conservation.

Mingote MG, Galimany E, Sala-Coromina J, Bahamon N, Ribera-Altimir J, Santos-Bethencourt R, Clavel-Henry M, Company KB. 2024. Warming and salinization effects on the deep-water rose shrimp, Parapenaeus longirostris, distribution along the NW Mediterranean Sea: Implications for bottom trawl fisheries. Marine Pollution Bulletin 198 (2024) 115838. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115838

Mingote MG, Cyr F, Isern-Fontanet J, Santos-Bethencourt R, Ribera-Altimir R, Garriga-Panisello M, Galimany E, Company JB (in prep.) Long-term variability of Norway lobster (Nephrops norvegicus) landings related to environmental conditions in the NW Mediterranean Sea

Morales-Nin B, Torres GJ, Lombarte A, Recasens L. 1998. Otolith growth and age estimation in the European hake. Journal of Fish Biology, 53: 1155-1168. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb00239.x

Official Journal of the European Union. 2025. Council Regulation (EU) 2025/219 of 30 January 2025 fixing for 2025 the fishing opportunities for certain fish stocks and groups of fish stocks applicable in the Mediterranean and Black Seas.

Piñeiro, C. G., Morgado, C., Saínza, M., McCurdy, W. J. (Eds). 2009. Hake age estimation: state of the art and progress towards a solution. ICES Cooperative Research Report No. 294. 43 pp. https://doi.org/10.17895/ices.pub.5419

Piñeiro C, M Saínza, Age estimation, growth and maturity of the European hake (Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758)) from Iberian Atlantic waters, ICES Journal of Marine Science, Volume 60, Issue 5, 2003, Pages 1086–1102, https://doi.org/10.1016/S1054-3139(03)00086-9

Puig, P., Canals, M., Company, J. et al. Ploughing the deep sea floor. Nature 489, 286–289 (2012). https://doi.org/10.1038/nature11410

Puigcerver-Segarra X, Galimany E, Abelló P, Prado P, Rotllant G, Recasens L, Santos-Bethencourt R. (submitted.) Potential establishment of the non-indigenous shrimp Penaeus aztecus, Ives 1891, in the NW Mediterranean: Early and successful expansion.

Pusceddu A, Bianchelli S, Martín J, Puig P, Palanques A, Masqué P, Danovaro R. 2014. Chronic and intensive bottom trawling impairs deep-sea biodiversity and ecosystem functioning, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 111 (24) 8861-8866, https://doi.org/10.1073/pnas.1405454111

Ragonese S., L. Cannizzaro, G. Norrito, P. Jereb (2016) - Watch your stock! A warning about the endorsement of the “Stock concept” adopted by the STOCKMED project for the Mediterranean groundfish fisheries. NTR-ITPP, sr72: 20 pp.

Recasens, L., Chiericoni, V. y P. Belcari (2008). Spawning pattern and batch fecundity of the European hake (Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758)) in the western Mediterranean. Scientia Marina, 72(4): 721-732. DOI: 10.3989/scimar.2008.72n4721.

Ribera Altimir, Jordi; Llorach-Tó, Gerard; Sala Coromina, Joan; Company, Joan B.; Galimany, Eve. 2023. Fisheries data management systems in the NW Mediterranean: from data collection to web visualization. Database, article ID baad067. https://doi.org/10.1093/database/baad067

Sala-Coromina J, Silvestre M, Coutinho FH, Carreton M, Blanco M, Ribera-Altimir J, Recasens L, Company JB (submitted) Identifying purse seine vessel operations through machine learning models for better spatial fishing effort estimates

Sardà F, Company JB. 2012. The deep-sea recruitment of Aristeus antennatus (Risso, 1816) (Crustacea: Decapoda) in the Mediterranean Sea Journal of Marine Systems Volumes 105–108, December 2012, Pages 145-151, https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2012.07.006

Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) - Stock assessments in the Western Mediterranean Sea (STECF-24-10). Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024.

Vigo M, Navarro J, Rotllant G, Bahamon N, Carreton M, Quevedo J, Rojas A, Company JB, Before–after control–impact (BACI) assessment of the effects of a deep-water no-take fishery reserve to recover Norway lobster (Nephrops norvegicus) overfished populations and coexisting mega-fauna, ICES Journal of Marine Science, Volume 80, Issue 7, September 2023, Pages 2008–2023, https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad130

Winker, Kerwath, Attwood. 2014. Proof of concept for a novel procedure to standardize multispecies catch and effort data. Fisheries Research Volume 155, July 2014, Pages 149-159

WWF/IUCN. 2004. The Mediterranean deep-sea ecosystems: an overview of their diversity, structure, functioning and anthropogenic impacts, with a proposal for conservation. IUCN, Málaga and WWF, Rome. Part I. Cartes, J.E., F. Maynou, F. Sardà, J.B. Company, D. Lloris and S. Tudela (2004). The Mediterranean deep-sea ecosystems: an overview of their diversity, structure, functioning and anthropogenic impacts, with a proposal for their conservation. Part II. Tudela S., F. Simard, J. Skinner and P. Guglielmi (2004). The Mediterranean deep-sea ecosystems: a proposal for their conservation. In: The Mediterranean deep-sea ecosystems: an overview of their diversity, structure, functioning and anthropogenic impacts, with a proposal for conservation. IUCN, Málaga and WWF, Rome. pp. 39-47

Estimación de la reducción de esfuerzo pesquero equivalente mediante medidas de sostenibilidad pesquera

Marta Blanco[1,2], Marta Carreton[1,2], Joan Sala[1,2], Jordi Ribera[1,2], Nixon Bahamon[1], Mariona Garriga-Panisello[1,2], Marc Balcells[1,2], Ricardo Santos-Bethencourt[1,2], Eve Galimany[1,2], Laura Recasens[1,2], Joan B. Company[1,2]

[1]Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR), Pg. Marítim de la Barceloneta 37-49 08003, Barcelona, Catalonia, Spain

[2]Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC), Pg. Marítim de la Barceloneta 37-49 08003, Barcelona, Catalonia, Spain

En 2019 se estableció el Plan Plurianual del Mediterráneo Occidental (WMMAP, por sus siglas en inglés) con el objetivo de alcanzar el rendimiento máximo sostenible para cinco especies objetivo (el salmonete, la merluza, la gamba blanca, la cigala y la gamba roja). Para alcanzar este objetivo el WMMAP se ha centrado principalmente en la reducción del esfuerzo pesquero mediante la disminución de los días de pesca de la flota de arrastre. Esta estrategia ha derivado en una drástica reducción de los días de pesca que, en 2025, se limitaron a una propuesta de tan solo 27 jornadas anuales por embarcación en el Mediterráneo español, poniendo en riesgo la viabilidad socioeconómica del sector. Sin embargo, existen medidas alternativas a la reducción de días que contribuyen tanto a la recuperación de las poblaciones explotadas como a la conservación de los ecosistemas asociados, favoreciendo una pesca de arrastre más sostenible. Algunas de estas medidas son: la mejora de la selectividad del arte, el establecimiento de áreas de cierre permanente o AMPs y las puertas sin contacto con el fondo. La efectividad de estas medidas ha sido contrastada y publicada en publicaciones científicas e informes técnicos (Bahamon et al., 2024; Gorelli et al., 2017; ICATMAR 21-05; ICATMAR 23-06; Puig et al., 2012; Sala-Coromina et al., 2021; Tuset et al., 2021). Sin embargo, el WMMAP ha centrado la reducción de esfuerzo en la reducción de días de pesca por lo que las medidas alternativas solo se implantaron, hasta 2025, como medidas compensatorias.

Con el fin de aportar información útil para la toma de decisiones en la aplicación del WMMAP se realizó un ejercicio práctico de cuantificación de las medidas alternativas de gestión pesquera propuestas en términos de reducción de esfuerzo pesquero equivalente en el norte de la GSA6 (N GSA6). Es decir, la reducción no consiste en una disminución real de los días de pesca, sino en una reducción equivalente conseguida mediante la combinación de medidas de gestión. Utilizando distribuciones de frecuencias de tallas, parámetros biológicos, desembarques y datos espaciales, se estimó el efecto equivalente en reducción del esfuerzo pesquero de las siguientes medidas:

1. Implementación de selectividad en las artes en pesquerías costeras y de aguas profundas (copos de malla cuadrada de 45 y 50 mm, respectivamente).

2. Cierres pesqueros permanentes (actualmente el 3,8% de la superficie total pescable, con el objetivo de alcanzar el 5%).

3. Cierre espacial al arrastre de fondo más allá de los 800 m de profundidad.

4. Puertas sin contacto con el fondo.

Los resultados obtenidos de cada medida se resumen en la Figura 1.

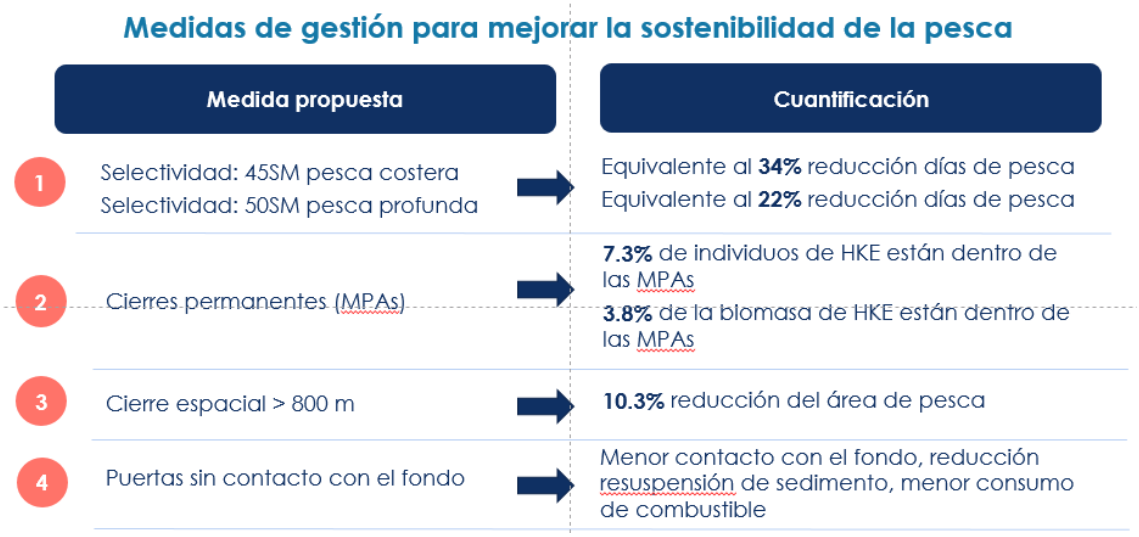


Figura 1. Resumen de los resultados obtenidos para las medidas propuestas.

1. **Selectividad (45SM pesca costera y 50SM pesca profunda)**

Usando datos de distribuciones de frecuencia de tallas del programa de seguimiento de ICATMAR y registros diarios de desembarques entre 2019 y 2023, estimamos el número total de individuos capturados por año con tamaños de malla comerciales en el copo (40 mm de malla cuadrada) en el N GSA6, aplicando el método de extrapolación descrito en ICATMAR 24-06. Las especies analizadas fueron la merluza (*Merluccius merluccius*), principal especie objetivo de las pesquerías costeras, y la gamba roja (*Aristeus antennatus*), principal especie objetivo de las pesquerías de aguas profundas. Las distribuciones de tallas obtenidas para ambas especies son consistentes con los datos oficiales reportados para toda la GSA 6, tal como se presenta en ICATMAR 22-05. A continuación, las distribuciones de tallas se combinaron con los vectores de selectividad obtenidos de los modelos calculados para cada una de las especies, reportados en Bahamon et al., (2024) para estimar el número total de individuos que serían capturados anualmente con los artes más selectivos propuestos (45 mm de malla cuadrada para pesquerías costeras y 50 mm de malla cuadrada para pesquerías de aguas profundas; Tabla 1). La diferencia entre ambas estimaciones representa la reducción potencial de capturas atribuible a la aplicación de medidas de selectividad. El número total de días de pesca por año y por metier en la N GSA6 se obtuvo a partir de los datos de desembarques diarios. Se calculó una tasa de captura, expresada en individuos por día, dividiendo el número total de individuos capturados entre el número de días de pesca. La reducción potencial en capturas se dividió entre esta tasa para obtener la reducción equivalente expresada en días de pesca para toda la flota de arrastre de fondo.

En el caso de la merluza, la implementación de un copo de 45 mm de malla cuadrada en toda la flota equivaldría a una reducción media de 46 días por barca, lo que representa un 34% de los días totales trabajados en promedio en los 5 años analizados (2019-2023). Para la gamba roja, la implementación de un copo de 50 mm de malla cuadrada equivaldría a una reducción media

de 7,3 días por barca, es decir, un 22% de los días totales promedio. Dado que los buques pueden operar tanto en metier costeros como de aguas profundas en un mismo año, la reducción equivalente de días de pesca se distribuyó entre toda la flota de arrastre de fondo (202 buques en 2023). Por ejemplo, en el caso de la gamba roja, aunque los cálculos en número de individuos se basaron únicamente en los 50 buques que operan en el metier de aguas profundas, la estimación resultante en días equivalentes se distribuyó en toda la flota.

Los cálculos se realizaron en número de individuos para reflejar los efectos biológicos de dejar en el mar individuos de talla no comercial, que se espera crezcan e ingresen posteriormente en el stock explotable al alcanzar la talla mínima de referencia de conservación. Conceptualmente, lo que escapa del copo son individuos pequeños que permanecen en la población, y no kilogramos de captura desembarcada. Cuando los cálculos se expresan en peso, la reducción equivalente en días de pesca sería del 5,6% para la merluza y del 11,1% para la gamba roja. Cabe destacar que las medidas de selectividad no solo producen beneficios inmediatos para las poblaciones, sino que también tienen efectos acumulativos a lo largo del tiempo, ya que los juveniles no pescados contribuyen a incrementar la abundancia de tallas mayores a medio plazo.

Tabla 1. Número de embarcaciones, días totales de pesca por año y valores obtenidos de la

Metier (especie indicadora)	Año	Flota de arrastre	Tiempo de arrastre (días)	Individuos capturados NGSA6 (40SM)	Estimación de la reducción en los ind. capturados (mejora selectividad)	% Equivalente reducción de esfuerzo (días)
Pesca costera (Merluza HKE) Selectividad 45SM	2019	224	32.365	5.933.547	1.814.183	31
	2020	217	28.561	5.806.162	2.881.351	50
	2021	217	29.360	7.302.496	2.364.565	32
	2022	210	27.043	7.554.680	2.402.072	32
	2023	202	25.078	4.456.923	1.207.512	27
Promedio			**28.481**	**6.210.762**	**2.133.937**	**34**
Pesca profunda (Gamba roja, ARA) Selectividad 50SM	2019	224	7.584	25.212.113	5.869.339	23
	2020	217	7.709	20.754.978	4.411.829	21
	2021	217	7.159	18.465.909	4.140.327	22
	2022	210	6.388	21.536.298	4.889.322	23
	2023	202	6.463	19.788.832	4.206.870	21
Promedio			**7.061**	**25.212.113**	**4.703.538**	**22**

extrapolación de las capturas (Individuos capturados N GSA6 (40SM)), estimación de la reducción de individuos capturados con mallas más selectivas y el porcentaje de días de esfuerzo equivalente.

2. Cierres pesqueros permanentes (MPAs)

Se analizaron datos del sistema de posicionamiento de embarcaciones (VMS) para cartografiar la distribución espacial del esfuerzo pesquero (horas de pesca/km²) de la flota de arrastre de fondo de la N GSA6 antes y después del establecimiento de las zonas de cierre del WWMAP. Desde la protección de estas áreas (Figura 2), la reducción anual del tiempo de pesca ha

alcanzado un promedio de 2.793,53 horas en todas las zonas cerradas, lo que representa un 3,8% de la superficie total pescable (50–800 m) y un 8,3% de los caladeros de plataforma profunda (100–250 m), donde la abundancia de juveniles de merluza es mayor. Esto equivale al 1,12% del tiempo total de pesca en el norte del GSA 6, o 399 días, considerando 7 horas de pesca efectiva por día en la N GSA6. Si bien puede existir cierto grado de redistribución del esfuerzo hacia áreas adyacentes que también podrían desempeñar un papel en el ciclo vital de la especie, la ubicación estratégica de estos cierres en zonas de reclutamiento y cría de merluza asegura la protección permanente de los individuos juveniles en dichas áreas año tras año, mientras se avanza hacia el objetivo de protección permanente del 5% del área total pescable. Además, teniendo en cuenta el efecto spillover, este reservorio de individuos no pescados probablemente actúe como fuente de reclutamiento para el stock y represente un activo para la recuperación de la población (Sala-Coromina et al., 2021; ICATMAR, 23-06).

Para la estimación de los individuos presentes en las áreas de cierre permanente se ajustó un Modelo GAM espacial (Número de individuos ~ s(longitud, latitud) + s(profundidad)), utilizando datos del seguimiento de ICATMAR para la merluza. Según estos resultados, el 7,3% de los individuos se encuentran dentro de las áreas de cierre existentes y permanecen protegidos de la pesca (Tabla 2). Cabe destacar que los valores de abundancia y biomasa dentro de las áreas cerradas pueden llegar a ser 2–3 veces superiores a los valores registrados fuera de ellas (Tuset et al., 2021; Vigo et al., 2023), por lo que el modelo probablemente esté subestimando el número de individuos no capturados.

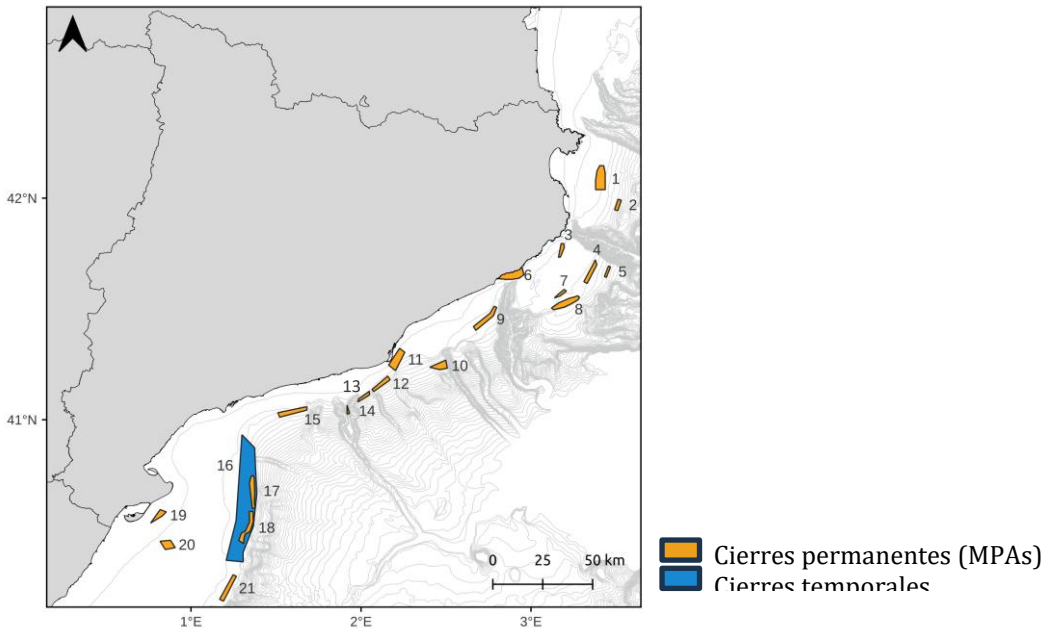


Figura 2. Áreas de cierre permanente (MPAs) i temporales en la N GSA6. El número sobre cada área corresponde al número indicado en la Tabla 2 donde se indica el nombre i resultados para cada área.

Tabla 2. Abundancia de individuos en las áreas de cierre de cierre permanente a la pesca en NGSA6, para cada uno de los años analizados.

Nombre área	HKE Abundancia (Ind.)					
	2019	2020	2021	2022	2023	Promedio
6.Bol de Tossa	1312	1028	3117	1693	897	1609
4.Bol de terra a vapor de Palamós	6198	3880	31469	62244	34825	27723
3.Núcleo mar d'Enterra	3885	4780	8091	9809	5386	6390
7.Zona Bol de les bruixes de Blanes	1911	1860	8570	18862	6522	7545
17.Zona Cambrils	24110	23182	55435	105176	31384	47857
19.Zona de exclusión de e la Ràpita	161	65	448	77	327	216
21.Zona fora, la Ràpita	17981	22820	62366	168923	58109	66040
18.Zona l'Ametlla	19926	19542	60073	134955	38782	54656
9.Zona merluza de Arenys	12332	11315	35103	73087	13376	29043
20.Área Barques, la Ràpita	6617	9095	8728	7874	8735	8210
15.Área Tarragona	23120	16445	34349	48028	20193	28427
11.Área bol del port de Barcelona	9883	10305	13536	14605	9830	11632
10.Área cigala de Barcelona	1222	557	1510	1900	1775	1393
5.Área cigala de Palamós	292	118	510	531	1510	592
14.Área cigala de Vilanova	68	25	66	99	117	75
2.Área de interés pesquero Roses - Palamós	654	205	577	391	1982	762
1.Área de interés pesquero para la merluza de Roses	36237	23151	50899	54959	68982	46846
8.Área de repoblación Blanes - Palamós	6751	4552	37247	79605	32976	32226
12.Área merluza de Barcelona	10815	8429	21085	37756	18059	19229
13.Área merluza de Vilanova	5730	4574	10700	18420	8614	9608
Total	**191226**	**167947**	**445898**	**841016**	**364402**	**400077**
% respecto a la captura total de HKE en GSA6-N						**7,30**

3. Cierre espacial al arrastre de fondo más allá de los 800 m de profundidad

La prohibición del arrastre de fondo más allá de los 800 m de profundidad en aguas mediterráneas fue implementada por España en mayo de 2024 como un mecanismo de compensación (BOE 2024c). Esta medida, de carácter predominantemente precautorio, tiene como objetivo garantizar la protección de estos caladeros frente a posibles avances tecnológicos que en el futuro puedan hacerlos más rentables y accesibles. El área comprendida entre 800 y 1000 m (Figura 3), ahora cerrada a la actividad de arrastre de fondo, representa el 10,3% de la superficie total pescable previa (50–1000 m) y el 40,7% de los caladeros de gamba rosada (500–1000 m) (Tabla 3). Las capturas de gamba rosada en este rango de profundidad representan el 2,9% en peso y el 2,8% de los ingresos del total de capturas de la especie en la N GSA6. Si bien la representación con respecto al total de desembarcos es limitada, esta medida está destinada a tener un efecto importante en la protección a largo plazo de estos caladeros.

Figura 3. Área comprendida entre los 800 y 1000 m en la N GSA6.

Tabla 3. Capturas y ingresos para la gamba rosada y la merluza en el total de la N GSA6 y en el rango de profundidad entre 800 y 1000 m, y porcentaje de reducción equivalente al limitar la pesca en esta zona.

	ARA		HKE		Área de pesca (km^2)
	capturas (kg)	ingresos (€)	capturas (kg)	ingresos (€)	
Total NGSA6	416.204	16.699.901	359.173	3.113.528	13.4
Profundidad 800-1000 m	12.132	463.696	968	1.1549	1.384
% Reducción	2.9	2.8	0.3	0.4	**10,3**

4. Puertas de bajo contacto con el fondo

El uso de puertas de arrastre de bajo contacto en toda la flota constituye una medida clave para la recuperación de los ecosistemas. Algunas de las mejoras que implica su uso son: una menor resuspensión de sedimento y un menor consumo de gasoil y por ende menores emisiones de dióxido de carbono (Puig et al., 2012). Sin embargo, su cuantificación en términos de reducción de esfuerzo es compleja.

Como se puede observar en la Figura 4 en el fondo de los caladeros en los que la flota de arrastre utiliza puertas sin contacto, el sedimento está más estructurado y no presenta socavones como en los caladeros en los que se utilizan puertas convencionales, esto también tiene implicaciones en la captura ya que esta llega a cubierta con menor cantidad de sedimento.

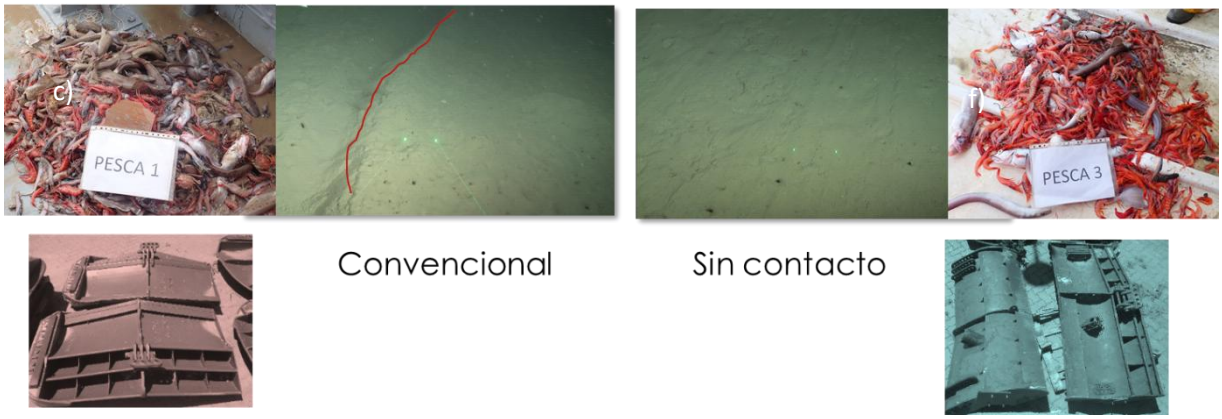


Figura 4. Imagen de una pesca utilizando puertas convencionales (a), imagen submarina obtenida con ROV en un caladero de pesca donde la flota de arrastre utiliza puertas convencionales, la línea roja muestra el efecto del rozamiento de la puerta sobre el fondo (b), fotografía de una puerta de arrastre convencional (c), imagen submarina obtenida en un caladero donde la flota utiliza puertas sin contacto (d), imagen de una pesca utilizando puertas sin contacto con el fondo (e) y fotografía de una puerta de arrastre sin contacto (f).

Conclusiones

El impacto estimado en días de pesca equivalentes, capturas y reducción de la superficie pescable de las medidas propuestas en este trabajo tiene como objetivo dar respuesta a las necesidades específicas del WMMAP. Este enfoque parte de la premisa de que una gestión centrada únicamente en la reducción de los días de pesca no conduce necesariamente a prácticas más sostenibles, sino que, por el contrario, prioriza una reducción general de la actividad pesquera con el consecuente perjuicio social y económico.

Además, los días de pesca no representan la misma cantidad de horas efectivas de pesca en toda la GSA 6, por lo que la gestión basada en días puede derivar en desigualdades adicionales en el tiempo asignado a cada región. Las medidas propuestas buscan un equilibrio: proteger las

poblaciones explotadas y los ecosistemas marinos sin comprometer la estabilidad socioeconómica del sector.

Un aspecto esencial para valorar los efectos de estas medidas es la monitorización continua mediante evaluaciones de stock basadas en muestreos regionales con suficiente resolución temporal y espacial. Solo así se podrán captar los cambios que, a menudo, no aparecen reflejados en las evaluaciones oficiales realizadas hasta ahora (STECF y GFCM). Un seguimiento que incorpore la variabilidad espacio-temporal de las poblaciones, es clave para avanzar hacia una gestión pesquera realmente adaptativa.

Referencias

Bahamon, N., Recasens, L., Sala-coromina, J., Calero, B., Garcia, J.A., Rotllant, G., Maurer, A., Rojas, A., Muth, L., Quevedo, J., Vigo, M., 2024. Selectivity-based management for reversing overexploitation of demersal fisheries in North-western Mediterranean Sea. Mar. Policy 165, 106185. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106185

Gorelli, G., Company, J.B., Bahamón, N., Sardà, F., 2017. Improving codend selectivity in the fishery of the deep-sea red shrimp *Aristeus antennatus* in the northwestern Mediterranean Sea. Sci. Mar. 81, 381. https://doi.org/10.3989/scimar.04575.25A

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). Size selectivity trials and the economic impact in GSA6 of increasing square mesh codend size from the actual 40 mm to 45 - and 50 mm for coastal and deep-sea otter trawl fisheries, respectively (ICATMAR, 21-05), 41 pp. DOI: 10.2436/10.8080.05.13

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). State of fisheries in Catalonia 2021, Part 2: stock assessment (ICATMAR, 22-05) 110 pp, Barcelona. DOI: 10.2436/10.8080.05.15

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). Spatial WMMAP fishing closures effectiveness in GSA 6, Effort reduction, redistribution and spillover effect (ICATMAR, 23-06) 61 pp, Barcelona. DOI: 10.57645/10.8080.05.9

Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). State of fisheries in Catalonia 2023, Part 2: stock assessment (ICATMAR, 24-06) 214 pp, Barcelona. DOI: 10.20350/digitalCSIC/16494

Puig, P., Canals, M., Company, J.B., Martín, J., Amblas, D., Lastras, G., Palanques, A., Calafat, A.M., 2012. Ploughing the deep sea floor. Nature 489, 286–289. https://doi.org/10.1038/nature11410

Sala-Coromina, J., Antonio, J., Martín, P., Fernandez-Arcaya, U., Recasens, L., 2021. European hake (*Merluccius merluccius*, Linnaeus 1758) spillover analysis using VMS and landings data in a no-take zone in the northern Catalan coast (NW Mediterranean). Fish. Res. 237, 105870. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105870

Tuset, V.M., Farré, M., Fernández-arcaya, U., Balcells, M., Lombarte, A., Recasens, L., 2021. Effects of a fishing closure area on the structure and diversity of a continental shelf fish assemblage in the NW Mediterranean Sea. Reg. Stud. Mar. Sci. 43, 101700. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101700

Vigo, M., Navarro, J., Aguzzi, J., Bahamón, N., Antonio, J., Rotllant, G., Recasens, L., Company, J.B., 2023. Science of the Total Environment ROV-based monitoring of passive ecological recovery in a deep-sea no-take fishery reserve. Sci. Total Environ. 883. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163339

Aplicación de un arte experimental de arrastre para reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 en el Mediterráneo occidental

J. Escribano, S. Joher, B. Guijarro, E. Massutí y F. Ordines

Centre Oceanogràfic de les Illes Balears. Instituto Español de Oceanografía – Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IEO-CSIC).

Introducción

La actividad humana está influyendo en el clima de forma global mediante la emisión de gases de efecto invernadero, los cuales causan el calentamiento de la atmósfera, el mar y tierra (IPCC, 2021). Por ello, la reducción de estas emisiones es crucial para mitigar el cambio climático (Sala et al., 2022).

La Comisión Europea publicó en 2023 un comunicado para la transición energética de las pesquerías y acuicultura europeas en el cual se subraya la dependencia del sector de los combustibles fósiles y la necesidad de su transformación hacia la neutralidad climática mediante la reducción de su huella de carbono (European commission, 2023). El Pacto Verde Europeo remarca que, para conseguir la neutralidad climática para 2050 en la Unión Europea, es crucial reducir el consumo de combustibles fósiles en el sector pesquero. Para ello, la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) propuso cambios a corto plazo, basados en pruebas con artes de pesca modificados para mejorar la descarbonización del sector. En este sentido, Sala et al. (2022) concluyeron que una solución clave para reducir el consumo de combustible en la pesquería de arrastre de fondo es reducir la fuerza necesaria para arrastrar el arte.

La Subárea Geográfica 6 (GSA 6, norte de España) de la FAO-GFCM alberga la mayoría de los arrastreros de fondo del Mediterráneo español, con hasta 420 embarcaciones, casi el triple que las registradas en el resto de las subáreas españolas en el Mediterráneo, que en conjunto suman alrededor de 153 barcos (Ferragut-Perello et al., 2023). La especie más importante en las capturas desembarcadas por la flota de arrastre en la GSA 6 es la merluza europea (*Merluccius merluccius*). Uno de los puertos más importantes de la GSA 6 en cuanto a número de embarcaciones de arrastre (alrededor de 35) es La Ràpita. Esta flota se dedica principalmente a explotar fondos entre 60 y 200 m de profundidad frente al delta del Ebro, donde las especies objetivo principales son la merluza, el salmonete (*Mullus barbatus*) y el rape (*Lophius budegassa*), junto con una gran variedad de otras especies comerciales de menor importancia (Ferragut-Perello et al., 2023).

El presente estudio compara dos artes convencionales de pesca de arrastre, comúnmente utilizados para la explotación de la merluza por embarcaciones de La Ràpita, frente a uno experimental diseñado para reducir el consumo de combustible, que incorpora varios cambios destinados a disminuir la resistencia al arrastre: i) puertas semi-pelágicas; ii) malletas más cortas; iii) flotadores hidrodinámicos; iv) una red con mayor apertura horizontal y menor apertura vertical; y v) malla cuadrada de 45 mm en el panel superior de la extensión.

Metodología

Para la comparación de los artes se llevó a cabo una campaña a bordo del B/P *Vincent Gras*, con base en La Ràpita, construido en 2002, con una eslora total de 25,03 m, 44,52 GRT y una potencia nominal de 440 HP. Durante esta campaña se aplicó la metodología de pescas alternas (Wileman et al., 1996), en la que una misma embarcación alterna el uso de los distintos artes a comparar. Los artes se alternaron cada 2-4 días, replicando, en la medida de lo posible, los mismos lances con los distintos artes. Previamente al inicio de la campaña, se llevó a cabo un periodo de entrenamiento de 4 días con el objetivo de aprender a maniobrar y familiarizarse con el arte experimental.

El barco está equipado con sensores SIMRAD® para el seguimiento en tiempo real del arte durante las operaciones de pesca. Estos sensores incluyen el SIMRAD PX Multisensor Mk. 2, instalado en las puertas y en las puntas de las alas de la red, que medían respectivamente la distancia entre puertas y la apertura horizontal de la red. Además, los sensores en las puertas registraban la profundidad, altura sobre el fondo, cabeceo, balanceo y ángulo de ataque. Un sensor SIMRAD PX Flow se colocó en el centro de la relinga de flotación de la red para medir la velocidad del agua en la boca de la red (filtrado) y la apertura vertical. Un caudalímetro midió el consumo de combustible durante las operaciones de pesca. Finalmente, el arte contaba con tres tensiómetros NKE para medir la tracción (kg), instalados en tres puntos distintos: i) antes de la puerta, para medir la fuerza total de arrastre del arte; ii) justo después de la puerta y antes de las malletas, para medir la fuerza de arrastre debida a las malletas y la red; y iii) en la punta del ala de la red, junto al calón de unión entre la malleta y los vientos (o red en caso de que esta no utilizase vientos), para medir la fuerza de arrastre debida únicamente a la red.

Se compararon dos artes convencionales frente a uno experimental. Ambos artes convencionales contaban con puertas en contacto con el fondo (MAPSA Star 1200; 3.18 m^2, 610 kg), mientras que el arte experimental contaba con puertas semi-pelágicas más ligeras (Thyboron 15VF; 370 kg), suspendidas unos metros sobre el fondo. Las malletas fueron de 238 m en el arte Convencional 1, de 220 m en el Convencional 2 y de 200 m en el Experimental. En la relinga superior, el arte Experimental contaba con flotadores hidrodinámicos (Castro Titanium® 20/20 Hydrodynamic) para reducir la resistencia. En cuanto a la red, el arte Experimental estaba construido para obtener unas aperturas vertical y horizontal de 1,5 y 25,6 m, respectivamente, frente a los 1,8 y 24,6 m del Convencional 1, y los 3,2 y 22,0 m del Convencional 2. El panel superior de la extensión de ambos artes convencionales estaba construido en malla romboidal de 45 mm, mientras que este panel se sustituyó por uno de malla cuadrada de 45 mm en el arte experimental.

La captura total se separó por especies y según la categoría comercial o descartes, siguiendo las rutinas de trabajo a bordo. Se registró el peso de cada categoría y se midieron todos sus individuos en el caso de categorías de peces y moluscos cefalópodos, y en el caso de categorías de crustáceos todos los individuos de los decápodos *Parapeneus longirostris* y *Nephrops norvegicus*, y el estomatópodo *Squilla mantis*. Para ello, se consideró la longitud total en peces (al cm inferior), la longitud del cefalotórax en crustáceos (al mm inferior) y la longitud del manto en cefalópodos (al cm inferior).

Las capturas y los rendimientos económicos se estandarizaron a 1 hora. La estimación del rendimiento económico de las capturas desembarcadas se realizó utilizando los precios medios de venta en la lonja de La Ràpita en 2024 para cada categoría comercial. Las comparaciones entre el arte experimental y los convencionales en cuanto a rendimientos, consumos y parámetros de los artes durante la pesca se llevaron a cabo mediante la prueba t para muestras emparejadas (*t-test*). Las distribuciones de tallas de las principales especies comerciales (*Merluccius merluccius, Mullus barbatus, Parapeneus longirostris* y *Illex coindetii*) fueron comparadas usando el test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras.

Resultados

La campaña de investigación DECARAPIT_0924 se llevó a cabo en otoño de 2024, del 23 de septiembre al 4 de octubre. Se realizaron 35 lances válidos durante diez días de pesca. Durante la campaña, los artes se alternaron de la siguiente manera: dos días con el arte Convencional 1, cuatro días con el Experimental, dos días nuevamente con el Convencional 1 y dos días con el Convencional 2. Se efectuaron un total de 15 lances válidos con el arte Experimental, 14 con el arte Convencional 1 y 5 con el arte Convencional 2. Cada lance con el arte Experimental fue replicado con los artes convencionales a la misma profundidad, de forma paralela y a la menor distancia posible, teniendo en cuenta la actividad pesquera del resto de embarcaciones presentes en la zona. En el caso del arte Convencional 2, solo fue posible realizar 5 réplicas. Las réplicas se realizaron normalmente a una distancia de entre 500 y 1000 metros (Fig. 1).

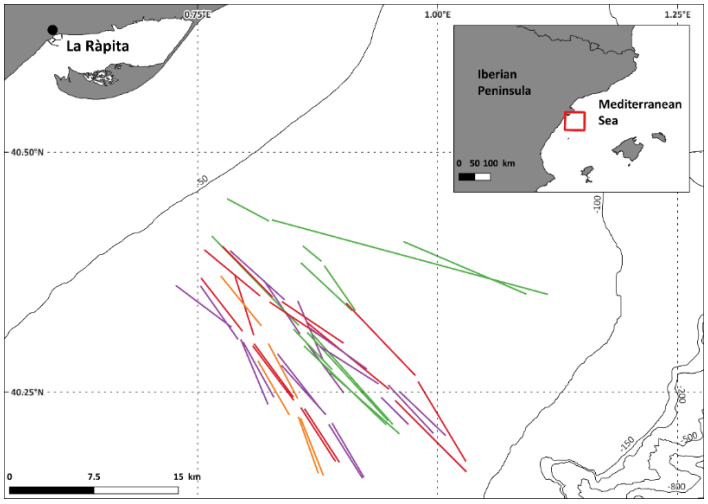


Fig. 1. Mapa con la ubicación de los lances realizados durante la campaña en el mar frente a La Ràpita (Península Ibérica, Mediterráneo occidental). Verde: arte Experimental durante el periodo de entrenamiento; rojo: arte Convencional 1; naranja: arte Convencional 2; Lila: arte Experimental.

La red Experimental mostró una reducción del 14% en la apertura vertical en comparación con la Convencional 1 (Tabla 1), y una reducción del 52% en comparación con la Convencional 2 (Tabla 2). Asimismo, se detectaron diferencias significativas en la apertura horizontal de las redes, con un aumento del 4% en el arte Experimental respecto al Convencional 1, y un aumento del 14% respecto al Convencional 2. No se observaron diferencias significativas en la distancia entre puertas entre el arte Experimental y el Convencional 1, aunque se detectó una reducción del 7% al comparar el arte Experimental con el Convencional 2 (Tablas 1&2).

Tabla 1. Valores medios de los diferentes parámetros medidos en las pescas válidas de los artes Experimental y Convencional 1. También se incluyen los resultados de los *t-tests*; df: grados de libertad; ***: p-valor<0.001; **: p-valor<0.01; *: p-valor<0.05; n.s.: no significativo.

		Experimental	Convencional 1	*t*	df	Resultado
Rendimiento del arte	Apertura vertical (m)	1,6 ± 0,03	1,8 ± 0,01	-10,06	13	Con 1 > Exp ***
	Apertura horizontal (m)	25,7 ± 0,4	24,6 ± 0,1	2,59	13	Con 1 < Exp *
	Distancia entre puertas (m)	93,8 ± 1,5	91,8 ± 0,5	1,31	13	n.s.
	Consumo combustible (l/h)	83,4 ± 1,4	89,4 ± 1,3	-3,19	13	Con 1 > Exp **
	Motor: r.p.m.	1275,5 ± 7,5	1303,2 ± 6,5	-3,15	13	Con 1 > Exp **
	Área barrida: puertas (km²/h)	0,64 ± 0,01	0,64 ± 0,004	0,32	13	n.s.
	Área barrida: red (km²/h)	0,17 ± 0,003	0,17 ± 0,004	1,43	13	n.s.
	Tensión total (kg)	3863,7 ± 92,6	4450,2 ± 51,2	-5,92	13	Con 1 > Exp ***
	Tensión: puertas (kg)	634,1 ± 21,2	848,1 ± 32,9	-5,65	13	Con 1 > Exp ***
	Tensión: red (kg)	3401,3 ± 67,8	3510,4 ± 41,0	-1,42	13	n.s.
Eficacia de captura	Captura total (kg/h)	41,3 ± 2,5	42,7 ± 2,2	-0,48	13	n.s.
	Desembarques (kg/h)	33,0 ± 2,0	36,1 ± 2,0	-1,15	13	n.s.
	Descartes (kg/h)	8,3 ± 1,0	6,6 ± 0,5	1,39	13	n.s.
	Ganancias económicas (€/h)	213,0 ± 13,0	223,9 ± 11,1	-0,6	13	n.s.

Se observaron diferencias significativas en el consumo de combustible, con el arte Experimental ahorrando hasta un 6,7% en comparación con el arte Convencional 1 y hasta un 15,9% respecto al Convencional 2. Además, el motor registró menores revoluciones por minuto (r.p.m.) con el arte Experimental que con el Convencional 1 y Convencional 2 (Tablas 1&2).

El tensiómetro situado justo antes de las puertas registró una tensión media de 4450 kg para el arte Convencional 1, 5038 kg para el Convencional 2, y 3863 y 4095 kg para el Experimental en comparación con el arte Convencional 1 y el Convencional 2, respectivamente (Tablas 1&2). La diferencia entre la tensión anterior y posterior a la puerta, y entre la tensión posterior a la puerta y anterior a la red permitió calcular la fuerza necesaria para arrastrar las puertas y las malletas, respectivamente. La mayor parte de la fuerza de arrastre la produce la red (79-84% del total), seguida por las puertas (16-19%) y, finalmente, las malletas, que representaron entre el 0,2 y el 2,0% del total. La fuerza de arrastre total en el arte Experimental se redujo en un 13% en comparación con el Convencional 1, y en un 19% al compararlo con Convencional 2. La tensión generada exclusivamente por las puertas se redujo hasta un 25% al utilizar puertas semipelágicas, en comparación con las puertas en contacto con el fondo empleadas con el arte

Convencional 1 (Tabla 1), y un 32% en comparación con el Convencional 2 (Tabla 2). La tensión ejercida por las malletas fue prácticamente despreciable y con una alta variabilidad, probablemente debido a la precisión de los tensiómetros; por lo tanto, los resultados de esta medición deben interpretarse con cautela. En el arte Experimental, las malletas redujeron la tensión hasta un 93% en comparación con el Convencional 1 (6,6 ± 69,5 vs. 91,7 ± 71,0 kg) y aumentó hasta el 12% en comparación con el Convencional 2 (35,7 ± 58,9 vs. 31,2 ± 80,0 kg). Finalmente, se observó una reducción del 3% en la fuerza de arrastre generada por la red Experimental en comparación con la Convencional 1 (Tabla 1), aunque esta reducción no fue significativa, y una reducción significativa de hasta un 16% al comparar la red Experimental con la Convencional 2 (Tabla 2).

La captura total no mostró diferencias significativas entre el arte Experimental y el Convencional 1, aunque fue un 13% mayor con el arte Experimental respecto al Convencional 2. Tampoco se observaron diferencias significativas en los desembarques entre el arte Experimental y el Convencional 1, ni en los descartes. De igual manera, no hubo diferencias significativas entre el arte Experimental y el Convencional 2 en captura total, desembarques, o descartes (Tablas 1&2).

Tabla 2. Valores medios de los diferentes parámetros medidos en las pescas válidas de los artes Experimental y Convencional 2. También se incluyen los resultados de los *t-tests*; df: grados de libertad; ***: p-valor<0.001; **: p-valor<0.01; *: p-valor<0.05; n.s.: no significativo.

		Experimental	Convencional 2	*t*	df	Resultado
Rendimiento del arte	Apertura vertical (m)	1,6 ± 0,02	3,2 ± 0,07	-12,6	4	Con 2 > Exp ***
	Apertura horizontal (m)	24,5 ± 0,3	22,0 ± 0,1	5,45	4	Con 2 < Exp **
	Distancia entre puertas (m)	89,0 ± 1,4	96,5 ± 0,5	-3,51	4	Con 2 > Exp *
	Consumo combustible (l/h)	88,0 ± 1,4	104,6 ± 3,9	-4,82	4	Con 2 > Exp ***
	Motor: r.p.m.	1299,2 ± 5,1	1371,3 ± 7,6	-6,41	4	Con 2 > Exp **
	Área barrida: puertas (km²/h)	0,60 ± 0,02	0,66 ± 0,01	-4,82	4	Con 2 > Exp *
	Área barrida: red (km²/h)	0,17 ± 0,004	0,15 ± 0,003	4,84	4	Con 2 < Exp **
	Tensión total (kg)	4095,2 ± 86,5	5038,5 ± 108,1	-11,62	4	Con 2 > Exp ***
	Tensión: puertas (kg)	582,8 ± 22,1	856,1 ± 29,2	-9,26	4	Con 2 > Exp ***
	Tensión: red (kg)	3476,7 ± 123,2	4151,2 ± 70,7	-6,86	4	Con 2 > Exp **
Eficacia	Captura total (kg/h)	49,0 ± 2,1	42,4 ± 1,8	3,2	4	Con 2 < Exp *
	Desembarques (kg/h)	38,9 ± 2,1	36,3 ± 2,9	-0,67	4	n.s.
	Descartes (kg/h)	10,2 ± 12,7	6,1 ± 0,3	1,18	4	n.s.

Ganancias económicas (€/h)	241,9 ± 16,2	258,7 ± 16,4	-1,14	4	n.s.

No se observaron diferencias significativas ni entre los ingresos económicos obtenidos por los desembarques del arte Experimental y el Convencional 1, ni entre el arte Experimental y el Convencional 2 (Tablas 1 y 2).

El área barrida por el arte Experimental, considerando tanto la apertura de la red como la de las puertas (esta última representa el área total barrida por el arte), no mostró diferencias en comparación con el arte Convencional 1. Sin embargo, el área barrida por la red y el área total barrida por el arte fue un 8% mayor y un 10% menor que en el arte Convencional 2, respectivamente.

En cuanto a los desembarques, el arte Experimental y el Convencional 1 mostraron una composición de especies casi idéntica (Fig. 2). Las más importantes fueron *M. merluccius, M. barbatus, L. budegassa, I. coindetii, Liocarcinus depurator* y *Trisopterus minutus*, representando el 22,5%, 17,0%, 12,0%, 7,0%, 5,7% y 5,6% de la biomasa total desembarcada, respectivamente, al agrupar todos los lances del estudio. No obstante, los desembarques fueron altamente multiespecíficos. Ninguna de las comparaciones de las especies más importantes para la pesquería de arrastre de la zona (*M. merluccius, M. barbatus* y *L. budegassa*) mostró diferencias significativas entre el arte Experimental y los artes convencionales. Aunque la composición de los desembarques fue ligeramente diferente entre el arte Experimental y el Convencional 2 —principalmente por mayores capturas de *M. merluccius* y menores de *M. barbatus* con el arte Convencional 2—, estas diferencias no fueron significativas.

El rendimiento económico generado por las especies más importantes fue similar entre el arte Experimental y el Convencional 1. Solo se detectaron diferencias significativas al comparar el arte Experimental con el arte Convencional 2 con mayores ganancias para *M. merluccius* con el Convencional 2 y mayores ganancias para *Citharus linguatula* con el Experimental. El rendimiento económico de *M. merluccius* fue mayor con el arte Convencional 2, mientras que *C. linguatula* generó mayor rendimiento económico con el arte Experimental (Fig. 2).

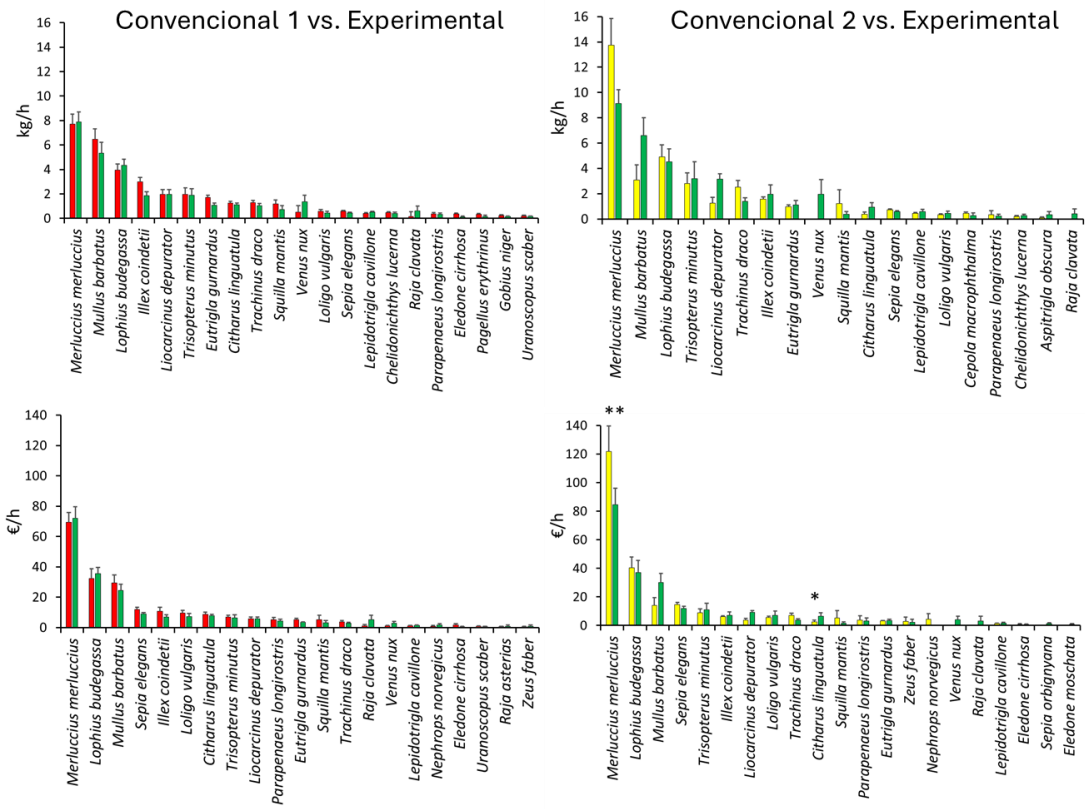


Fig. 2. Composición de los rendimientos en términos de biomasa desembarcada (kg/h) y ganancias económicas (€/h) de las pescas replicadas comparando los artes Experimental (barras verdes) y Convencional 1 (barras rojas), a la izquierda, y Experimental (barras verdes) y Convencional 2 (barras amarillas), a la derecha. Los resultados de los t-tests se indican cuando las diferencias son significativas (**: p-valor< 0.01; *: p-valor< 0.05).

La mayor parte de la biomasa descartada correspondió a *Lophius budegassa* y *Merluccius merluccius*, que representaron el 36% y el 14%, respectivamente, de los descartes de todos los lances durante la campaña. El pez *Spicara flexuosa*, sin valor comercial en la zona, fue otro componente importante de los descartes (4,5%). Entre los invertebrados, los más relevantes en los descartes fueron los equinodermos *Astropecten irregularis* y *Leptometra phalangium*, y la ascidia *Ascidia mentula* que representaron el 9,8%, 5,3% y el 4,3% de la biomasa descartada, respectivamente. Los descartes de las principales especies objetivo, *M. merluccius* y *L. budegassa* (los descartes de *M. barbatus* fueron insignificantes), solo mostraron diferencias en el caso de *L. budegassa* y únicamente entre el arte Experimental y el Convencional 1 (3,4 ± 0,5 vs. 2,0 ± 0,2 kg/h, respectivamente; p<0,05). Ni la biomasa total de descartes de especies bentónicas ni la de sus principales representantes mostraron diferencias significativas entre el arte Experimental y los convencionales (Fig. 3). En el caso de *L. phalangium*, no pudo ser comparada por que apareció solo en 4 pescas, y más del 95% de la biomasa se debe a una sola pesca con el arte experimental.

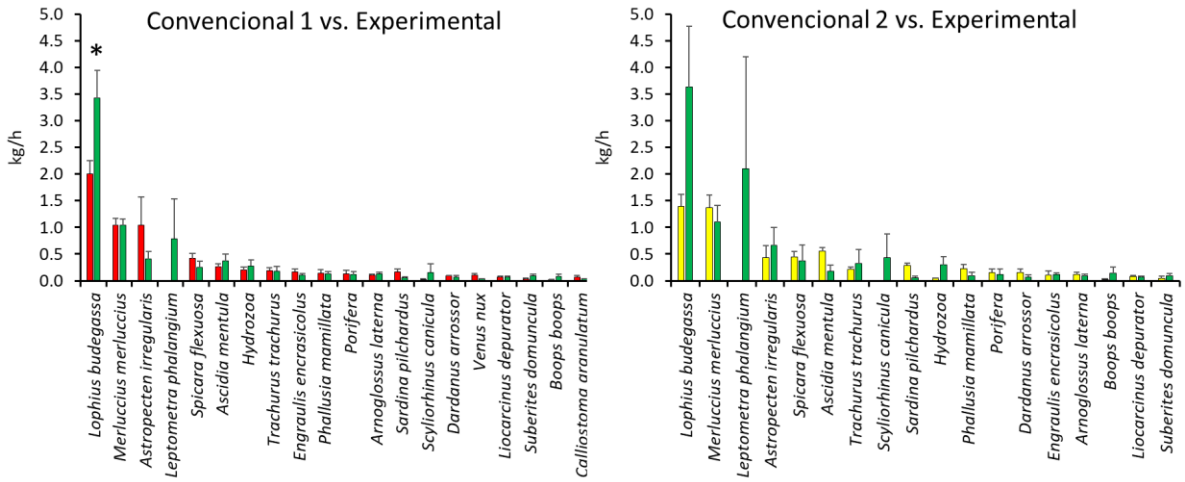


Fig. 3. Composición de los descartes de las pescas alternas correspondientes a los artes Experimental (barras verdes) y Convencional 1 (barras rojas), a la izquierda, y Experimental (barras verdes) y Convencional 2 (barras amarillas), a la derecha. Se muestran los valores medios de rendimiento de especies que representan el 95% de la biomasa descartada. Además, está indicado el resultado del *t-test*. *: p-valor<0,05.

Las distribuciones de tallas de las principales especies comerciales capturadas con los artes Experimental y Convencional 1 se presentan en la Fig. 4. No hubo diferencias significativas excepto en el caso de *P. longirostris*. Aunque ambos artes capturaron un rango de tallas similar para esta especie (14-39 mm para el Experimental y 13-38 mm para el Convencional 1), los individuos pequeños (16-19 mm) fueron relativamente más abundantes en el arte Convencional 1 (Tabla 3).

La Fig. 4 muestra las distribuciones de frecuencia de tallas para los artes Experimental y Convencional 2. Para *M. barbatus*, el Convencional 2 capturó individuos relativamente más pequeños (Tabla 3). Los rangos de talla fueron similares (11-22 cm y 11-21 cm para los artes Experimental y Convencional 2, respectivamente), pero la moda fue claramente mayor en el Experimental (18 cm) que en el Convencional 2 (14 cm). En el caso de *I. coindetii*, ambos artes mostraron rangos de talla similares (6-14 cm para el Experimental y 5-13 cm para el Convencional 2), aunque la moda fue ligeramente menor en el arte Experimental (9 cm) en comparación con el Convencional 2 (10 cm). Para *P. longirostris*, los rangos de tallas fueron comparables en ambos artes (15-40 mm para el Experimental y 15-38 mm para el Convencional 2), aunque se capturaron más individuos pequeños (17-22 mm) en el arte Convencional 2.

Tabla 3. Resultados del test de dos vías de Kolmogórov-Smirnov, comparando las frecuencias de tallas para las especies comerciales más importantes del estudio entre artes. Exp: arte Experimental; Con 1: arte Convencional 1; Con 2: arte Convencional 2; Res: resultados; D: estadístico de Kolmogorov-Smirnov; ***: p-valor<0.001; *: p-valor<0.05; n.s.: no significativo.

	Experimental vs. Convencional 1				Experimental vs. Convencional 2			
Species	N (Exp)	N (Con 1)	D	Res.	N (Exp)	N (Con 2)	D	Res.
M. merluccius	1602	1649	0.008	n.s.	649	1023	0.071	n.s.

M. barbatus	1354	1674	0.010	n.s.	648	360	0.173	Con 2 < Exp ***
I. coindetii	786	1544	0.085	n.s.	346	243	0.209	Con 2 > Exp ***
P. longirostris	665	600	0.177	Con 1 < Exp ***	140	322	0,439	Con 2 < Exp ***

Discusión y conclusiones

El arte Experimental mostró una reducción significativa en la apertura vertical y un aumento significativo en la apertura horizontal en comparación con ambos artes convencionales. Mediante las modificaciones en los componentes del arte Experimental, se consiguieron reducciones en la tensión ejercida por el arte y una reducción significativa del consumo de combustible respecto a los artes convencionales.

No se observaron diferencias significativas en la eficiencia de captura de los tres artes (ni en el total, ni en desembarques o descartes); ni en las ganancias económicas. La composición de especies, además, fue similar. Las mejoras en el arte Experimental no conllevaron un aumento de los descartes de especies bentónicas ni de especies objetivo, excepto en el caso de *L. budegassa*. El incremento de sus descartes podría resultar de la menor apertura vertical del arte Experimental y, por ello, una mayor eficiencia de captura de especies con comportamiento bentónico.

A pesar del bajo número de lances realizados con el arte Convencional 2, este parece obtener capturas y rendimientos económicos similares al arte Experimental, pero reduciendo el área barrida. Esta reducción parece compensarse con un mayor volumen de agua filtrada, debido a la mayor apertura vertical del arte Convencional 2, lo que parece explicar las mayores capturas de *M. merluccius* en comparación con el arte Experimental. Sin embargo, esta mayor eficiencia del arte Convencional 2 en términos de área barrida implica un consumo de combustible mucho más elevado en comparación con el Experimental, principalmente debido a la mayor fuerza de arrastre requerida.

A pesar de las diferencias encontradas en las distribuciones de tallas de las capturas entre el arte Experimental y los convencionales, no se detecta una tendencia general (algunas especies con individuos más pequeños se capturan con el arte Experimental y otros, viceversa) y las diferencias, cuando aparecen, son, en general, poco importantes respecto a la moda de las capturas.

A pesar de las ventajas del arte Experimental, también es necesario considerar posibles consecuencias negativas. La mayor apertura horizontal de la red podría implicar un aumento del área barrida por esta y, por tanto, un incremento del esfuerzo pesquero efectivo en comparación con los artes convencionales. Consecuencias similares podrían derivarse del ahorro de combustible, que podría utilizarse para aumentar la velocidad de arrastre y, en consecuencia, la superficie impactada.

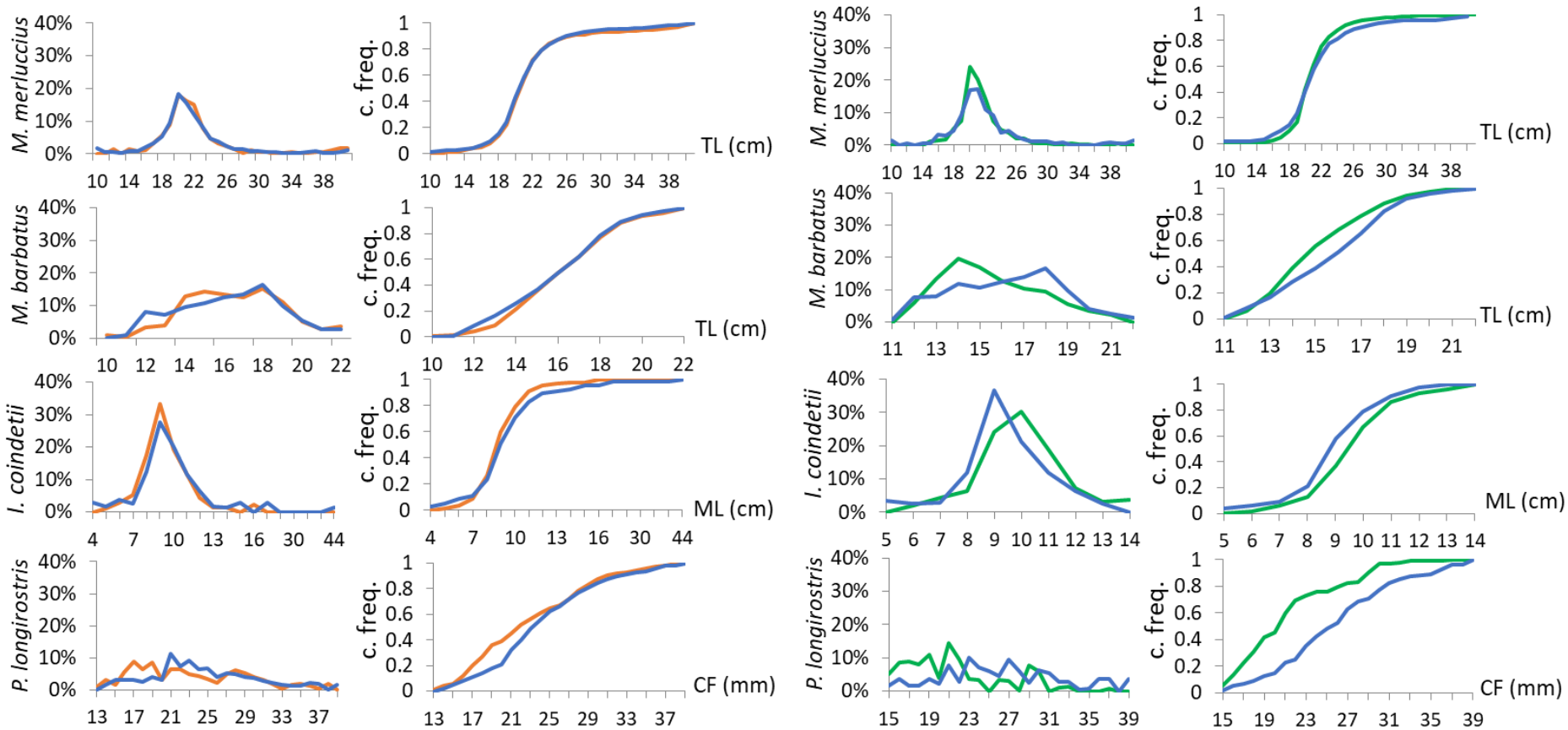


Fig. 4. Frecuencias de tallas relativas medias (%) y acumuladas (c. freq) de las especies comerciales principales de este estudio para los artes Experimental (azul), Convencional 1 (naranja) y Convencional 2 (verde). TL: longitud total; ML: longitud del manto; CF: longitud del cefalotórax.

Referencias bibliográficas

European commission. (2023). Communication from the Commission to the European Parliamente, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the energy transition of the EU Fisheries and Aquaculture sector. In *COM (2023) 100 final* (p. 27). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52023DC0100

Ferragut-Perello, F., Vasapollo, C., Valls, M., Farriols, M. T., Massutí, E., Guijarro, B., Joher, S., Bibiloni-Socias, M., & Ordines, F. (2023). Effects of the implementation of T90 extension and 52 mm square mesh codend on the bottom trawl hake fishery of the north western Mediterranean. *Frontiers in Marine Science*, *10*. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1035448

IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In V. Masson-delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (Eds.), *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Sala, A., Damalas, D., Labanchi, L., Martinsohn, J., Moro, F., Sabatella, R., & Notti, E. (2022). Energy audit and carbon footprint in trawl fisheries. *Scientific Data*, *9*(1). https://doi.org/10.1038/s41597-022-01478-0

Wileman, D. A., Ferro, R. S. T., Fonteyne, R., & Millar, R. B. (1996). *Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears*. https://doi.org/10.17895/ICES.PUB.4628

El Plan Multianual de gestión de los recursos demersales del Mediterráneo Occidental. ¿hacia dónde podemos ir?

Eliana Céspedes, Aitor Forcada y José Luis Sánchez Lizaso

Universidad de Alicante

En 2020 entró el vigor el Plan Multianual para la gestión de los recursos demersales del Mediterráneo Occidental (MAP) (Reglamento 2019/1022) con el objetivo de contribuir a la Política Pesquera Común (PPC). El plan tiene algunos aspectos interesantes como la gestión basada en el esfuerzo frente a la gestión basada en TACs y cuotas habitual en Europa, pero también tiene aspectos discutibles. Por una parte, el plan llega tarde ya que la PPC establece que el rendimiento máximo sostenible, RMS, debía alcanzarse en 2020. Por otra parte, separar la gestión en días de pesca costera y días de pesca profunda genera problemas logísticos. También resulta discutible el criterio de asignación inicial de los días por embarcación basado en registros históricos que perjudicaba a las embarcaciones que habían hecho vedas o habían tenido averías. Para la gamba roja se introdujo una doble gestión de días y cuotas de pesca que está generando problemas. Además, el plan planteaba un escenario bastante definido hasta enero de 2025 pero una gran incertidumbre a partir de esa fecha acrecentada por la propuesta de la comisión de diciembre de 2024 que planteaba una reducción de posibilidades de pesca extremadamente drástica.

La principal medida aplicada ha sido una reducción importante de los días de pesca hasta llegar cerca de la máxima reducción prevista en el Plan para el periodo 2020-2024 (el 40%) (Figura 1). Los días totales de pesca de la flota de arrastre de la Comunidad Valenciana se han reducido de 37.725 en 2019 a 26.336 en 2024, una reducción superior al 30 %. Los días de pesca por embarcación y año se han reducido entre 2019 y 2024 un 26,6 %, de 184 a 135 días por embarcación y año de promedio.

Además, se han aplicado medidas complementarías que incluyen vedas temporales y permanentes y mejoras en la selectividad que también deben haber contribuido a la reducción de la mortalidad por pesca.

La figura 2 presenta la evolución de las capturas e ingresos de la flota valenciana. Se puede observar que la tendencia es decreciente con excepción del último año que las capturas y los ingresos ascienden.

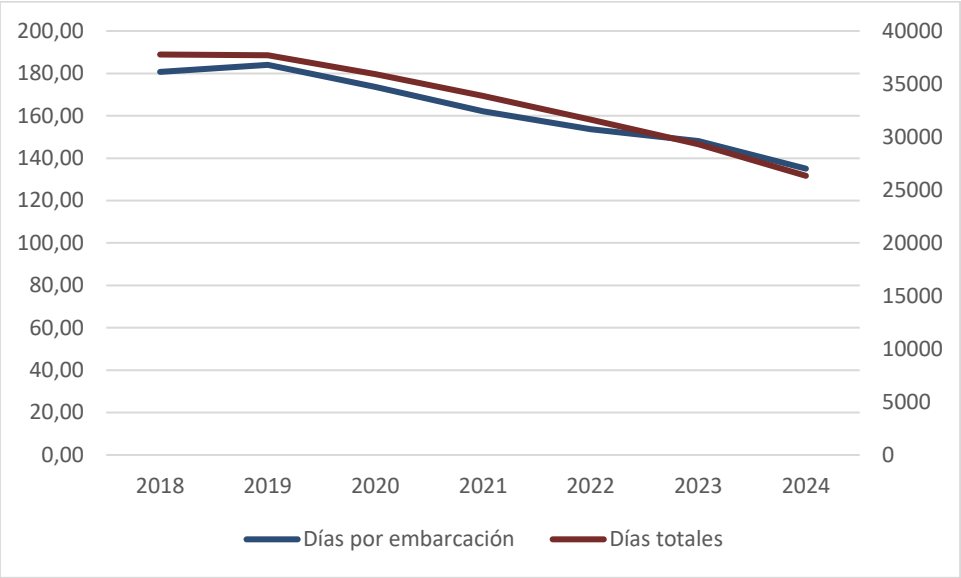


Figura 1: Evolución del tiempo de pesca de la flota de arrastre de la Comunidad Valenciana entre 2018 y 2024.

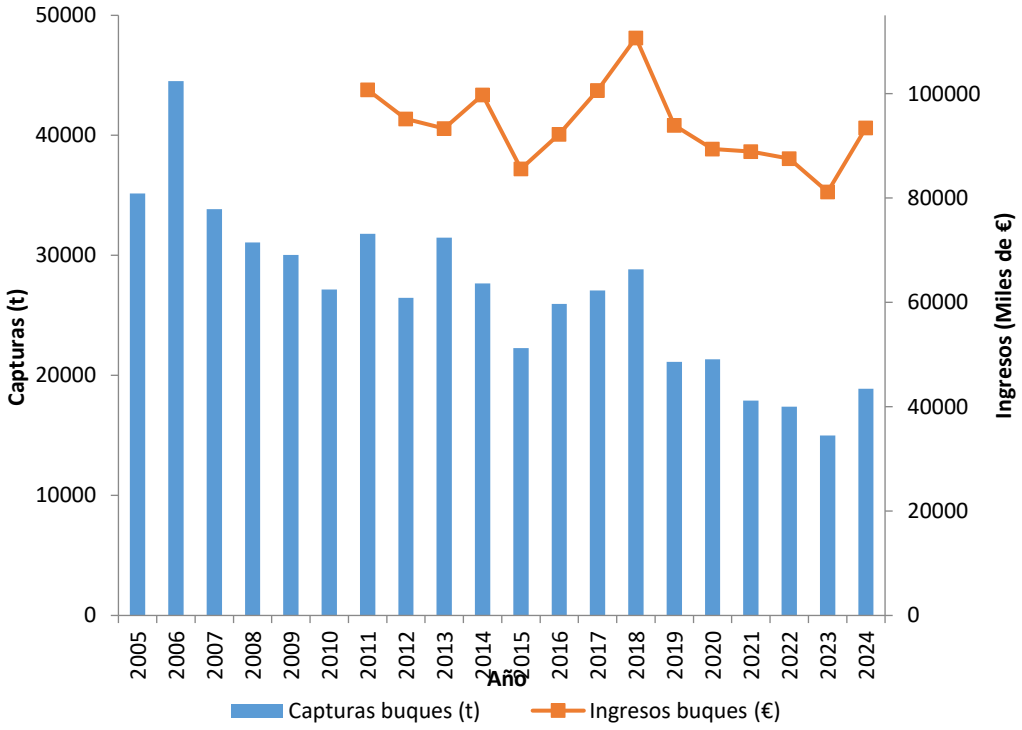


Figura 2: Evolución de las capturas e ingresos de primera venta de la flota valenciana

Este ascenso de las capturas e ingresos en 2024 ocurre tanto en el arrastre como en el cerco (Figura 3) que son las principales modalidades de pesca practicadas en la Comunidad Valenciana. La figura 4 amplia los resultados del arrastre en el periodo de aplicación del plan de demersales. Se puede observar el cambio de tendencia en 2024 a pesar de la continuada reducción de días de pesca si se compara con los datos anteriores (Céspedes et al 2025).

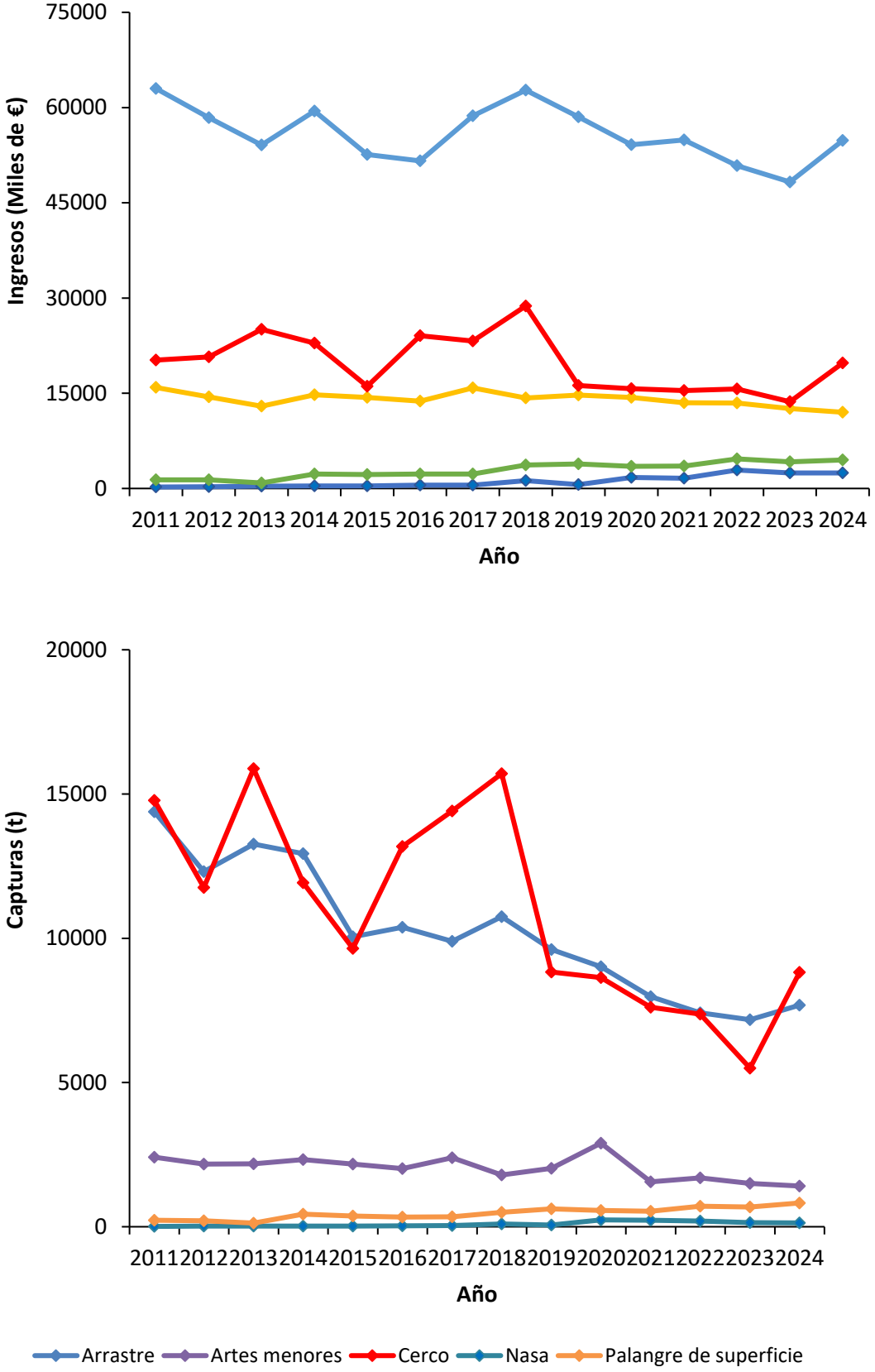


Figura 3: Evolución de los ingresos (arriba) y las capturas (abajo) por modalidad de pesca en la Comunidad Valenciana.

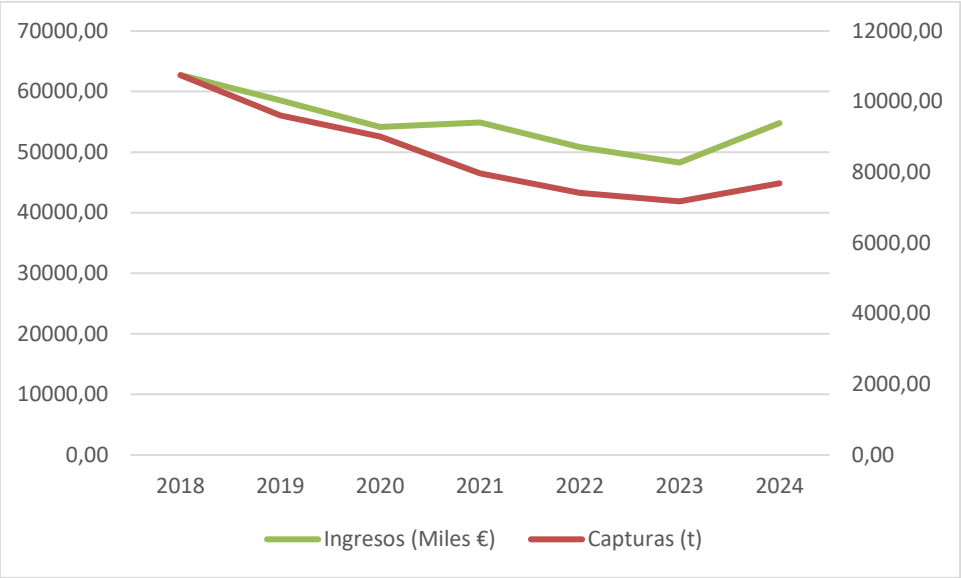


Figura 4: Evolución de las capturas (t) e ingresos (miles de euros) de la flota de arrastre de la Comunidad Valenciana entre 2018 y 2024.

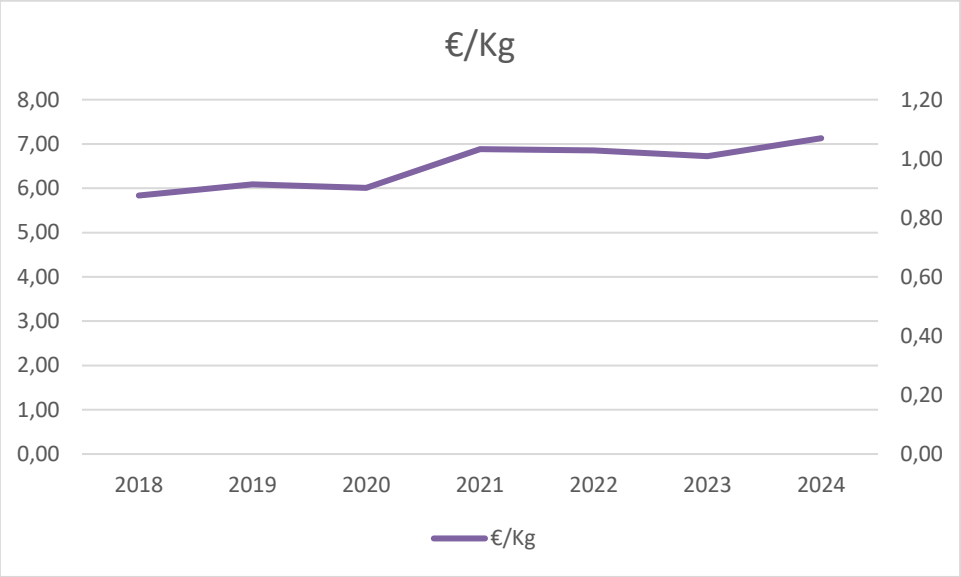


Figura 5: Precio medio de primera venta (euros/kilo) de las capturas de la flota de arrastre en la Comunidad Valenciana entre 2018 y 2024.

La figura 5 muestra la evolución del precio promedio de primera venta de las capturas de la flota de arrastre de la Comunidad Valenciana. Se puede observar que tienden a aumentar gradualmente en los últimos años.

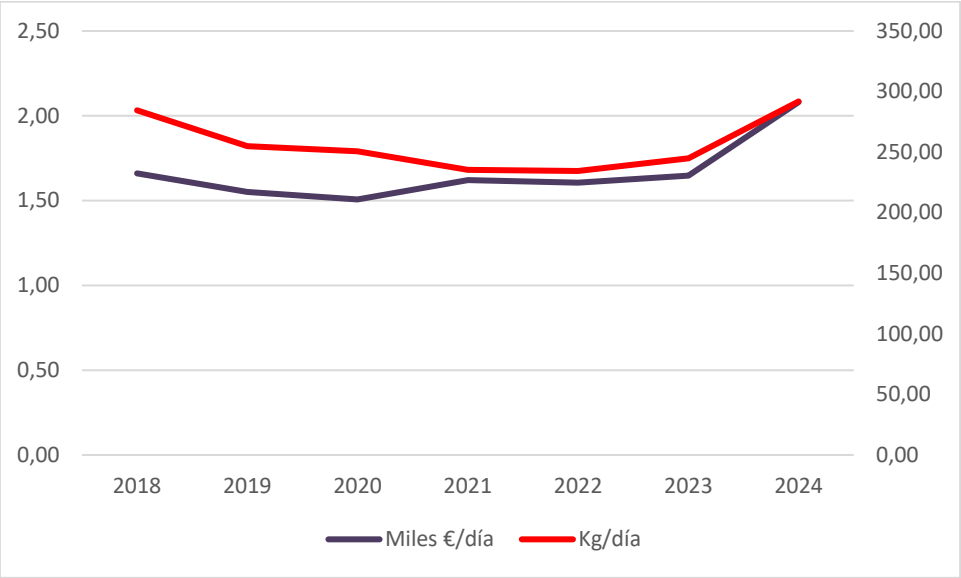


Figura 6: Evolución de la captura por unidad de esfuerzo (t día^{-1} embarcacion^{-1}) y rendimiento (t día^{-1} embarcacion^{-1}) medios por embarcación de la flota valenciana de arrastre entre 2019 y 2023.

La figura 6 indica las capturas por unidad de esfuerzo kilogramos por día y embarcación y los rendimientos económicos en miles de euros por embarcación y día. Se puede observar que en los primeros años de aplicación del plan de demersales la captura por unidad de esfuerzo no aumentó e incluso descendió ligeramente. Sin embargo, se puede observar una importante recuperación en 2024 superando los valores de antes de la entrada en vigor del plan.

Tabla 1: Relación entre la mortalidad por pesca el año en curso y la mortalidad por pesca de referencia ($F_c/_{F0.1}$) para algunas de las especies objetivo del MAP en la GSA6. Fuente CGPM https://www.fao.org/gfcm/data/safs/en/

Año	*Aristeus antennatus*	*Merluccius merluccius*	*Nephrops norvergicus*	*Mullus barbatus*	*Parapenaeus longirostris*
2019	6,86	8,57		4,57	1,61
2020	6,20	11,53		5,06	1,61
2021	4,91	10,33		5,68	1,46
2022	5,45	9,09		5,40	1,13
2023	3,06	8,38	2,91	1,17	0,95

Las evaluaciones realizadas por la Comisión General de Pesca del Mediterráneo de las poblaciones de referencia del Plan de demersales parecen indicar una mejoría de todas ellas desde la entrada en vigor del plan (tabla 1). Sin embargo, aunque algunas se encuentran por

debajo de los valores de referencia en 2023 (gamba blanca) o cercanos a él (salmonete) otras se encuentran todavía lejos de los mismos. En concreto la merluza es la especie más alejada de los valores de referencia (Tabla 1). Hay que tener en cuenta el desfase que se produce entre la adopción de medidas y la evaluación de sus efectos en las poblaciones. Las últimas medidas adoptadas (reducción adicional de días en 2024 y cambio de la selectividad en 2025 deben haber producido beneficios adicionales sobre el estado de las poblaciones que deberían reflejarse en las próximas evaluaciones.

Valoración, conclusiones y propuestas de futuro.

La entrada en vigor del plan de demersales ha implicado una fuerte reducción del esfuerzo de pesca de la flota de arrastre que, durante los primeros años no ha supuesto una recuperación clara de las capturas. Sin embargo, en 2024 esta tendencia se rompe y se observa no solo una mejora de los rendimientos por barco y día sino un aumento de las capturas e ingresos totales de la flota de arrastre a pesar del menor número de días de trabajo. Del mismo modo, las evaluaciones de los recursos indican que las poblaciones objetivo se van acercando a los niveles de referencia, aunque sea lentamente.

En estas condiciones, y considerando el desfase observado entre la adopción de medidas de ordenación pesquera y la obtención de resultados, sería conveniente mantener la situación actual antes de adoptar nuevas medidas que puedan comprometer la viabilidad del sector. De este modo se podría comprobar si se mantienen las tendencias observadas en 2024.

Por otra parte, resulta necesario reducir la incertidumbre del sector estableciendo topes máximos de cambio de un año a otro o aplicando medidas de gestión plurianuales. Tampoco se considera que sea adecuado mantener la doble gestión de esfuerzo y cuotas para la gamba ya que siempre se aplicará la medida más restrictiva mientras coexistan. Por último, habría que fijar nuevos puntos de referencia para las pesquerías mediterráneas. Mantener como objetivo de gestión el RMS de la especie más vulnerable va ha provocar los problemas ocasionados por las especies estrangulamiento que pueden provocar en graves problemas al sector. No se debe desvirtuar el significado de los puntos de referencia límite que deber reservase para los umbrales que ponen en peligro la seguridad biológica del stock. El rendimiento máximo sostenible debe se un punto de referencia objetivo. Transformarlo en un punto de referencia límite puede implicar adoptar medidas mucho más drásticas de lo necesario. También hay que tener en cuenta que en el Mediterráneo empleamos como proxi del RMS el $F_{0.1}$ que es más estricto que el RMS. También debemos solucionar la duplicidad existente entre la CGPM y el STECF, como ya se señaló en la reunión del foro de Almería (Guijarro et al 2020), y asegurar que el asesoramiento se realiza por los mejores expertos en las pesquerías objeto de estudio y utilizando la mejor información científica disponible.

Tampoco hay que olvidar que la obligación de desembarque sigue en vigor. Esta medida no presenta ninguna ventaja para las poblaciones reguladas por tallas mínimas y solo podría estar justificada en el caso de poblaciones reguladas por TACs y cuotas, aunque su aplicación genera múltiples problemas. Actualmente, aunque está en vigor, en el Mediterráneo no se aplica en la práctica por las exenciones "de minimis" pero en cualquier momento podría cambiar la situación.

Además, a nivel nacional la gestión que se está haciendo de los días de pesca es mejorable y debería optimizarse para poderles sacar el máximo partido a las posibilidades de pesca existentes.

Por último, hay que señalar la propuesta para reducir los fondos de pesca y acuicultura en el nuevo presupuesto de la UE y diluirlos al combinarlos con otro tipo de fondos que puede complicar la situación por la que atraviesa el sector.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto para la realización de estudios e investigación en materia pesquera en aguas frente a la Comunitat Valenciana financiado por la Generalitat Valenciana.

Referencias

Céspedes, E.; E. Arroyo, Á. Viloria López, A. Forcada, J. L, Sánchez Lizaso. 2025. Algunas reflexiones sobre el plan multianual de gestión de los recursos demersales del Mediterráneo occidental En Sánchez Lizaso (Ed.) XV reunión del foro científico sobre la pesca española en el Mediterráneo Publ Universidad de Alicante 177-184

Guijarro, B. E. Massuti; J. L. Sánchez Lizaso. 2020. Problemas y necesidades de la investigación pesquera en el mediterráneo español *XII Reunión del Foro Científico de la Pesca Española en el Mediterráneo* J. L. Sánchez Lizaso (Ed.). Publ Universidad de Alicante: 135-137.

Guijarro, B.; A. Cohen, M. Forteza, S. Manchado, F. Ordines, M. Valls, C. García-Fernández, J. Baro, J. M. Serna, N. Díaz, J. M. Bellido, E. Massutí. 2024. El plan plurianual para la pesca demersal: efectos en la flota y en los recursos explotados. En Sánchez Lizaso (ed.) XIV Reunión del foro científico para la pesca española en el Mediterráneo. Publicaciones Universidad de Alicante. 147-152.

Protocolo de captura y estructuración de imágenes para la diferenciación de especies de elasmobranquios

Aranda Garrido, Nieves[1,2]; Beviá Ballesteros, Ismael[4]; Antón Linares, Irene[1,2]; Azorín López, Jorge[4]; Abel Abellán, Isabel[1]; Arroyo Martínez, Elisa[5]; Fuster Guilló, Andrés[4]; Giménez Casalduero, María Francisca[1,2,3]; Ramos Esplá, Alfonso A.[3].

[1] Centro de Investigación Marina de Santa Pola (CIMAR), Universidad de Alicante, Alicante, España
[2] Instituto Multidisciplinar de Estudios Medioambientales (IMEM) «Ramón Margalef», Universidad de Alicante, Alicante, España
[3] Departamento de Ciencias del Mar, Universidad de Alicante, Alicante, España
[4] Departamento de Tecnología Informática, Universidad de Alicante, Alicante, España
[5] Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC), San Pedro del Pinatar, Murcia, España

Introducción

Los **elasmobranquios** constituyen un grupo de peces cartilaginosos que incluye a los tiburones, las rayas y los torpedos (Arroyo et al. 2021). Junto con las quimeras, pertenecen al filo de los condrictios, caracterizado por la presencia de un esqueleto compuesto principalmente por cartílago (Mylniczenko et al. 2014). Este grupo presenta una amplia distribución geográfica, y se encuentra en ambientes marinos de todo el mundo, desde hábitats costeros, pelágicos, bentónicos hasta aguas profundas (Priede et al. 2006, Van der Elst et al. 2015).

Los elasmobranquios se organizan en dos grupos principales: Selachimorpha (selacimorfos) que comprenden los tiburones modernos y Batomorpha (batoideos o batomorfos) que incluyen rayas, mantas y torpedos (Villalobos-Segura et al. 2023).

Se han descrito más de 1200 especies de elasmobranquios en todo el mundo (Gayford et al. 2025), de los cuales, más de 80 especies de elasmobranquios se han citado en el Mar Mediterráneo. De ellos, 49 especies pertenecen al grupo de los tiburones, pertenecientes a 17 familias y 37 especies de batoideos de 9 familias (Bradai, Saidi y Enajjar, 2012).

Estos animales se caracterizan por presentar de 5 a 7 hendiduras branquiales (Dolce y Wilga. 2013), no tienen vejiga natatoria pero tienen el hígado lleno de aceite (rico en escualeno y otros lípidos de baja densidad) para lograr la flotabilidad y movilidad vertical en la columna de agua (Godefroid et al. 2017). Los elasmobranquios presentan mandíbulas provistas de múltiples filas de dientes, que se reemplazan continuamente a lo largo de su vida mediante un mecanismo funcionalmente equiparable a una cinta transportadora. Este proceso de recambio dental puede dar lugar a la producción de hasta 30.000 dientes por individuo, compensando la pérdida o el desgaste habitual de las piezas dentales (Rasch et al. 2016). Especies como es el tiburón peregrino (*Cetorhinus*

maximus), de hábitos filtradores, posee dientes muy reducidos o vestigiales, casi no funcionales en la masticación (Mitchell, 2016).

Los elasmobranquios poseen diminutas escamas llamadas dentículos dérmicos o escamas placoideas ("dientes de piel"), que se superponen y están orientadas en dirección posterior a lo largo de todo el cuerpo y se presentan en diferentes formas que se adaptan al estilo de vida de cada especie (Lourtie et al., 2022). Proporcionan protección física ante las heridas y también ayudan al tiburón a nadar reduciendo la fricción del agua (Gabler-Smith, 2022).

Tienen una alimentación muy variada: desde tiburones como la negra (*Dalatias licha*) que se alimenta de etmoptéridos como el tiburón linterna (*Etmopterus spinax*) (Navarro et al. 2014; Bottaro et al. 2023) o el cerdo marino (*Oxynotus cetrina*) que, según observaciones recientes, se alimenta succionando huevos de otros elasmobranquios (Guallart, 2015), especies que se alimentan de otros peces, o aquellos cuya dieta se centra en el plancton, crustáceos y/o moluscos, etc.

Las **deficiencias actuales en el conocimiento científico sobre los elasmobranquios** constituyen uno de los principales obstáculos para su conservación a escala global. La escasez de datos sobre el estado poblacional de numerosas especies, sus interacciones con actividades humanas, las amenazas que enfrentan y la eficacia de las acciones de conservación dificultan el diseño y la implementación de estrategias de conservación efectivas (Jorgensen et al. 2022). Por lo tanto, una de las limitaciones más relevantes es la **falta de datos empíricos** sobre la distribución y abundancia de muchas especies, en particular aquellas crípticas o morfológicamente similares, que frecuentemente han sido agrupadas erróneamente bajo un mismo taxón. Esta problemática ha sido señalada como una barrera crítica para evaluar con precisión el estado de conservación de los elasmobranquios (Saadaoui et al. 2016; Jorgensen et al. 2022). La carencia de muestreos sistemáticos en hábitats remotos o de difícil acceso (como fondos profundos o regiones poco estudiadas) ha contribuido a que un gran número de especies permanezcan clasificadas como *Data Deficient* en la Lista Roja de la UICN (Hauser-Davis, 2020).

A esta problemática se añade la escasa cobertura en el monitoreo de las **pesquerías artesanales y de pequeña escala,** particularmente en zonas costeras, donde la composición específica de los elasmobranquios desembarcados sigue siendo, en gran medida, desconocida. Esta laguna impide realizar evaluaciones de stock confiables y, por ende, establecer medidas de manejo adecuadas (Johri et al. 2021).

Por otro lado, los datos disponibles sobre los impactos subletales y la mortalidad asociada a la **pesca recreativa** siguen siendo limitados y focalizados principalmente en especies emblemáticas de gran tamaño. De hecho, las consecuencias fisiológicas y en el comportamiento tras la captura y liberación en especies menos estudiadas, particularmente bentónicas o pequeñas, no han sido adecuadamente cuantificadas (Cameron et al. 2023).

La investigación sobre elasmobranquios muestra además una notable **concentración geográfica**: los mayores esfuerzos científicos se localizan en América del Norte,

Australia y Europa Occidental. Este sesgo regional ha provocado vacío de información en zonas clave para la biodiversidad, como el Mediterráneo oriental, el Golfo de Guinea y el Sudeste Asiático, así como de especies menos visibles o con menor valor comercial o simbólico. Como resultado, se generan importantes vacíos de información que dificultan el desarrollo de políticas de conservación basadas en evidencia (Bradai, Saidi y Enajjar, 2012; Pimiento et al. 2023).

Estas carencias de información están estrechamente ligadas a los **desafíos taxonómicos** que aún persisten en la sistemática de los condrictios. La delimitación precisa de especies y géneros continúa siendo objeto de controversia científica, debido tanto a la existencia de ambigüedades morfológicas como a inconsistencias genéticas que dificultan la consolidación de una clasificación taxonómica estable (Compagno et al. 2005; Ebert et al. 2013).

Este problema adquiere especial relevancia en el contexto del **Mar Mediterráneo**, una región con un panorama taxonómico particularmente complejo, ya que existe una alta incidencia de errores de identificación, solapamientos entre taxones similares y registros históricos poco fiables (Serena, 2005, Ebert et al. 2013). A ello se suma la carencia de una nomenclatura estandarizada y la falta de una resolución taxonómica efectiva (Iglesias, 2014) subrayándose la urgencia de revisar y actualizar las listas de especies presentes en la región mediante enfoques integradores, que combinen tanto herramientas morfológicas como técnicas moleculares modernas.

Mediante el proyecto "*Nuevas tecnologías y avances en el conocimiento de elasmobranquios del Levante español (e-Lasmobranc*)" se pretende promover el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías, en particular el *machine learning*, con el fin de profundizar en el conocimiento sobre las especies de elasmobranquios (tiburones, rayas y torpedos) presentes en el sureste español. Este avance se orienta a su integración en la normativa vigente, así como en los planes de gestión y seguimiento de las zonas objeto de estudio.

Entre los objetivos específicos del proyecto se contempla una labor destacada de comunicación y divulgación, centrada en resaltar el valor ecológico de los elasmobranquios dentro de los ecosistemas marinos y en sensibilizar sobre las múltiples presiones antrópicas que amenazan su conservación. Asimismo, se pretende fomentar un cambio en la percepción pública y contribuir a la mejora de la imagen de estas especies.

La implementación de sistemas de identificación automática basados en *machine learning* requiere el uso de un volumen considerable de imágenes de ejemplares de elasmobranquios (Vo et al. 2021, Li y Du, 2022, Vijayalakshmi y Sasithradevi, 2024). Dada esta necesidad, se ha desarrollado un protocolo específico para la captura de imágenes, el cual establece criterios técnicos rigurosos que garantizan la idoneidad del material visual para su procesamiento por algoritmos de inteligencia artificial.

Material y métodos

Para la elaboración del protocolo destinado a la captura de imágenes con fines de identificación taxonómica, resulta imprescindible llevar a cabo una serie de análisis preliminares que fundamenten científicamente las decisiones metodológicas adoptadas, como son la determinación de las características morfológicas relevantes de las especies seleccionadas (Lonati et al. 2024). Además, la literatura científica ha subrayado la necesidad de definir criterios rigurosos en protocolos de fotoidentificación, tales como el ángulo, la resolución, la iluminación y la estandarización del encuadre, para garantizar la fiabilidad y reproducibilidad en la discriminación taxonómica de tiburones y rayas (Dudgeon et al. 2008, Marshall et al. 2012).

Es por ello que, en una primera fase, se procede a la delimitación de las especies objetivo que serán incluidas en dicho protocolo. Esta selección se efectúa considerando el conjunto de especies presentes en la Región de Murcia, agrupadas conforme a su clasificación en siete órdenes taxonómicos de elasmobranquios: *Hexanchiformes* (cañabotas), *Squaliformes* (tiburones cerdo, linterna, carochos y pinchudos), *Lamniformes* (marrajos), *Carcharhiniformes* (jaquetones o tiburones típicos), *Torpediniformes* (peces torpedo), *Myliobatiformes* (mantas y águilas marinas) y *Rajiformes* (rayas y tiburones de morfología aplanada), de acuerdo con la revisión de Arroyo et al. (2021).

A partir del conjunto taxonómico representativo identificado en la zona de estudio, se lleva a cabo una selección fundamentada de aquellas especies que presentan mayor relevancia ecológica, pesquera y/o frecuencia de aparición. Este proceso de priorización permite delimitar un grupo objetivo compuesto por 11 especies de tiburones y 13 especies de batoideos (rayas y grupos afines):

Número	Especie	Nombre común
1	*Hexanchus griseus*	Cañabota gris, Chata
2	*Oxynotus centrina*	Cerdo marino
3	*Etmopterus spinax*	Tiburón linterna velludo
4	*Squalus acanthias*	Mielga
5	*Dalatias licha*	Negra, lija, carocho
6	*Scyliorhinus canicula*	Pintarroja, gatet
7	*Scyliorhinus stellaris*	Alitán
8	*Galeus melastomus*	Pintarroja bocanegra, olayo
9	*Mustelus mustelus*	Musola
10	*Galeorhinus galeus*	Cazón
11	*Prionace glauca*	Tintorera, Tiburón azul
12	*Torpedo marmorata*	Tembladera, Tremielga común
13	*Torpedo torpedo*	Torpedo, tremielga de ojos, tremolina común
14	*Pteroplatytrygon violacea*	Raya Pelágica, pastinaca pelágica, raya látigo violeta
15	*Myliobatis aquila*	Águila marina

16	*Gymnura altavela*	Mantellina, raya mariposa
17	*Raja asterias*	Raya estrellada, fina o común
18	*Raja miraletus*	Raya de espejos, Raya espejuelo, raya limpia, raya vera
19	*Raja montagui*	Raya pintada, raya fina, raya de pintas, patín manchado
20	*Raja polystigma*	Raya manchada
21	*Raja radula*	Raya áspera
22	*Leucoraja naevus*	Raya santiaguesa, raya de San Pedro
23	*Rhinobatos rhinobatos*	Pez guitarra, rayón
24	*Raja clavata*	Raya de clavos, raya común

Tabla 1. Especies seleccionadas. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se lleva a cabo un estudio comparativo exhaustivo de los caracteres morfológicos y taxonómicos distintivos de dichas especies, con el propósito de establecer un marco de discriminación fiable entre taxones próximos (Hughes et al. 2017, Barone et al. 2022, Lonati et al. 2024). Esta fase resulta crucial para asegurar que las imágenes generadas en etapas posteriores permitan una identificación precisa, minimizando ambigüedades asociadas a similitudes fenotípicas o a la existencia de especies crípticas (Caira y Healy, 2004).

TIBURONES				
Número	**Especie**	**Nombre común**	**Características**	**Características diferenciadoras**
1	*Hexanchus griseus*	Cañabota gris, Chata	OJOS	Verdes brillantes
			HENDIDURAS BRANQUIALES	6 hendiduras branquiales.
			ALETAS	Aleta caudal larga y estrecha. 1 aleta dorsal y 1 aleta anal.
			BOCA/HOCICO	Hocico redondeado.
			CUERPO	Grande y corpulento.
			COLOR	Dorso: Gris - marrón, con linea lateral marcada, Vientre: más claro.
2	*Oxynotus centrina*	Cerdo marino	OJOS	Grandes y ovales. Espiráculos tan grandes como los ojos.
			HENDIDURAS BRANQUIALES	5 hendiduras branquiales muy cortas.
			ALETAS	2 Aletas dorsales altas y en forma de vela. Sin aleta anal.
			BOCA/HOCICO	Boca pequeña y ovalada. Labios carnosos blancos.
			CUERPO	Rechoncho, con forma triangular. Comprimido. Piel muy áspera.
			COLOR	Gris a pardo grisáceo rojizo, negro. Manchas oscuras en cabeza y flancos. Línea horizontal clara separando cabeza y bajo las mejillas.
3	*Etmopterus spinax*	Tiburón linterna velludo	OJOS	Grandes y verdosos.
			HENDIDURAS BRANQUIALES	5 hendiduras.
			ALETAS	2 aletas dorsales con una espina larga delante. Sin aleta anal. Aletas pectorales pequeñas y trapezoidales.
			BOCA/HOCICO	
				Cilíndrico, grueso y alargado. Robusto. 45 cm long. (60 cm máx.). Tamaño

Tabla 2. Extracto representativo del análisis comparativo de caracteres taxonómicos distintivos por especie.
Fuente: Elaboración propia

Una vez completada la fase inicial del estudio, se lleva a cabo un análisis detallado de los factores técnicos que pueden influir en la variabilidad del proceso de captura de imágenes, tales como: i) el tipo de dispositivo utilizado; ii) la perspectiva de adquisición; iii) el

formato y; iv) la calidad de las imágenes. Este análisis es fundamental para establecer una base metodológica firme que permita la formalización de un protocolo estructurado, asegurando su coherencia interna y su alineación con los objetivos del estudio (Marshall y Pierce, 2012). Estudios previos en identificación visual automatizada de elasmobranquios han demostrado que variaciones en estos parámetros afectan significativamente a la precisión de los algoritmos de reconocimiento, por lo que su control y estandarización son esenciales (Hughes y Burghardt, 2017, Yang et al. 2021, Sibley et al. 2024).

Los factores técnicos analizados son:

- **Técnica/Dispositivo de Adquisición.** La calidad y tipo de datos obtenidos dependen de la técnica y el dispositivo de adquisición utilizados, los cuales deben seleccionarse según el objetivo del estudio y los recursos tecnológicos disponibles. Entre las principales opciones se incluyen: fotografía submarina, cámaras de superficie, sonar para baja visibilidad, fotografía de laboratorio en entornos controlados, cámaras 3D (estéreo o RGB-D) que capturan información volumétrica, cámaras de video para estudios de comportamiento, y tecnologías emergentes como drones y cámaras hiperespectrales (Verfuss et al. 2016, Montes – Herrera et al. 2021).
- **Uso de Marcadores.** El empleo de marcadores es fundamental en ciertos análisis para la calibración, medición o seguimiento (Climent-Perez et al. 2024). Se incluyen marcadores de escala (para medidas absolutas), de color (para calibración cromática), 3D (para reconstrucción volumétrica), de seguimiento (para trazabilidad de ejemplares) y marcadores específicos, diseñados para fines técnicos particulares como análisis geométricos o reflectancia (Monkman et al. 2019).
- **Formato de Imagen.** El formato de imagen depende del dispositivo de captura y debe seleccionarse según el tipo de análisis. Los formatos más comunes incluyen: RGB (convencional, para clasificación visual), RGB-D y estéreo (con información de profundidad para morfometría o biomasa), sonar (basado en intensidad acústica para estructuras en baja visibilidad), infrarrojo y térmico (para detección en condiciones adversas o análisis fisiológicos) y video, útil para estudiar comportamiento y dinámicas temporales (Tueller et al. 2021).
- **Calidad de la Imagen.** La calidad de las imágenes es clave para garantizar la precisión del análisis. Los factores principales incluyen: resolución, que determina el nivel de detalle; iluminación, donde brillos o reflejos pueden afectar la imagen; turbidez, que reduce visibilidad en medios acuáticos; fondo, cuya textura o color puede interferir con la detección del sujeto; y otros aspectos como artefactos (burbujas, partículas en suspensión), desenfoque o distancia inadecuada al objetivo (Wang et al. 2024, Adhikary et al. 2025).
- **Perspectiva y Posicionamiento del Individuo.** La posición de la cámara respecto al pez varía según el objetivo del estudio. Las imágenes pueden ser **grupales**, donde el solapamiento entre ejemplares puede limitar la visibilidad, o **individuales**, que priorizan la claridad morfológica del sujeto. Definir adecuadamente la **región de**

interés (ROI), es decir, el área específica de la imagen, mejora el análisis, especialmente si se incluye contexto relevante (Al-Abri et al. 2025).

Asimismo, la **perspectiva** de captura (lateral, dorsal, ventral) es clave para extraer rasgos morfológicos específicos, siendo recomendable emplear múltiples ángulos en estudios morfológicos detallados (Tan, 2014, Zhang et al. 2023).

- **Etiquetado de la Imagen y Formato de Ficheros.** El etiquetado de imágenes es esencial para estructurar la información semántica y facilitar el análisis automatizado (Sager et al. 2021). Existen distintos niveles de etiquetado:
  - Global: Una sola etiqueta por imagen, útil en capturas con un único ejemplar o propósito general.
  - Múltiple: Varias etiquetas por imagen, aplicable en contextos con múltiples sujetos o actividades.
  - Por regiones: Etiquetado en áreas específicas, mediante *bounding boxes* o segmentación a nivel de píxel para mayor precisión (Francescangeli et al. 2023).

  El formato de almacenamiento varía según el tipo de etiquetado: desde hojas de cálculo simples hasta archivos estructurados (JSON, XML) que vinculan etiquetas con coordenadas o metadatos. La elección de herramientas dependerá del grado de precisión requerido y de su compatibilidad con sistemas de análisis posteriores.

  Además, el etiquetado puede incluir metainformación relevante como fecha, hora, ubicación, profundidad, condiciones ambientales, dispositivo, ángulo de captura, procedencia del ejemplar y su estado (por ejemplo, presencia de lesiones o comportamientos específicos).

Resultados

De acuerdo con los criterios técnicos analizados y priorizando la obtención de imágenes en condiciones controladas, preferentemente fuera del medio acuático (como en lonjas o laboratorios) donde sea posible estandarizar variables ambientales, se establecen los siguientes resultados en relación con el protocolo de adquisición y estructuración de imágenes para la identificación de elasmobranquios:

1. **Dispositivo de adquisición**. La captura de imágenes debe realizarse mediante una cámara digital de alta calidad que registre en formato RGB (imagen en color), garantizando una resolución mínima suficiente para permitir el análisis morfológico. Aunque no se define un valor fijo, se recomienda utilizar cámaras de al menos 12 megapíxeles como estándar de referencia. Este nivel de resolución asegura la fidelidad visual necesaria para procesos de clasificación y segmentación automatizada. Para ello, se puede emplear un teléfono móvil, dado que estudios recientes han demostrado que este dispositivo constituye una herramienta común y accesible, capaz de generar imágenes con una calidad suficiente para la identificación de especies en condiciones fuera del medio acuático (Garcia-D'Urso et al. 2022).

2. **Calidad de imagen**. Las imágenes deben estar enfocadas, sin efectos indeseados (como ruido digital excesivo), y presentar una iluminación homogénea, evitando sombras pronunciadas o reflejos que dificulten la identificación del ejemplar. Es fundamental eliminar cualquier interferencia visual, como la presencia de personas, objetos, otros animales o fondos distractores. El fondo debe ser uniforme, liso, no reflectante, preferentemente en tonos neutros oscuros o blancos, generando contraste adecuado con el cuerpo del animal.

Figura 1. Ejemplos de imágenes con calidad insuficiente para análisis digital.
Fuente: Pescador deportivo.

3. **Perspectiva y posicionamiento del ejemplar**. Cada individuo debe fotografiarse de forma aislada, asegurando su correcta disposición anatómica (completamente extendido y visible). Se deben capturar dos imágenes como mínimo por cada vista principal: dorsal, ventral y lateral. Las estructuras morfológicas clave deben estar claramente visibles, centradas en el encuadre y libres de obstrucciones o solapamientos con otros elementos (personas, herramientas o animales adicionales).

Figura 2. Toma de imágenes ventral y dorsal de una raya aptas para su procesamiento.
Fuente: Elaboración propia

4. **Etiquetado, estructura de archivos y almacenamiento.** Las imágenes deben ser anotadas mediante cajas delimitadoras (*bounding boxes*) que incluyan al ejemplar completo. A cada imagen se le asignará la especie correspondiente, generando archivos de anotación en formato XML, estructurados por categoría taxonómica (p. ej., *shark o ray*). Este formato es comúnmente empleado en conjuntos de datos de referencia en visión por computador.

La nomenclatura de cada archivo debe seguir un formato estandarizado e inequívoco, por ejemplo:

ESA001_01 — Elasmobranchii Shark Alopiidae, ejemplar 001, captura 01.

Además, se deberá registrar información complementaria en una hoja de cálculo vinculada, incluyendo los siguientes campos:

Ejemplar	Animal	Especie	Localización	Fecha
ESA001	Shark	Alopiidae	Lonja Altea	24/01/2025

La estructura de carpetas también debe seguir una organización jerárquica coherente que facilite la navegación, clasificación y análisis. Se recomienda una disposición como la siguiente:
elasmobranchii/sharks/.xml,.csv,especie_nombre/imagen01.png…

Figura 3. Tríptico de protocolo de toma de imágenes. Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

El presente protocolo de captura y estructuración de imágenes constituye el resultado final del trabajo desarrollado, orientado específicamente a la diferenciación taxonómica de especies de elasmobranquios fuera del agua mediante análisis visual. Para ello, se han definido de manera rigurosa los procedimientos operativos estandarizados para la adquisición, etiquetado y organización descriptiva de imágenes, con el fin de asegurar su aplicabilidad en tareas de identificación morfológica y su posterior integración en sistemas de análisis automatizado.

El protocolo establece un conjunto de criterios técnicos y formatos que garantizan la homogeneidad, trazabilidad y calidad de los datos generados, reduciendo la variabilidad metodológica y favoreciendo la replicabilidad de los procesos.

En conjunto, este protocolo proporciona una base metodológica robusta para la construcción de repositorios visuales orientados a la identificación específica de elasmobranquios, favoreciendo su aplicación en contextos de monitoreo, conservación y evaluación de biodiversidad.

Bibliografía

ADHIKARY, S., BANERJEE, S., SINGH, R., DWIVEDI, A.D. (2025). Fish species identification on low resolution-a study with enhanced super-resolution generative adversarial network (ESRGAN), YOLO and VGG-16. PeerJ Comput Sci. 2025 Apr 30;11: e2860. doi: 10.7717/peerj-cs.2860. PMID: 40567807; PMCID: PMC12192931.

AL-ABRI, S., KESHVARI, S., AL-RASHDI, K. AL-HMOUZ, R. Y BOURDOUCEN, H. (2025) Computer vision-based approaches for fish monitoring systems: a comprehensive study. Artif Intell Rev 58, 185. https://doi.org/10.1007/s10462-025-11180-3

ARROYO, E., CANALES-CÁCERES, R., ABEL, I., GIMÉNEZ-CASALDUERO, F. (eds.) (2021). Tiburones y Rayas de la Región de Murcia. Proyecto TIBURCIA, Fondo Europeo Marítimo y de Pesca. 102 pp.

BARONE, M., MOLLEN, F. H., GILES, J. L., MARSHALL, L. J., VILLATE-MORENO, M., MAZZOLDI, C., ... & GUISANDE, C. (2022). Performance of iSharkFin in the identification of wet dorsal fins from priority shark species. Ecological Informatics, 68, 101514. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101514

BOTTARO, M., SINOPOLI, M., BERTOCCI, I., FOLLESA, M.C., CAU, A., CONSALVO, I., SCARCELLI, F., SPERONE, E., VACCHI, M., MARSILI, L., CONSALES, G. AND DANOVARO, R. (2023) Jaws from the deep: biological and ecological insights on the kitefin shark Dalatias licha from the Mediterranean Sea. Front. Mar. Sci. 10:1155731. doi: 10.3389/fmars.2023.1155731

BRADAI M.N., SAIDI B. AND ENAJJAR S. (2012). Elasmobranchs of the Mediterranean and Black sea: status, ecology and biology. Bibliographic analysis. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 91. Rome, FAO. 2012. 103 pp.

CAIRA, J. N., & HEALY, C. J. (2004). Elasmobranchs as hosts of metazoan parasites. In Sharks, Skates, and Rays: The Biology of Elasmobranch Fishes (pp. 523–552).

CAMERON, L.W.J., ROCHE, W.K., BECKETT, K., PAYNE, N.L. (2023) A review of elasmobranch catch-and-release science: synthesis of current knowledge, implications for best practice and future research directions. Conserv Physiol 11(1): coad100; doi:10.1093/conphys/coad100.

CLIMENT-PEREZ, P., GALÁN-CUENCA, A., GARCIA-D'URSO, N.E., SAVAL CALVO, M., AZORIN-LOPEZ, J., FUSTER-GUILLO, A. (2024). "Simultaneous, visión based fish instance segmentation, species classification and size regression," PeerJ Computer Science, vol. 10, p. e1770, 2024.

COMPAGNO, L. J. V., DANDO, M., & FOWLER, S. (2005). Sharks of the World. Princeton University Press.

DOLCE, J.L., WILGA, C.D. (2013). Evolutionary and ecological relationships of Gill Slit Morphology in Extant Sharks. Bull Mus Comp Zool 161:79–109.

DUDGEON, C. L., NOAD, M. J., & LANYON, J. M. (2008). Abundance and demography of a seasonal aggregation of zebra sharks Stegostoma fasciatum. Marine and Freshwater Research, 59(6), 543–552.

EBERT, D. A., & STEHMANN, M. (2013). Sharks, batoids and chimaeras of the North Atlantic. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 7. Rome: FAO. 523 pp.

FRANCESCANGELI, M., MARINI, S., MARTÍNEZ, E. ET AL. (2023) Image dataset for benchmarking automated fish detection and classification algorithms. Sci Data 10, 5. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01906-1

GABLER-SMITH MK AND LAUDER GV (2022) Ridges and riblets: Shark skin surfaces versus biomimetic models. Front. Mar. Sci. 9:975062. doi: 10.3389/fmars.2022.975062

GARCIA-D'URSO, N.E., GALAN-CUENCA, A., CLIMENT-PÉREZ, P., SAVAL-CALVO, M., AZORIN-LOPEZ, J., FUSTER-GUILLO, A. (2022) "Efficient instance segmentation using deep learning for species identification in fish markets," 2022 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), Padua, Italy, 2022, pp. 1-8, doi:10.1109/IJCNN55064.2022.9892945.

GAYFORD, J.H. AND JAMBURA, P.L. (2025) Drivers of diversification in sharks and rays (Chondrichthyes: Elasmobranchii). Front. Ecol. Evol. 12:1530326. doi: 10.3389/fevo.2024.1530326

GODEFROID, M., PINTE, N., DUCHATELET, L., BAETEN, V., ABBAS, Q. MALLEFET, J. (2017). Characterization of the buoyancy of three species of deep-sea sharks. Conference: 21th European Elasmobranch Association annual meeting. Amsterdam

GUALLART, J., GARCÍA-SALINAS, P., AHUIR-BARAJA, A. E., GUIMERANS, M., ELLIS, J. R., & ROCHE, M. (2015). Angular roughshark Oxynotus centrina (Squaliformes: Oxynotidae) in captivity feeding exclusively on elasmobranch eggs: an overlooked feeding niche or a matter of individual taste? Journal of Fish Biology, 87(4), 1072–1079.

HAUSER-DAVIS, R. A. (2020). The current knowledge gap on metallothionein-mediated metal detoxification in elasmobranchs. PeerJ, 8, e10077. https://doi.org/10.7717/peerj.10077

HUGHES, B. J., & BURGHARDT, T. (2017). Automated visual fin identification of individual great white sharks. International Journal of Computer Vision, 122(3), 542–557. https://doi.org/10.1007/s11263016-0961-y

IGLESIAS, S. P. (2014). Chondrichthyans from the North-eastern Atlantic and the Mediterranean – A natural classification based on collection specimens with DNA barcodes and standardized photographs. Volume I: Plates (Provisional version).

JOHRI, S., LIVINGSTON, I., TIWARI, A., SOLANKI, J., BUSCH, A., MORENO, I., FELLOWS, S.R., DOANE, M.P. AND DINSDALE, E.A. (2021) Reducing Data Deficiencies: Preliminary Elasmobranch Fisheries Surveys in India, Identify Range Extensions and Large Proportions of Female and Juvenile Landings. Front. Mar. Sci. 8:619695. doi: 10.3389/fmars.2021.619695

JORGENSEN, S. J., MICHELI, F., WHITE, T. D., VAN HOUTAN, DULVY, N. K., & PACOUREAU, N. K. S., ALFARO SHIGUETO, J., ANDRZEJACZEK, S., … FERRETTI, F. (2022). Emergent research and priorities for shark and ray conservation. Endangered Species Research, 47, 171–203. https://doi.org/10.3354/esr01169

LI, D., DU, L. (2022). Recent advances of deep learning algorithms for aquacultural machine vision systems with emphasis on fish. Artif Intell Rev 55, 4077–4116. https://doi.org/10.1007/s10462-021-10102-3

LONATI M, JAHANBAKHT M, ATKINS D, BIERWAGEN SL, CHIN A, BARNETT A, RUMMER JL.(2024) Novel use of deep neural networks on photographic identification of epaulette sharks (Hemiscyllium ocellatum) across life stages. J Fish Biol. 2024 Dec;105(6):1572-1587. doi: 10.1111/jfb.15887. Epub 2024 Aug 10. PMID: 39126281; PMCID: PMC11650928.

LOURTIE, A., DUCHATELET, L., STRAUBE, N., PUOZZO, N., GRACE, M.A., NAYLOR, G.J.P. AND DELROISSE, J. (2022) Placoid scales in bioluminescent sharks: Scaling their evolution using morphology and elemental composition. Front. Mar. Sci. 9:908237. doi: 10.3389/fmars.2022.908237

MARSHALL, A.D., PIERCE, S.J.. (2012) The use and abuse of photographic identification in sharks and rays. J Fish Biol. 2012 Apr;80(5):1361-79. doi: 10.1111/j.1095-8649.2012.03244.x. PMID: 22497388.

MITCHELL, M. G. (2016). "Convergent Evolution in Tooth Morphology of Filter Feeding Lamniform Sharks". Browse all Theses and Dissertations. 1652. https://corescholar.libraries.wright.edu/etd_all/1652

MONKMAN, G. G., HYDER, K., KAISER, M. J., AND VIDAL, F. P. (2019). Accurate estimation of fish length in single camera photogrammetry with a fiducial marker. – ICES Journal of Marine Science, doi:10.1093/icesjms/fsz030.

MONTES-HERRERA, J. C., CIMOLI, E., CUMMINGS, V., HILL, N., LUCIEER, A., & LUCIEER, V. (2021). Underwater Hyperspectral Imaging (UHI): A Review of Systems and Applications for Proximal Seafloor Ecosystem Studies. Remote Sensing, 13(17), 3451. https://doi.org/10.3390/rs13173451

MYLNICZENKO, N.D., M. CLAUSS, T. Y STAMPER, M.A. (2014). Elasmobranchs and Holocephalans (eds. G. West, D. Heard y N. Caulkett). https://doi.org/10.1002/9781118792919.ch16

NAVARRO, J., LÓPEZ-LÓPEZ, L., COLL, M., BARRÍA, C., & SÁEZ-LIANTE, R. (2014). Short- and long-term importance of small sharks in the diet of the rare deep-sea shark Dalatias licha. Marine Biology, 161(7), 1697–1707.

PIMIENTO, C., ALBOUY, C., SILVESTRO, D. MOUTON, T., VELEZ, L., MOUILLOT, D., JUDAH, A.B., GRIFFIN, J.N. Y LEPRIEUR, F. (2023) La diversidad funcional de tiburones y rayas es altamente vulnerable y se sustenta en especies y ubicaciones únicas en todo el mundo. Nat Commun 14, 7691 (2023). https://doi.org/10.1038/s41467-023-43212-3

PRIEDE, I.G., FROESE, R., BAILEY, D.M., BERGSTAD, O.A., COLLINS, M.A., DYB, J.A., HENRIQUES, C., JONES, E.G., KING, N. (2006). The absence of sharks from abyssal regions of the world's ocean. Proceedings of the Royal Society B, 373: 1435-1441.

RASCH, L.J., MARTIN, K.J., COOPER, R.L., METSCHER, B.D., UNDERWOOD, C.J., FRASER, G.J. (2016). An ancient dental gene set governs development and continuous regeneration of teeth in sharks. Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Sheffield S10 2TN, United Kingdom, Department of Theoretical Biology, University of Vienna, Vienna A-1090, Austria, Department of Earth and Planetary Sciences, Birkbeck, University of London, London WC1E 7HX, United Kingdom

SAADAOUI, A., SAIDI, B., ELGLID, A., SÉRET, B. & BRADAI, M.N. (2016) Taxonomic observations on stingrays of the genus Dasyatis (Chondrichthyes: Dasyatidae) in the Gulf of Gabès (Southeastern Mediterranean Sea). Zootaxa, 4173 (2), 101–113. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4173.2.1

SAGER, C., JANIESCH, C. Y ZSCHECH, P. (2021) A survey of image labelling for computer vision applications. Journal Of Business Analytics 2021, VOL. 4, NO. 2, 91–110https://doi.org/10.1080/2573234X.2021.1908861

SERENA, F. (2005). Field Identification Guide to the Sharks and Rays of the Mediterranean and Black Sea. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. Rome, FAO. 97 p.

SIBLEY, E.C:P., MADGETT, A.S., LAWRENCE, J.M., ELSDON, T.S., MARNANE, M.J., FERNANDES, P.G. (2024) Quantifying the ability of imaging sonar to identify fish species at a subtropical artificial reef, ICES Journal of Marine Science, Volume 81, Issue 7, September 2024, Pages 1478–1490, https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad156

TAN, H.H. (2014). Scientific Photography of Fishes A 'keep it sweet and simple' guide for the Global Freshwater Fish BioBlitz. DOI: 10.13140/RG.2.1.4413.2562

TUELLER, P., MADDUKURI, R., PAXSON, P., SURESH, ASHOK, A., V., BLAND, M., WALLACE, R., GUERRERO, J., SEMMENS, B., & KASTNER, R. (2021). FishSense: Underwater RGB-D imaging for fish measurement. UC San Diego, Oceans 2021.

VAN DER ELST, R.P. AND EVERETT, B.I. (2015). (eds). Offshore fisheries of the Southwest Indian Ocean: their status and the impact on vulnerable species. Oceanographic Research Institute, Special Publication, 10. 448pp

VIJAYALAKSHMI, M., & SASITHRADEVI, A. (2024). A comprehensive annotated image dataset for real-time fish detection in pond settings. Data in Brief, 57, 111007. https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.111007

VERFUSS, U. K., ANICETO, A. S., BIUW, M., FIELDING, S. GILLESPIE, D., HARRIS, D., JIMENEZ, G., JOHNSTON, P., PLUNKETT, R., SIVERTSEN, A., SOLBØ, A., STORVOLD, R. AND WYATT, R (2016). Non-invasive techniques for measuring length and identifying individuals in elasmobranchs – Literature review. JIP-Proj5.4, Phase II Joint Industry Project. Retrieved from https://gisserver.intertek.com/JIP/DMS/ProjectReports/Cat5/JIP-Proj5.4_Final%20LiteratureReview.pdf

VILLALOBOS-SEGURA, E.; STUMPF, S.; TÜRTSCHER, J.; JAMBURA, P.L.; BEGAT, A.; LÓPEZ-ROMERO, F.A.; FISCHER, J.; KRIWET, J. A. (2023). A Synoptic Review of the Cartilaginous Fishes (Chondrichthyes: Holocephali, Elasmobranchii) from the Upper Jurassic Konservat-Lagerstätten of Southern Germany: Taxonomy, Diversity, and Faunal Relationships. Diversity 2023, 15, 386. https://doi.org/10.3390/d15030386

VO, T.T.E.; KO, H.; HUH, J.-H.; KIM, Y. 2021. Overview of Smart Aquaculture System: Focusing on Applications of Machine Learning and Computer Vision. *Electronics*, *10*, 2882. https://doi.org/10.3390/electronics10222882

WANG, T.S.; KIM, G.T.; SHIN, J.; JANG, S.W. (2024). Hierarchical Image Quality Improvement Based on Illumination, Resolution, and Noise Factors for Improving Object Detection. Electronics 2024, 13, 4438. https://doi.org/10.3390/electronics13224438

YANG, L., LIU, Y., YU, H. ET AL. (2021) Computer Vision Models in Intelligent Aquaculture with Emphasis on Fish Detection and Behavior Analysis: A Review. Arch Computat Methods Eng 28, 2785–2816. https://doi.org/10.1007/s11831-020-09486-2

ZHANG, C., ZHOU, H., CHRISTIANSEN, F., HAO, Y., WANG, K., KOU, Z., CHEN, R., MIN, J., DAVIS, R. AND WANG, D. (2023) Marine mammal morphometrics: 3D modeling and estimation validation. Front. Mar. Sci. 10:1105629. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1105629

Del juvenil al adulto: patrones de distribución de Condrictios en los ISRA y ZEC de Murcia y Alicante (Proyecto TIRRAQUI)

C. Mena, M. Vivas, C. Rebeca Miras &E. Barcala
Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Murcia. CSIC.

C/ Varadero n1. 3740 San Pedro del Pinatar, Murcia.

cristina.mena@ieo.csic.es

EL PROYECTO TIRRAQUI

Este proyecto se desarrolla con la colaboración de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa Pleamar, y se cofinancia por la Unión Europea por el FEMPA (Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura).

El delicado estatus de conservación de muchas especies de condrictios, nos ha llevado a plantear un estudio para valorar el impacto de la pesca sobre este grupo de peces. A lo largo de los ejes de actuación de este proyecto se obtendrán una serie de datos, que permitirá a las autoridades tomar medidas de gestión adecuadas para su conservación y a la implementación de medidas con alcance legal vinculante, así como generar recomendaciones con las que los pescadores puedan desarrollar una pesca respetuosa de condrictios y reducir las capturas accidentales de este grupo de peces.

Nuestra zona de estudio comprende las aguas entre los 30 y los 800 metros de profundidad de las provincias de Murcia y Alicante, entre los cabos de Punta Parda (37°22’26”N, 1°37’38”W) y San Antonio (38°48’06”N, 0°11’48”E).

(figura 1).

Figura 1. *Área de estudio del Proyecto TIRRAQUI.*

OBJETIVOS:

El objetivo principal del proyecto es evaluar la interacción de las pesquerías de arrastre y artes menores con las especies de condrictios y sus hábitats en los

LICs, ZECs de la RN2000 y zonas ISRA, en la Región de Murcia y la provincia de Alicante. Para ello se abordan los siguientes objetivos secundarios:

- Caracterización técnica y espacio-temporal de las operaciones de pesca de las flotas que pescan condrictios y su huella pesquera.
- Caracterización de las capturas de estas especies por modalidad de pesca: Identificación de las especies y estima del by cactha y descarte. Identificación de especies
- Localización de las áreas de concentración de reproductores, de nuevos reclutas y de puesta de las distintas especies de condrictios.
- Determinación de hábitats preferenciales.
- Determinación del esfuerzo pesquero aplicado sobre las áreas mencionadas.
- Evaluación del riesgo por especie ante cada tipo de modalidad de pesca y su relación con el hábitat.
- Edición de una guía de buenas prácticas en el manejo y liberación de los condrictios.

En esta comunicación nos centraremos en los resultados obtenidos hasta el momento sobre la localización de las áreas de concentración de reproductores y de reclutas

METODOLOGÍA

Los datos de abundancia de las distintas especies utilizados, proceden de la campaña MEDITS desarrollada por el IEO desde 199, dirigida a evaluar el estado de las comunidades demersales entre los 30 y los 800 metros de profundidad, utilizando para ello el muestreador GOC73, una red de arrastre de 20 mm de malla de copo. La serie histórica utilizada comprende desde 2010 hasta 2025.

Para elaborar los modelos de distribución se han seleccionado las especies más abundantes: *Scyliorhinus canicula, Galeus melastomus y Raja clavata*.y. Se ha utilizado el “modelo delta" también llamado modelo de dos partes, ("two-part model"), en el que se combinan dos modelos separados para abordar casos como los nuestros, con datos con muchos ceros y especies con distribuciones espaciales muy desiguales, con zonas en las que son muy abundantes y en otras apenas aparecen. En este modelo se desarrolla por una parte un Modelo binario (parte 1) que es un modelo de presencia-ausencia, en el que se modeliza la probabilidad de que una especie esté presente en un punto dado. Este modelo asigna un cero cuando la especie no es encontrada y un 1 cuando la especie es detectada. Por otro lado, se desarrolla un Modelo de abundancia (parte 2) que predice el valor de la respuesta condicionado a que no sea cero (usando un modelo no lineal de tipo gamma).

Ambos modelos se relacionan con variables como los tipos de hábitats (EDMONET) y variables que los caracterizan como la Rugosidad y la pendiente (Grupo de Geociencias del IEO-CSIC), además de físicas (temperatura y salinidad) y biológicas (producción primaria neta) obtenidas del Servicios de Vigilancia del Medio Marino de Copernicus (CMEMS)), y que determinarán en mayor o menor medida la distribución de las especies estudiadas.

Modelos de distribución para la especie **Scyliorhinus canicula**

En todos los modelos de distribución de especies (inmaduros y maduros), se han seleccionado los factores hábitat y año, y las variables profundidad y producción primaria neta media como explicativas de la abundancia de esta especie.

El modelo de distribución espacial de individuos **inmaduros** de *Scyliorhinus canicula* muestra una clara heterogeneidad geográfica en su abundancia a lo largo de la plataforma y el talud continental del área de estudio.

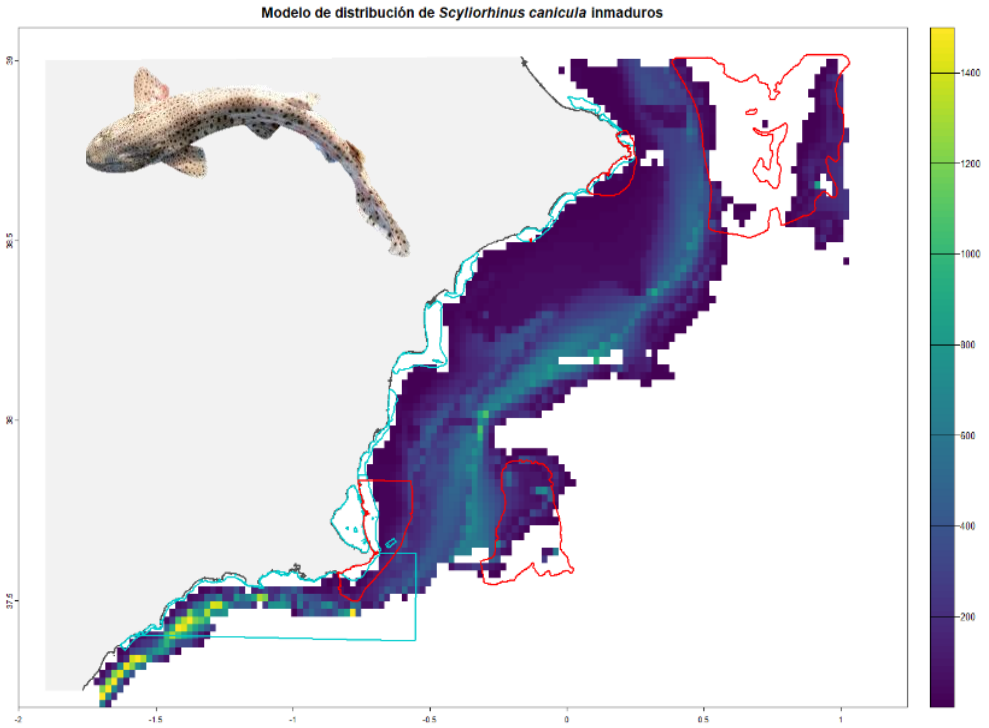


*Figura 2: Modelo de distribución de **Scyliorhinus canicula inmaduros** en el área de estudio del proyecto. En azul se presentan los límites de los LICs y ZECs de la zona de estudio y en Rojo los ISRA (Important Shark and Ray Areas).*

Los valores más elevados de abundancia predicha (las zonas en tonos **amarillo y verde),** se concentran principalmente en el sector sudoeste de la costa de Murcia, especialmente en zonas cercanas a la costa y sectores profundos del talud continental.

Por el contrario, se observa una baja abundancia o directamente ausencia (áreas en tonos **azules oscuros o púrpuras)** en amplias zonas del norte y noreste del área modelada.

Los resultados muestran una **mayor concentración de individuos inmaduros** en el sector suroccidental del área de estudio, con abundancias elevadas particularmente al sur de la región de Murcia y en los límites meridionales del área ISRA de Alicante. Estas zonas parecen reunir condiciones ambientales especialmente favorables, como profundidades intermedias, temperaturas estables del fondo marino, altas productividades y hábitats bentónicos adecuados para el refugio y desarrollo de juveniles.

En contraste, se observa una **baja abundancia o ausencia** en zonas más al norte del área de Alicante, lo que podría estar relacionado con una combinación de menor productividad, características del

hábitat menos favorables o la transición a ambientes más profundos o inestables desde el punto de vista físico-químico.

Desde el punto de vista de la gestión, estos resultados son relevantes, ya que refuerzan la importancia de los **ISRA de Murcia y Alicante como potenciales áreas críticas para el reclutamiento** de *S. canicula*. La coincidencia entre las zonas de alta abundancia predicha de individuos inmaduros y los límites establecidos de los ISRA sugiere que dichas áreas cumplen una función esencial como hábitats esenciales para fases juveniles, tal como se plantea en los criterios de identificación de ISRA.

Asimismo, la presencia concentrada en los bordes meridionales de estos espacios marinos protegidos subraya la necesidad de considerar posibles **extensiones funcionales o zonas de conectividad ecológica** más allá de los límites administrativos actuales, para una protección efectiva de la especie en esta etapa vulnerable de su ciclo de vida.

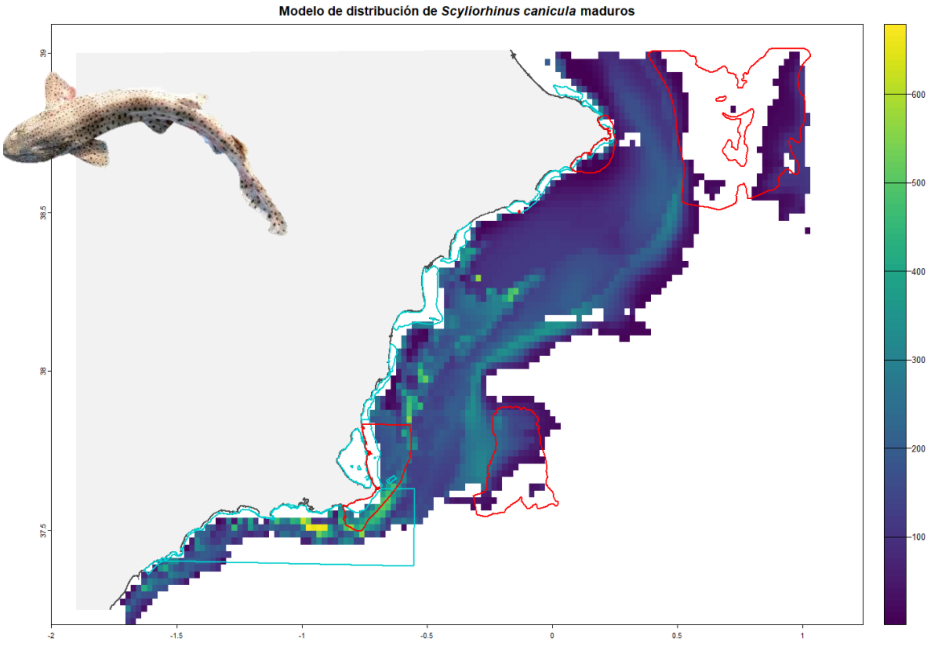


*Figura 3: Modelo de distribución de **Scyliorhinus canicula maduros** en el área de estudio del proyecto. En azul se presentan los límites de los LICs y ZECs de la zona de estudio y en Rojo los ISRA*

El modelo de distribución espacial de individuos **maduros** de *Scyliorhinus canicula* pone de manifiesto una distribución heterogénea y más difusa en comparación con la fracción inmadura.

Los resultados muestran que los **valores máximos de abundancia predicha** para individuos maduros se localizan preferentemente en el **sector centro-sur** del área de estudio, especialmente a lo largo del talud continental frente a las costas de **Murcia y el sur de Alicante**. En estas zonas se observa una concentración relativa más elevada de ejemplares adultos, aunque con una intensidad moderada en comparación con los valores máximos obtenidos para los inmaduros.

El patrón sugiere que los adultos presentan una **preferencia por zonas más profundas**, asociadas al talud y áreas de transición batimétrica, posiblemente relacionadas con requerimientos ecológicos específicos de la fase reproductiva, como agregación para apareamiento o acceso a hábitats de desove.

Relación con los ISRA de Murcia y Alicante

La distribución espacial estimada para los adultos de *S. canicula* coincide parcialmente con los límites de los **ISRA de Murcia y Alicante**, en particular en sus bordes más profundos. Esto sugiere que dichos espacios marinos no solo cumplen un papel crucial para el asentamiento y desarrollo de juveniles, como se evidenció con los inmaduros, sino que también **podrían desempeñar un papel funcional en el ciclo reproductivo de los individuos maduros**.

La presencia significativa de adultos en las proximidades de los ISRA respalda su reconocimiento como **zonas ecológicamente relevantes para múltiples fases del ciclo vital**. No obstante, la mayor dispersión espacial de los individuos maduros —posiblemente asociada a su comportamiento reproductivo o trófico— apunta a la necesidad de considerar **zonas adyacentes o corredores de conectividad** para garantizar una protección efectiva de la población reproductora.

Modelos de distribución para la especie de Galeus melastomus

Como se puede observar en la siguiente figura (Fig. 4), la **distribución espacial estimada** de individuos **inmaduros** de la especie *Galeus melastomus* muestra una mayor probabilidad de encontrar a la especie en la **Zona central y meridional** de la zona de estudio, en aguas más profundas (>200 m).

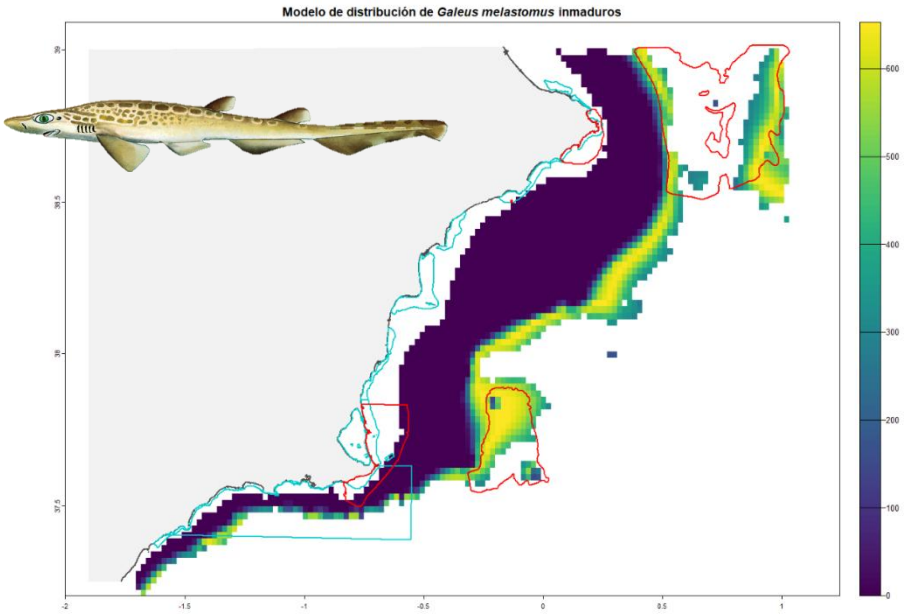


*Figura 4: Modelo de distribución de **Galeus melastomus inmaduros** en el área de estudio del proyecto. En azul se presentan los límites de los LICs y ZECs de la zona de estudio y en Rojo los ISRA*

Uno de los **núcleos de alta abundancia** de *G. melastomus* inmaduros coincide directamente con el ISRA del Seco de Palos (Murcia). Esta ISRA fue identificada como **zona de concentración para elasmobranquios demersales**, y el modelo refuerza esa función. La **batimetría y productividad local** explican estas altas densidades.

El extremo sur del área del ISRA del Golfo de Alicante/Denia presenta una **presencia moderada a alta** de inmaduros (valores entre 200 y 500). Aunque no es el núcleo principal, sí aparece como **área de expansión secundaria**, potencialmente relevante como **zona de tránsito o alimentación**.

El modelo indica **concentraciones relevantes de inmaduros**, que **no se solapan actualmente con áreas protegidas entre** Torrevieja y Santa Pola. Estas zonas podrían ser candidatas para la **extensión de las ISRA existentes o nuevas designaciones, así como para la propuesta de medidas de manejo espacial específicas** (vedas, regulación del arrastre, etc.)

Este modelo refuerza la utilidad de las ISRA existentes y sugiere que **ciertas áreas adicionales del talud continental al norte de Murcia y sur de Alicante tienen gran valor ecológico para juveniles de *Galeus melastomus***.

La **distribución espacial predicha de individuos maduros** (Fig.5) de la especie indica como los adultos aparecen en **manchas aisladas**, con **valores máximos más localizados**.

Se observan zonas clave de concentración. Un pequeño núcleo frente a la **frontera sur de la provincia de Alicante** (área al este de Santa Pola). Otro punto con valores intermedios al **sur del cabo de Palos** que se solapa parcialmente con el ISRA del Seco de Palos. Aunque la concentración es **menos marcada** que en inmaduros, sigue siendo una **zona relevante**, posiblemente asociada a comportamientos reproductivos o alimentarios.

No coincide de forma destacada el ISRA **Golfo de Alicante / Dénia** con las zonas principales de concentración de adultos en este modelo. Puede actuar como **área de tránsito**, pero no como núcleo de agregación adulta para *G. melastomus*.

El modelo identifica un **punto caliente de abundancia adulta** al **sur de Alicante (frente a Guardamar/Santa Pola)** sin cobertura actual por ISRA.

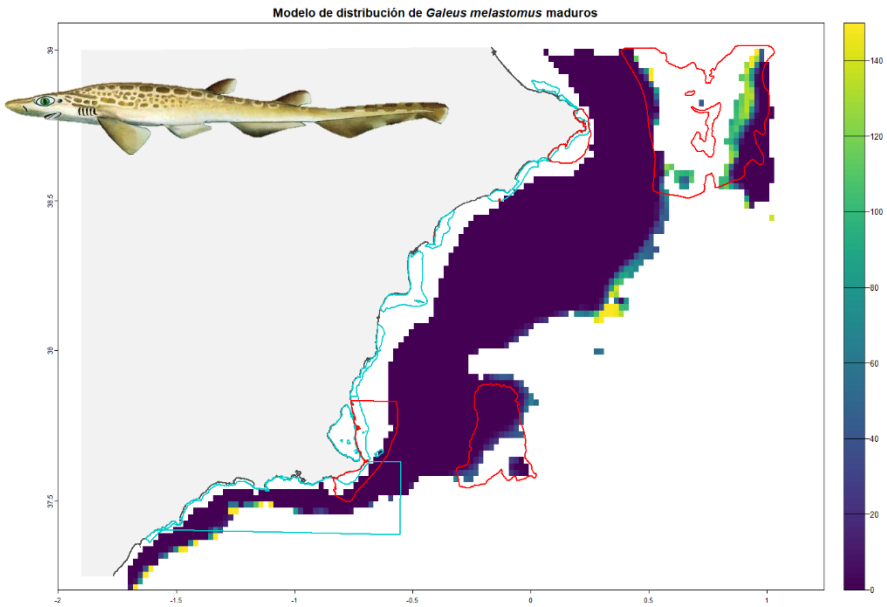


Figura 5: Modelo de distribución de Galeus melastomus maduros en el área de estudio del proyecto

Esta área podría ser considerada en futuras **expansiones de protección** si los patrones se repiten en la serie histórica.

Modelos de distribución de Raja clavata

Según la predicción del modelo, las mayores concentraciones de ejemplares inmaduros de *Raja clavata* se encuentran frente a la costa norte de Murcia, solapándose con el ISRA Seco de Cabo de Palos y la presencia clara de *R. clavata* inmaduras en el margen este del golfo de Alicante, también coincidiendo parcialmente con esta ISRA.

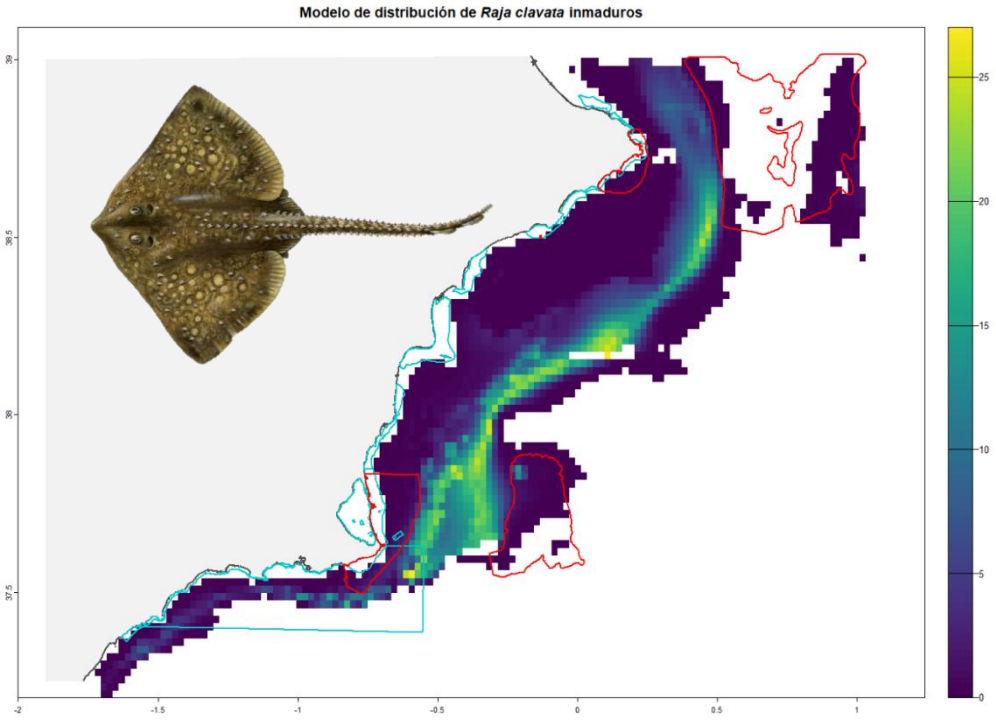


Figura 6: Modelo de distribución de Raja clavata inmaduros en el área de estudio del proyecto

La especie evita áreas **muy costeras** (menores a 50–100 m de profundidad) y también zonas muy profundas (>700 m), concentrándose en un **rango intermedio**, coherente con su preferencia ecológica.

El modelo predice abundancia intermedia-alta frente a áreas costeras entre **Torrevieja y Santa Pola**, lo que sugiere zonas potenciales para ampliar o considerar en futuras evaluaciones de ISRA.

El modelo distribución de maduros selecciona solo selecciona la profundidad como factor.

La presencia de adultos en zonas coincidentes, pero más focalizadas respecto a los inmaduros refuerza la idea de una **zonación ontogenética** (uso del hábitat según el ciclo de vida) (Fig. 7).

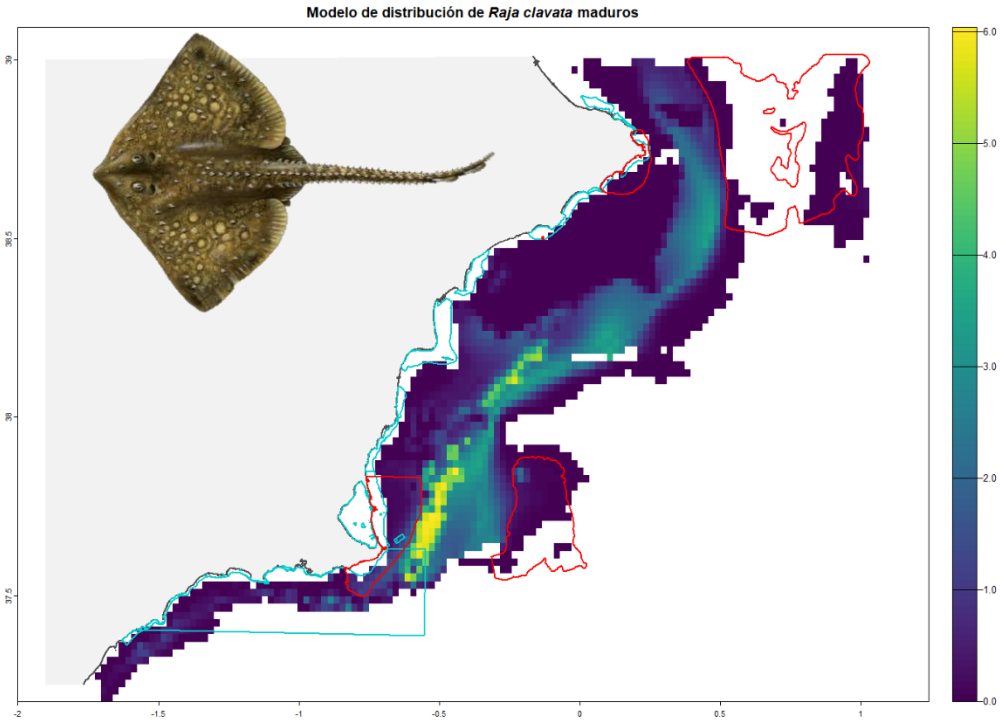


Figura 7: Modelo de distribución de Raja clavata maduros en el área de estudio del proyecto

Esto es común en muchas especies de rayas, los juveniles ocupan zonas amplias con menor competencia/predación. Los adultos se concentran en hábitats con condiciones reproductivas óptimas. Su distribución sugiere **una segmentación espacial por talla y edad**, coherente con otros estudios de rayas demersales. En estudios sobre elasmobranquios costeros (chuchos, rayas), se evidencia que frecuentemente existe **estratificación espacial por tamaño y sexo**, a menudo asociada a preferencias de hábitat, comportamiento reproductivo o competencia por recursos Martin, C. (2010). Este fenómeno incluye a la raya de clavos o *R. clavata*, tal como mencionan Rousset (1990) y Pawson (1995)

El ISRA del Seco de Palos (Murcia) coincide directamente con una **zona de alta concentración de adultos** en el mapa (zona amarillo-verde intenso al sureste del cabo de Palos). Esta predicción refuerza la importancia de esta zona como **hábitat reproductivo o de alimentación crítica.**

Aunque los adultos se encuentran más concentrados hacia el sur, hay **presencia moderada en el borde sur del** ISRA Golfo de Alicante / Denia, lo cual la convierte en un posible **corredor o zona de tránsito**.

Las áreas entre Torrevieja y Santa Pola no declaradas formalmente como ISRA, muestran **presencia repetida de inmaduros y adultos**, lo que sugiere que podrían ser **zonas candidatas** para designación futura o manejo especial.

Conclusiones

Aunque de las especies incluidas en este estudio, solo la *Raja clavata* está clasificada en la actualidad como casi amenazada por la IUCN, puede que en un futuro si lo estén todas por los niveles de explotación que soportan. En este caso los resultados obtenidos se podrían utilizar para hacer un

replanteamiento de la extensión de algunos ISRA, de tal manera que incluyan las zonas de concentración de maduros y alevinaje que en la actualidad quedan fuera.

Este tipo de resultados sirven para aportar más evidencias científicas que poyan el establecimiento de áreas de protección de condrictios.

Por otro lado, estas observaciones, merecen un reconocimiento en el análisis general, y abren la puerta a estudios de seguimiento específicos que profundicen en la conectividad ecológica y la resiliencia de las comunidades bentónicas mediterráneas.

Bibliografía

Franklin, J. (2010). Species Distributions: Spatial Inference and Prediction. Cambridge University Press
Elith, J., & Leathwick, J.R. (2009). Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, Vol. 40, pp. 677–697
Martin, C. (2010) Spatio-temporal patterns in demersal elasmobranchs from trawl surveys in the eastern English Channel (1988–2008) Mar Ecol Prog Ser. Vol. 417: 211–228
Pawson MG (1995) Biogeographical identification of English Channel fish and shellfish stocks. Fish Res Tech Rep 99. Cefas, Lowestoft
Rousset J (1990) Population structure of thornback rays Raja clavata and their movement in the Bay of Douarnenez. J Mar Biol Assoc UK 70:261–268

Pesca de elasmobranquios en la región de Murcia.

Carlos J. García, Emilio María-Dolores, Obdulia Gómez, José Peñalver, Marcelo Martínez, José J. Pérez, Francisco Espejo, Olga Fernández-Bobadilla, Antonio Cárcel, Francisco J. Murcia.

Servicio de Pesca y Acuicultura. Dirección General de Producción Agrícola, Ganadera y Pesquera. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Para la realización de esta charla se han analizado datos capturas de elasmobranquios en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, llevados a cabo por embarcaciones de pesca profesional, entre los años 2000 y 2024.

Se ha realizado este análisis para los dos principales grupos de elasmobranquios: Tiburones y Rayas (dejando a un lado el grupo de las Quimeras para los que no existen datos de capturas). Las especies de elasmobranquios comercializadas en la Región de Murcia se engloban, para el grupo de los Tiburones en el Orden **Carcariniformes**, y para el grupo de las Rayas en los órdenes **Miliobatiformes** y **Rajiformes**.

En concreto en el grupo de los tiburones se comercializan las siguientes especies de manera continuada: Musola (*Mustelus mustelus*), Pintarroja (*Scyliorhinus canicula*), Pintarroja boquinegra (*Galeus melastomus*) y Tintorera (*Prionace glauca*). En cuanto al grupo de las Rayas, se encuentran datos de capturas de las siguientes especies: Águila marina (*Myliobatis aquila*), Chucho (que indistintamente puede corresponder al Obispo (*Aetomylaeus bovinus*), Pastinaca (*Dasyatis pastinaca*) o la propia Águila marina), Raya sp (*Raja sp*), Raya de Clavos (*Raja clavata*) y Raya estrellada (*Raja asterias*).

Es necesario indicar que existen varias especies de elasmobranquios cuya captura y comercialización ha quedado prohibida en el Mediterráneo a lo largo de estos 25 años de seguimiento, al incluirse en Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero), como es el caso de las especies de tiburón Marrajo (*Isurus oxyrinchus*) y Cazón (*Galeorhinus galeus*), cuya pesca se prohibió en agosto del año 2015, así como las especies de rayas del orden Miliobatiformes siguientes: Obispo (*Aetomylaeus bovinus*) y Pastinaca (*Dasyatis pastinaca*), cuya pesca queda prohibida en mayo de 2025.

Los datos analizados provienen de la base de datos TRAZAPES del ministerio de Alimentación, Agricultura, Ganadería y Pesca, que recopilan datos de las Notas de venta de la primera venta realizada en las diferentes Cofradías de Pescadores de todo el territorio español. En nuestro caso de estudio se centran en las notas de venta de las cofradías de pescadores de la Región de Murcia: San Pedro del Pinatar, Cartagena, Mazarrón y Águilas.

Se hace un análisis de las capturas expresadas en kilogramos, así como del valor económico de estas capturas una vez realizada la primera venta en las diferentes cofradías de pescadores. El hecho de tener los datos desagregados por cofradía, así como disponer de datos relativos al arte de pesca con el que se capturó, permite hacer un análisis más detallado de la pesca de estas

especies, diferenciándolas tanto por grupo (Tiburones o Rayas) como por especie. Esto nos ha permitido observar la predominancia de algunas especies en algunas zonas del litoral o la mayor especificad de determinados artes de pesca para algunas especies o grupos.

La primera cuestión que se observa es que la pesca de elasmobranquios no es una pesquería específica en la Región de Murcia, ya que no existe una pesca dirigida a ninguna de las especies que componen estos grupos, sino que su captura es pesca accesoria y siempre asociada a otras pesquerías. Además es significativo resaltar la baja proporción de capturas de este grupo respecto al total de capturas del resto de especies comerciales, siendo el volumen de capturas en toda la serie histórica analizada (2000-2024) de sólo un 0,19%, y para el último año 2024 de 0,24%.

En cuanto al valor económico de las capturas de elasmobranquios se observa que, dentro de las pequeñas diferencias entre las diferentes especies, son capturas de escaso valor comercial, estando el grupo de los tiburones en torno a 3 € por kilogramo y el grupo de las Rayas por debajo del euro por kilogramo. Además si comparamos el valor económico de los elasmobranquios con el total del valor económico de las especies comerciales, este supone sólo un 0,12% respecto al total de media para toda la serie histórica y de 0,17% para el último año 2024.

De los dos grupos de elasmobranquios, Tiburones y Rayas, se observa que a lo largo de la serie histórica ha habido un aumento considerable, especialmente a partir del año 2014. Esto obedece a que es a partir de este año cuando se incluyen datos de Raya sp y Pintarrojas en las notas de venta emitidas por las cofradías, lo cual indica que es a partir de esta fecha cuando se empiezan a contabilizar capturas de estas especies. Además se observa que las capturas del grupo de las Rayas (Miliobatiformes y Rajiformes) es significativamente mayor que las del grupo Tiburones, aunque sin embargo el valor económico del grupo de Tiburones es mayor que el de rayas a pesar de ser menor el volumen de capturas, lo que se explica por casi un valor económico medio del triple para los tiburones (3€/kg por 1€/kg de media).

Analizada la evolución de las diferentes especies comerciales se observa de forma clara una disminución progresiva en el orden de Miliobatiformes (Águilas o chuchos), y por el contrario un aumento progresivo de la especie Musola (*Mustelus mustelus*).

Para los últimos 5 años se ha observado que el grupo de los **rajiformes** presenta el mayor volumen de capturas con casi 26 Tn, seguido del grupo de Pintarrojas con 5 Tn. El grupo de las Rayas se captura mayoritariamente en la cofradía de pescadores de Cartagena y no existe un arte de pesca con el que se capture prevalentemente, sino que se reparte a partes iguales entre el Arrastre de fondo y las redes de enmalle de artes menores.

En cuanto al valor económico de las capturas, la **Musola** es la especie con mayor valor económico total, y es la especie que más se reparte entre las distintas cofradías. De media su rendimiento económico es de 2,7 €/kg. El arte de pesca con el que se captura principalmente es con redes de enmalle, tipo trasmallo o similar.

Si analizamos el volumen de capturas de Tiburones se observa que es la cofradía de pescadores de Cartagena la que mayores cantidades registran, seguido de la cofradía de pescadores de San Pedro del Pinatar. En este contexto conviene resaltar que prácticamente todas las capturas de

Tintorera (*Prionace glauca*) se dan en Cartagena con el arte de pesca de Palangre de superficie, algo lógico ya que es el único arte de pesca con el que se puede capturar esta especie, en base a la legislación vigente (artículo 22 de la Orden AAA/658/2014, de 22 de abril, por la que se regula la pesca con el arte de palangre de superficie para la captura de especies altamente migratorias).

En cuanto al grupo de las pintarrojas: Pintarroja (*Scyliorhinus canicula*) y Pintarroja boquinegra (*Galeus melastomus)*, se capturan predominantemente con el arte de pesca de Arrastre de fondo, aunque los últimos 3 años se ha observado mayores capturas con artes menores (redes de enmalle) para la **pintarroja**. Esta especie se reparte su captura entre Cartagena y Mazarrón. Sin embargo la **pintarroja boquinegra** se registra casi exclusivamente en Águilas con el arte de pesca de arrastre de fondo. Además es esta especie la especie de elasmobranquio con mayores rendimientos económicos, en torno a los 6 €/kg.

Como conclusiones generales de este análisis se resalta que el grupo de elasmobranquios no es una pesquería específica, sino que son capturas accesorias, y que el volumen de capturas y su valor económico respecto al resto de especie comerciales es extremadamente bajo. Las artes pesca con las que se capturan los elasmbranquios son el arrastre de fondo y las redes de enmalle (artes menores). Se ha podido observar, sobre todo en el grupo de las Rayas (Rajiformes y Miliobatiformes) que existe un desconocimiento generalizado entre pescadores, subastadores, personal de control de las cofradías y administración, consumidores, etc, quizás motivado por el bajo interés que suscitan dado su escaso valor comercial. Además, existen problemas evidentes en su correcta identificación en lonja y etiquetado posterior, sobre todo en el grupo de los rajiformes, ya que son especies muy similares entre sí, con patrones característicos pero muy parecidos. Se ha observado que en la cinta de la subasta se colocan en posición ventral (boca abajo) lo cual dificulta aún más su identificación, a lo que se añade su difícil manipulación debido a la presencia de espinas, aguijones venenosos y textura resbaladiza.

Por último, cabe señalar que todo este análisis se realiza sobre los datos de capturas que han pasado por subasta y primera venta en las cofradías de pescadores, y que por tanto no están reflejados los datos de captura reales, ya que, al tratarse de especies accesorias de otras pesquerías específicas, a menudo se descartan directamente en el barco o antes de llegar a lonja, por lo que los datos no recogen el volumen real de capturas.

Factores medioambientales sobre la pesquería del chanquete (*A. minuta*)

José Peñalver[1], Emilio María-Dolores[1], Cristóbal Espinosa[2], Obdulia Gómez[1], Francisco J. Murcia[1], Emilio Romero[1], Antonio Cárcel[1], Miguel A. Carrión[1], José Molina[1], Elvira Viuda[1], Antonio J. García-Fernández[3]

1. Servicio de Pesca y Acuicultura Región de Murcia. Dirección General de Producción Agrícola, Ganadera y Pesquera. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. jose.penalver2@carm.es.

2. Grupo de Biotecnología-Acuicultura. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA).

3. Departamento Ciencias Sociosanitarias. Universidad de Murcia.

RESUMEN

La pesca del chanquete es una pesquería artesanal, tradicional y sostenible con un elevado impacto económico para el sector de artes menores de la Región de Murcia. Las características morfológicas y ecológicas de la especie objetivo exigen el uso de un arte de pesca y unas maniobras de faenado no permitidas en el Reglamento Europeo 1967/2006. Por tal motivo, se solicitó a la Comisión Europea determinadas excepciones para esta pesquería en lo referente a luz de malla, así como de la distancia a costa y profundidad marina mínima, implementándose un Plan de Gestión. En el marco de dicho Plan de Gestión se realiza un seguimiento de distintos parámetros oceanográficos como temperatura, turbidez, clorofila, oxígeno y salinidad para valorar su impacto en la pesquería. Se comprueba una correlación positiva entre capturas y clorofila, así como una correlación inversa entre capturas y temperatura, siendo muy significativa esta última correlación en el mes de diciembre. Al realizar análisis del histórico de capturas se observa un descenso progresivo, mientras que al analizar la serie histórica de temperaturas se observa una tendencia evidente a su incremento. Todo ello permite concluir que el progresivo incremento de la temperatura del agua consecuencia del cambio climático puede comprometer a medio y largo plazo la continuidad de esta pesquería tradicional.

INTRODUCCIÓN

La pesca del chanquete es una pesquería artesanal, tradicional y sostenible con un elevado impacto económico para el sector de artes menores de la Región de Murcia. La especie objetivo es el góbido *Aphia minuta*, que suele ir acompañado en mayor o menor proporción por otras dos especies de góbidos afines: *Pseudaphia ferreri,* denominado localmente como bacón y *Crystallogobius linearis*, conocido como azulón, aunque también se conoce como góbido de cristal. Estas especies, agrupadas en la subfamilia Sycidiaphinae, se diferencian del tipo general, definido como subfamilia Gobiinae, por el hecho de conservar durante toda su vida, muy breve y nunca superior al año, caracteres juveniles como el tamaño reducido de los adultos (no

superan los 50 mm de talla en el entorno de la Región de Murcia), la adaptación a la vida semipelágica y la transparencia del cuerpo. La pesca se lleva a cabo cuando los individuos de estas especies se agrupan con fines reproductivos cerca de la costa, siendo entonces accesibles a la flota pesquera. Las zonas en las que se encuentran suelen ser bahías y zonas costeras, sobre fondos de arena y fango entre 5 y 30 m de profundidad (Peñalver et al., 2016).

Las características morfológicas y ecológicas de la especie objetivo exigen el uso de un arte de pesca y unas maniobras de faenado no permitidas en el Reglamento 1967/2006. Por tal motivo, se solicitó a la Comisión Europea determinadas excepciones para esta pesquería en lo referente a luz de malla, así como de la distancia a costa y profundidad marina mínima, implementándose un Plan de Gestión (Peñalver et al., 2023).

La Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia presentó un plan de gestión específico, acogiéndose a la normativa comunitaria, con el fin de poder continuar la pesca de chanquete en esta Región, debido a su carácter tradicional y su gran repercusión social y económica en el sector pesquero de artes menores.

La excepción solicitada fue finalmente autorizada por el Reglamento de Ejecución (UE) Nº 773/2013 de la Comisión de 12 de agosto de 2013 por el que se establece una exención a lo dispuesto en el Reglamento (CE) Nº 1967/2006 del Consejo en lo concerniente a la distancia mínima de la costa y la profundidad marina mínima en el caso de las redes de tiro desde embarcación para la pesca de chanquete (*Aphia minuta*) en determinadas aguas territoriales de España (Murcia), publicada en el DOUE de 13 de agosto de 2013. Con posterioridad se aprobado sucesivas prórrogas. La normativa regional que regula la aplicación del Plan de Gestión es la Orden de 21 de septiembre de 2023, de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca, por la que se regula la pesquería del chanquete (*Aphia minuta*) en aguas interiores de la Región de Murcia (BORM de 26 de septiembre de 2023).

El Plan de Gestión incluye 3 grupos de medidas:

a. Medidas de Gestión: Limitación del número de embarcaciones y características técnicas; Estructura y dimensiones del arte de pesca; Periodo de Veda; Limitaciones horario y zonas de descarga; Limitación capturas por campaña; Umbral mínimo de esfuerzo pesquero; Limitación de capturas por barco y día y Documento de captura de chanquete.

b. Medidas de Cogestión entre administración y sector pesquero.

c. Plan de Monitorización: Control Administrativo de la flota; Estudio estadístico de las notas de venta; Estudio de los documentos de control de chanquete; Embarque científico e inspección pesca chanquete; Muestreos en puerto y lonja; Seguimiento datos oceanográficos y Análisis biológico de los muestreos.

La aplicación de este Plan de Gestión ha sido revisada y validada por las unidades de supervisión de la Unión Europea (STECF, 2024). En el marco de dicho Plan de Gestión se realiza un seguimiento semanal de distintos parámetros oceanográficos como temperatura, turbidez, clorofila, oxígeno y salinidad para valorar su impacto en la pesquería, pues el chanquete es una especie de ciclo corto y muy dependiente de factores ambientales (Iglesias y Morales-Nin, 2001).

Para Anadón et al. (2005) el cambio climático está generando múltiples respuestas directas e indirectas. Se han detectado cambios en la distribución de las especies, con incremento de especies de aguas templadas y subtropicales; se conocen cambios en muchos grupos de organismos, desde fitoplancton y zooplancton a peces y algas; se ha detectado un incremento de especies invasoras, así como cambios en los ecosistemas y en las redes tróficas marinas que están afectando a las especies explotadas, sobre todo en su fase larvaria y en el reclutamiento.

Existe una evidente preocupación por el posible impacto del calentamiento global, con un marcado incremento de la temperatura del agua en nuestras costas sobre distintas pesquerías (FAO, 2016), por ello es interesante ver el comportamiento y tendencia de las capturas y temperaturas en referencia a la pesquería del chanquete.

En el presente trabajo se describen los resultados preliminares de la influencia de diversos factores ambientales sobre la captura de chanquete, especialmente la temperatura del agua en el marco de un escenario de calentamiento global.

MATERIAL Y MÉTODOS

El conjunto de datos incluyó análisis de las capturas de chanquete y mediciones de oxígeno disuelto (mg/L), turbidez (NTU), clorofila (µg/L), temperatura y salinidad (‰), registradas durante las últimas cuatro campañas de pesca entre 2020 y 2025. Para la temperatura la serie de mediaciones se inicia en 2007.

La monitorización de los parámetros oceanográficos se ha realizado con una sonda multiparámetrica de la marca SeaBird, modelo 19-plus, con número de serie 19P263504081, manejada por personal del Servicio de Pesca y Acuicultura desde una embarcación tipo zodiac. Los muestreos se realizan semanalmente en punto georreferenciado en el área de pesca del chanquete. El software utilizado para el procesado es Seasoft V2 CTD Data Processing and Plotting Software for Windows 2000/XP suministrado por la empresa Sea-Bird Electronics, inc.

Los datos de capturas de chanquete fueron consultados en la base de datos del Ministerio sobre estadística pesquera (TRAZAPES).

Los análisis estadísticos se realizaron en RStudio (versión 2024.12.0+467). Para la preparación y manejo de los datos se empleó el paquete *tidyverse* (Wickham et al., 2019), mientras que las representaciones gráficas se realizaron con *ggplot2*. Previo a los análisis, se verificó la consistencia de la base de datos y se descartaron observaciones con valores faltantes o incompletos.

La matriz de correlación se representó mediante un mapa de calor construido con ggplot2, utilizando una escala de color divergente (azul = correlación positiva, rojo = correlación negativa). La matriz de significación de la correlación de Pearson se exportó mediante el uso del paquete Hmisc, la función “rcorr()” y con el argumento “$P”.

Con el fin de explorar patrones multivariantes y asociaciones entre las variables ambientales y biológicas, se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA). Para este análisis se seleccionaron únicamente las variables numéricas y se procedió a su centrado y escalado

mediante la función *scale*(), con el objetivo de evitar sesgos debidos a diferencias en magnitudes o unidades de medida.

El PCA se ejecutó con la función *prcomp*() de R, obteniéndose las coordenadas de los individuos (observaciones) y las cargas de las variables (rotación). La proporción de varianza explicada por cada componente principal se estimó a partir de los autovalores.

Los resultados se representaron en un Biplot en el cual: Los puntos representan las observaciones (meses de muestreo), diferenciadas por periodo y mes; Las flechas rojas indican la dirección y magnitud de la contribución de cada variable a los componentes principales; La posición relativa de los puntos respecto a las flechas permitió interpretar la influencia de las variables en las observaciones, así como la identificación de posibles patrones de agrupamiento entre periodos.

Las correlaciones se han realizado entre las capturas de los dos primeros meses de captura (diciembre y enero) con los respectivos parámetros oceanográficos. El tercer mes de campaña, febrero, no ha sido analizado pues las capturas se ven fuertemente influidas por medidas de gestión como reducción de esfuerzo pesquero un día a la semana o bien el cierre prematuro de la campaña, en ocasiones todo el mes de febrero.

RESULTADOS

Los resultados de capturas se reflejan en la tabla 1. Los datos de diciembre y enero se corresponden con meses completos de capturas. Sin embargo, los datos de febrero están condicionados por la aplicación de medidas técnicas de gestión e incluso el cierre prematuro de la campaña como ocurrió en las campañas 18/19, 21/22, 22/23 y 24/25.

Campaña	Diciembre	Enero	Febrero	Total
17/18	4.098	4.180	2.487	10.766
18/19	4.264	4.217	620	9.1001
19/20	7.765	3.975	1.765	13.505
20/21	5.472	3.791	2.510	11.774
21/22	2.416	1.062	144	3.622
22/23	5.535	1.744	863	8.142
23/24	9.404	7.275	1.199	17.879
24/25	1.432	657	0	2.089

Tabla 1. Evolución mensual y total de capturas de chanquete

La gráfica 1 representa el mapa de calor entre las capturas y los distintos parámetros ambientales durante las últimas cuatro campañas de pesca.

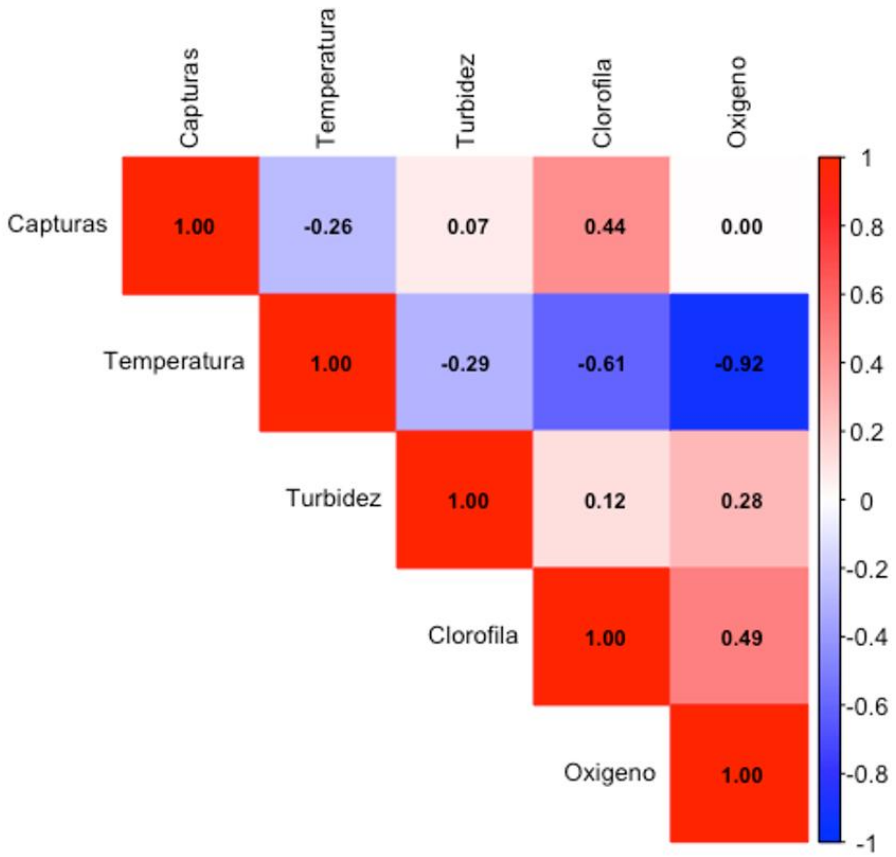


Gráfico 1. Mapa de calor de las correlaciones entre capturas y factores medioambientales

En la tabla 2 se representan los valores de significación estadística de las correlaciones detectadas. Se comprueba que la única correlación estadísticamente significativa hallada es la negativa entre temperatura y oxígeno.

P value	Capturas	Temperatura	Turbidez	Clorofila	Oxígeno	Salinidad
Capturas	NA	0,4642	0,8401	0,2089	0,9905	0,1772
Temperatura	0,4642	NA	0,4145	0,0620	0,0002	0,2729
Turbidez	0,8401	0,4145	NA	0,7358	0,4389	0,2055
Clorofila	0,2089	0,0620	0,7358	NA	0,1497	0,3008
Oxigeno	0,9905	0,0002	0,4389	0,1497	NA	0,42838
Salinidad	0,1772	0,2729	0,2055	0,3008	0,4284	NA

Tabla 2. Valores de significación estadística correlaciones

En la gráfica 2 se representan los valores de temperatura desde octubre hasta marzo en las últimas 8 campañas de pesca de chanquete.

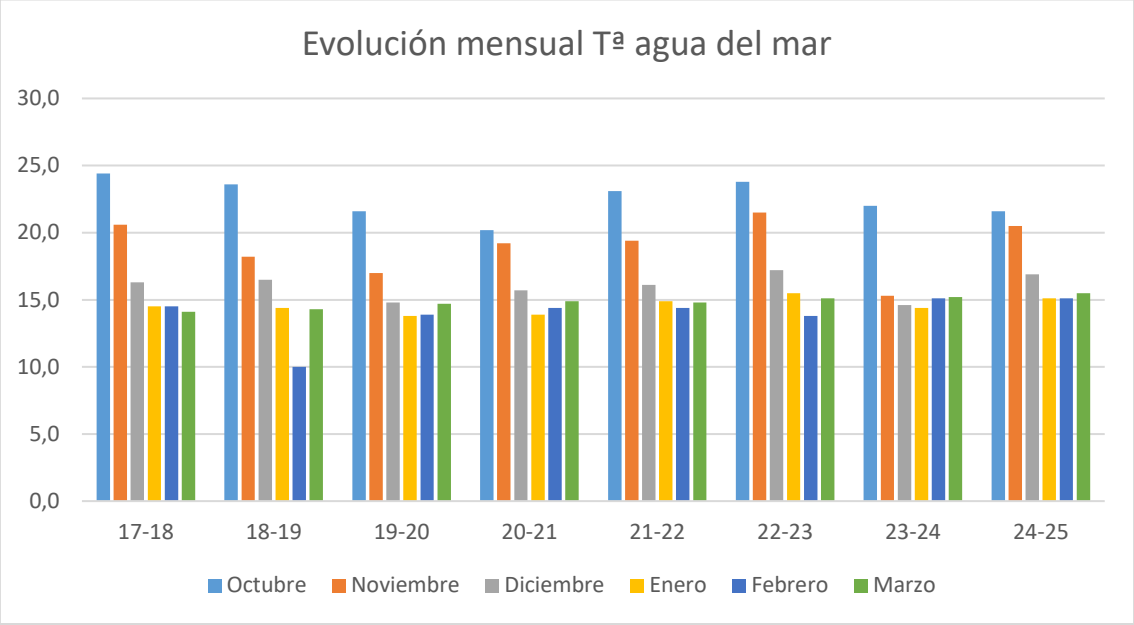
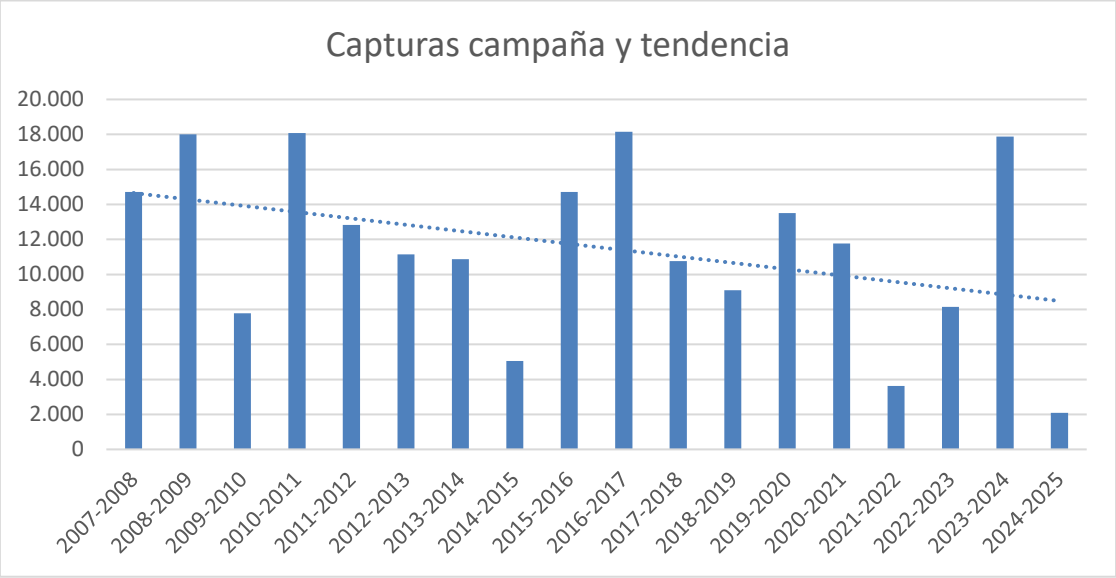


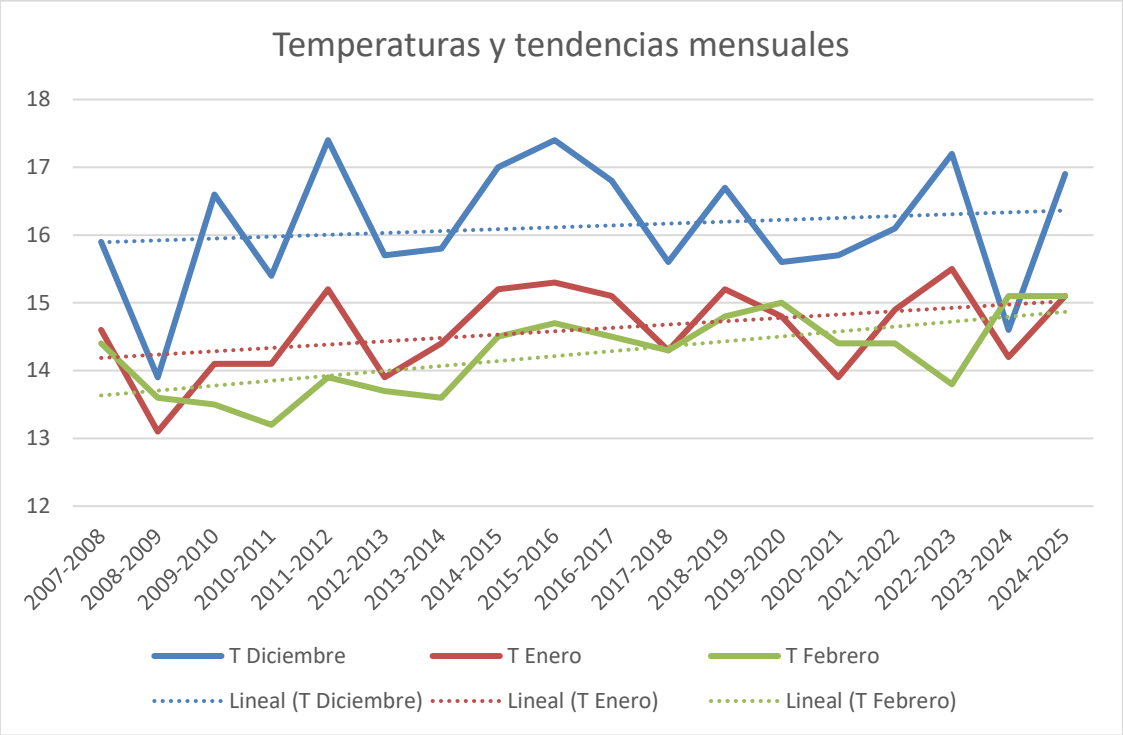
Gráfico 2. Evolución mensual de temperatura del agua en área de pesquería

En la gráfica 3 se reflejan los valores de captura por campaña y la línea de tendencia, la cual indica una tendencia claramente negativa.



Gráfica 3. Capturas de chanquete por campaña y línea de tendencia

En la gráfica 4 se reflejan los valores medios de temperatura para los 3 meses de la pesquería, y las líneas de tendencia que son las tres positivas.

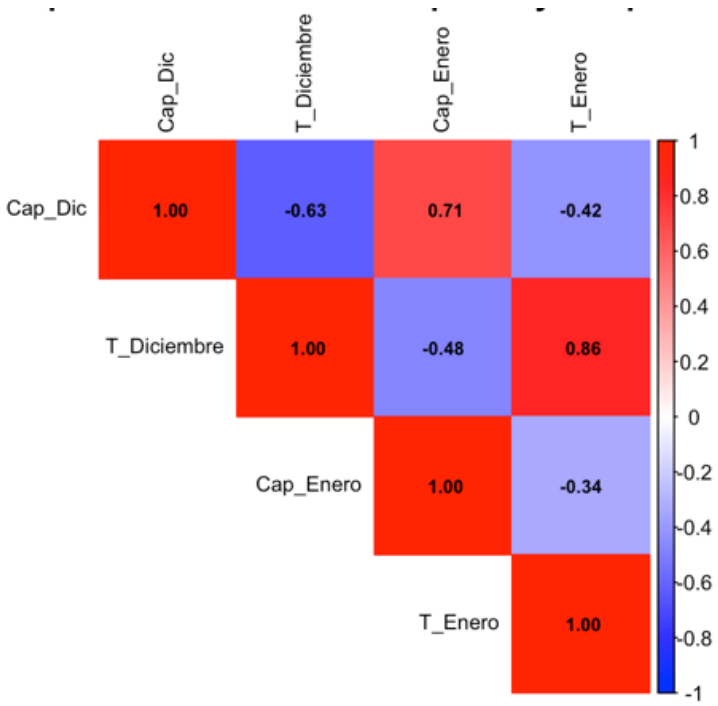


Gráfica 4. Temperaturas y líneas de tendencia mensuales durante periodo de pesca

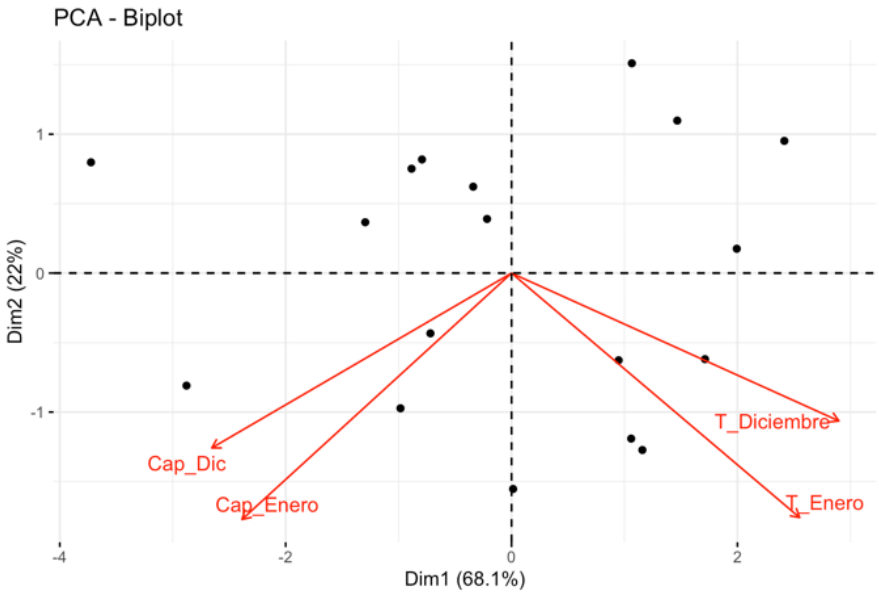
Para verificar la relación existente entre temperatura y capturas, se correlacionaron mediante un análisis de componentes principales (PCA) ambas variables para los meses de diciembre y enero, desde la campaña 2007-2008 hasta la presente campaña, obteniéndose los valores representados en la tabla 3. Se comprueba una correlación negativa en ambos casos, siendo estadísticamente significativa para los meses de diciembre. En la gráfica 5 se representa el mapa de calor de las correlaciones, mientras que en la gráfica 6 se muestra la representación Biplot del análisis PCA.

	PCA	Significación (bilateral)
Diciembre	-0,66	0,003
Enero	-0,34	0,101

Tabla 3. Correlaciones entre temperatura del agua y capturas



Gráfica 5. Mapa de calor de correlaciones entre capturas y temperatura en meses de diciembre y enero en las últimas 8 campañas



Gráfica 6. Representación Biplot del análisis PCA para las correlaciones entre capturas y temperatura en meses de diciembre y enero

DISCUSIÓN

En el marco del Plan de Gestión del Chanquete en la Región de Murcia se realiza un seguimiento de distintos parámetros oceanográficos como temperatura, turbidez, clorofila, oxígeno y salinidad para valorar su posible impacto en la pesquería. Los datos obtenidos en las últimas cuatro campañas están representados en la gráfica 1 y muestran una relación positiva entre capturas y clorofila, así como una relación inversa entre capturas y temperatura, si bien no se obtienen correlaciones estadísticamente significativas como se comprueba en la tabla 2. La serie de datos para estos parámetros, en concreto turbidez, clorofila, oxígeno y salinidad es muy corta, sólo 4 campañas, por lo que, si bien si se observa la tendencia referida, es necesario una serie mayor de datos. Si se obtiene una clara correlación negativa entre temperatura y oxígeno, lo cual está sobradamente documentado.

En cualquier caso, no es esperable correlaciones entre las capturas con oxígeno o salinidad, pues son parámetros bastante constantes. En el caso de la turbidez, a priori tampoco debería tener una influencia sobre las capturas, pues si puede tener mayores variaciones se deben a fenómenos puntuales de corrientes y tormentas.

La tendencia positiva detectada de las capturas con la clorofila, que debe ser verificado estadísticamente cuando se disponga de mayor serie de datos, puede tener su origen en que su incremento se debe principalmente a una mayor concentración de fitoplancton, lo cual posibilitaría mayor presencia de sus depredadores del zooplancton. Diversos estudios sobre la dieta del chanquete apuntan a especies del zooplancton: copépodos, larvas de cirrípedos o misidáceos (La Mesa et al., 2008; Tirelli et al., 2016; Iglesias y Morales-Nin, 2001). Por ello, el incremento de fitoplancton podría favorecer la presencia de zooplancton y su vez un incremento de sus depredadores naturales como sería el chanquete y especies afines.

Es la temperatura del agua el parámetro que se perfila con mayor influencia sobre las capturas de chanquete, como ya ha sido previamente descrito (Massuti et al., 2010). Iglesias y Morales-Nin (2001), estudiando su ciclo de vida en aguas de Mallorca, concluyeron que la temperatura condiciona el área de puesta y la distribución de *A. minuta*. En invierno y primavera se sitúan en profundidades entre los 5 y los 40 metros de profundidad, donde encuentran la temperatura óptima, llevando a cabo la reproducción sobre bancos de arena y grava. En esta época la especie estaría accesible a la flota pesquera para su captura (Peñalver et al., 2023). Sin embargo, los meses de verano y otoño se desplazan hacia aguas más profundas, entre los 60 y los 80 metros, donde encuentran temperaturas óptimas, entre 13 y 16º C. Variaciones en las temperaturas cerca de costa en invierno y primavera, época en la que esté permitido la pesca en la Región de Murcia (desde diciembre hasta febrero y/o marzo), implicarían por tanto que los cardúmenes estén más o menos accesibles a la flota pesquera.

En el gráfico 2 se observa que existen marcadas diferencias en las temperaturas registradas en los diferentes años y al compararlo con la serie histórica de capturas (tabla 1) se observa una relación negativa entre las temperaturas y las capturas obtenidos, especialmente en diciembre. Cuando se realiza el análisis de correlaciones (tabla 3), se comprueba una tendencia negativa en ambos casos entre la temperatura y las capturas, si bien sólo en el caso de diciembre es

estadísticamente significativa (<0,05). Ello confirma que temperaturas altas en el mes de diciembre condicionan un escaso reclutamiento o al menos una variación temporal de dicho reclutamiento.

El calentamiento global de los mares es un hecho científicamente probado, siendo el Mediterráneo un ejemplo significativo del mismo (IEO, 2008). Su efecto sobre las pesquerías, especialmente las artesanales es un tema de debate en multitud de foros científicos (FAO, 2012; Monnier et al., 2020). En las gráficas 3 y 4 se muestras los históricos de capturas y los históricos de las temperaturas registradas durante los meses de pesquería. Las líneas de tendencia de las temperaturas indican un incremento progresivo de las temperaturas. Por el contrario, la línea de tendencia de las capturas indica un progresivo descenso que puede estar motivado por el alza progresiva de las temperaturas. Como se ha comentado, temperaturas elevadas cerca de costa implicaría que los cardúmenes permanecerían mayoritariamente en aguas más profundas y por tanto no accesibles a la flota pesquera. Las variaciones interanuales de capturas de chanquete no pueden atribuirse exclusivamente a la temperatura pues influyen otros parámetros, pero no cabe duda de que condiciona de forma importante la presencia de los cardúmenes en la zona y época de pesca.

Sobre el efecto del calentamiento marino sobre las poblaciones de peces autóctonos en el Mediterráneo occidental, Massuti et al. (2010) han mostrado cambios en la dinámica poblacional de determinadas especies. Mientras que algunas especies termófilas como el pez limón o lecha (*Seriola dumerili)* han experimentado un incremento en su abundancia, así como un aumento en su distribución hacia el norte, especies de peces boreales como el chanquete (*Aphia minuta)* o el espadín (*Sprattus sprattus)* son cada vez más escasas. Este efecto, que se conoce como “meridionalización”, se ha hecho patente en las capturas de algunas especies comerciales.

Por tanto, el calentamiento paulatino de las aguas costeras puede comprometer a medio y largo plazo la realización de esta pesquería tradicional. De hecho, en el caso de la pesquería del chanquete en la Región de Murcia se ha modificado recientemente el periodo de capturas (Orden de 26 de septiembre de 2023), retrasándose dos semanas: normalmente se iniciaba la pesquería el 1 de diciembre y ahora se inicia el 16 de diciembre, todo ello con la finalidad de empezar la campaña con aguas más frías.

El incremento de las temperaturas de las masas de aguas costeras condiciona, como se ha comprobado con la relación inversa detectada, el volumen de capturas de chanquete y sus especies asociadas, lo cual podría comprometer esta pesquería a largo plazo si no se revierte la tendencia actual fruto del calentamiento global.

BIBLIOGRAFIA

Anadón, R., Duarte, C.M., Celso, A. (2005). Impactos sobre los ecosistemas marinos y el sector pesquero. En “Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático”. ISBN: 84-8320-303-0

FAO (2012). Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. ISBN 978-92-5-306347-5.

Instituto Español de Oceanografía. (2007). Cambio climático en el mediterráneo español. Temas de Oceanografía, 1. ISBN: 84 95877 39 2.

Iglesias, M. and Morales-Nin, B. (2001). Life cycle of the pelagic goby *Aphia minuta* (Pisces: Gobiidae). Sci. Mar. 65(3): 183–192.

La Mesa M., Borme D., Tirelli V., Di Poi E., Legovini S., Fonda Umani.S. (2008) Feeding ecology of the transparent goby *Aphia minuta* (Pisces, Gobiidae) in the northwestern Adriatic Sea. Scientia Marina, 72, 99–108.

Monnier, L., Gascuel, D., Alava, J.J., Barragán, M.J., Gaibor, N., Hollander, F.A., Kanstinger, P., Niedermueller, S., Ramírez, J., Cheung, W. (2020). Small-scale fisheries in a warming ocean: exploring adaptation to climate change. Scientific report. WWF. https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/wwf_fishforeward_studie2020_en_web.pdf

Massutí, E., Valls, M., Ordines F. (2010). "Changes in the western Mediterranean ichthyofauna: signs of tropicalization and meridianization" en "Fish Invasions of the Mediterranean Sea: Change and Renewal". Pensoft Series Faunistica Volume: 91. ISBN: 9789546425263.

Orden de 26 de septiembre de 2023, de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca, por la que se regula la pesquería del chanquete (*Aphia minuta*) en aguas interiores de la Región de Murcia. BORM 223, de 26 de septiembre de 2023.

Peñalver, J., María-Dolores, E., Bermúdez, B., Bas, I., Carrión, M.A., Pla, M.L., Romero, E. (2016). Transparent goby (*Aphia minuta*) management plan of the Region of Murcia. Libro de comunicaciones del VI Congreso Ibérico de Ictiología.

Peñalver, J., María-Dolores, E., Romero, E., García, CJ., Sánchez, MA., Bernal, O., Viuda, E., Cárcel, A., Delgado, M., Carrión, M.A., Murcia, FJ. (2023). Justificación de las excepciones al Reglamento (CE) 1967/2006 en lo referente a la luz de malla, así como de la distancia a costa y profundidad marina mínima para la pesca del chanquete en la Región de Murcia. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 261: 102-125. DOI: https://doi.org/10.24197/reeap.261.2023.102-125.

Reglamento de Ejecución (UE) Nº 773/2013 de la Comisión de 12 de agosto de 2013 por el que se establece una exención a lo dispuesto en el Reglamento (CE) Nº 1967/2006 del Consejo en lo concerniente a la distancia mínima de la costa y la profundidad marina mínima en el caso de las redes de tiro desde embarcación para la pesca de chanquete (*Aphia minuta*) en determinadas aguas territoriales de España (Murcia) (*DOUE de 13 de agosto de 2013*)

Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – 76 nd Plenary report (STECF-PLEN-24-02). Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024, ISSN 2467-0715.

Tirelli, V., Legovini, S., Borme, D., Di Poi, E., La Mesa, M. (2016). Diel feeding of the transparent goby *Aphia minuta* (Pisces, Gobiidae) in the Northwestern Adriatic Sea in spring time. Marine Ecology 37: 920–926. Doi: 10.1111/maec.12191

Seguimiento de la Pesca Marina Recreativa en Cataluña y desarrollo de su regulación

Patrícia Poch, Marta Pujol-Baucells, Eve Galimany, Laura Recasens, Joan B. Company

ICM-CSIC ICATMAR

1. Introducción

La pesca marina recreativa (PMR) es una actividad de creciente interés tanto en el ámbito de la investigación pesquera como a nivel de gestión de los recursos marinos. Su relevancia engloba a distintos ámbitos, ya que es considerada una actividad de gran interés social, cultural, ambiental y, además, económico porque incide diariamente en millones de personas a escala global. Se estima que, aproximadamente, más de 350 millones de individuos practican la PMR en todo el mundo (Arostegui et al., 2021). Así pues, la dimensión que alcanza esta actividad no puede considerarse una práctica marginal, sino una actividad con capacidad de influir de manera significativa en los ecosistemas costeros, sus comunidades y la población que vive adyacente al mar.

En el marco del litoral catalán (Noroeste del Mediterráneo español), la PMR tiene un papel relevante ya que posee una larga tradición, transmitida entre generaciones como una actividad familiar, de ocio y, en algunos casos, deportiva. No obstante, y pese a su elevada popularidad, ha existido históricamente un vacío de conocimiento científico respecto a su alcance real, los impactos ecológicos asociados, y su contribución socioeconómica en el territorio.

Esta carencia no es exclusiva de la zona de Cataluña. Varios estudios internacionales ya habían advertido de la limitada disponibilidad de información y ausencia de datos sistemáticos para evaluar la magnitud de la PMR y sus efectos sobre las poblaciones (McPhee et al., 2002; Hyder et al., 2017; Brownscome et al., 2019). Aspectos que, en la actualidad, se están empezando a abordar, estructurar y conocer. Ante este escenario, Cataluña impulsó un programa de seguimiento continuado con el objetivo de generar datos propios, robustos y sostenidos en el tiempo, que constituyan una base sólida para la gobernanza de esta actividad.

El proceso se inició en el 2019 con la creación del grupo de trabajo de PMR, liderado por el Instituto Catalán de Investigación para la Gobernanza del Mar (ICATMAR), y se consolidó en 2023 con la constitución de la Mesa de Cogestión de la PMR. Desde entonces, se han implementado mecanismos de muestreo sistemático que permiten cuantificar el esfuerzo pesquero, caracterizar la composición de las capturas, analizar el perfil social de los pescadores y evaluar la dimensión económica de la actividad.

El presente trabajo tiene como finalidad exponer los fundamentos del programa de seguimiento de la PMR en Cataluña, describir la metodología aplicada y presentar los principales resultados obtenidos entre 2020 y 2023, tal y como se documenta en el informe State of Marine Recreational Fisheries in Catalonia 2023 (ICATMAR, 24-04). Además, se describe el trabajo realizado para la regulación de la actividad y se identifican tanto las limitaciones detectadas como los retos pendientes para avanzar hacia una gestión sostenible de la PMR en la costa catalana.

2. Bases de datos utilizadas para el seguimiento de la PMR

El seguimiento de la PMR en Cataluña consta de un diseño mixto que integra diversas fuentes de información: (1) licencias de pesca, (2) encuestas *in situ*, y (3) encuestas en línea. Estas permiten cuantificar el esfuerzo pesquero, caracterizar el perfil de los practicantes y estimar el impacto socioeconómico de la actividad.

2.1 Licencias de pesca

En Cataluña existen diferentes tipologías de licencias para la PMR, entre ellas se incluyen la licencia de superficie, válida tanto para aguas continentales como para aguas marinas; la licencia de pesca submarina; y la licencia colectiva que engloban los chárteres de pesca recreativa. El registro de estas licencias nos ayuda a constituir un primer indicador del volumen de pescadores y de sus distintos niveles de participación y nos proporciona una base inicial para estimar la participación de los pescadores según las distintas modalidades dentro de la PMR.

2.2 Encuestas *in situ*

El programa de seguimiento se lleva a cabo en once zonas del litoral catalán (Figura 1) elegidas de manera aleatoria y delimitadas en función de su morfología. Cada año se realizan alrededor de 105 jornadas de muestreo, durante las cuales se entrevista a todos los pescadores presentes posibles, habiéndose completado hasta finales del 2024, aproximadamente, siete mil encuestas.

En detalle, los puntos de muestreo incluyen tanto la playa, rocas como espigón, donde se realizan las encuestas a los pescadores que practican la modalidad desde costa; los puertos y a mar abierto, para entrevistar a los pescadores que practican la modalidad de embarcación, o a los pescadores subacuáticos, que se encuentran en el mar o que regresan al puerto.

Toda esta, información recopilada abarca el número de jornadas de pesca, las horas de pesca, las especies capturadas con identificación taxonómica, la longitud y el peso de los ejemplares, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) tanto en horas como en día, el perfil social de los pescadores, sus motivaciones y los aspectos económicos

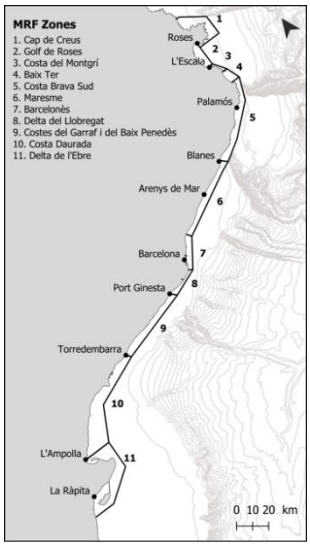


Figura 1. División de las once zonas de la costa catalana del muestreo *in*

2.3 Encuestas en línea

De forma paralela, se envían encuestas mensuales a las personas que poseen una licencia emitida en Cataluña, gracias a tener que escribir su correo electrónico cuando obtienen la licencia. Estas encuestas siguen el mismo patrón que las encuestas *in situ*, recogiendo información sobre la actividad pesquera recreativa. Las encuestas en línea, tienen por objetivo obtener los datos de esfuerzo pesquero ya que obtenemos más número de respuestas y, nos permite calcular y estimar las distintas clases de avidez (frecuencia del pescador a salir a pescar), determinar el porcentaje de dedicación por cada modalidad de pesca, además de, evaluar el impacto económico y caracterizar el perfil social de los pescadores recreativos.

3. Visión global de los últimos resultados

La caracterización de los participantes en las encuestas *in situ* y en línea refleja una estructura relativamente estable en cuanto a la composición de las modalidades de pesca, siendo la pesca con caña desde costa la más practicada y con un número mayor de participantes, seguido de la pesca con caña desde embarcación y finalmente, la pesca submarina (Figura 2).

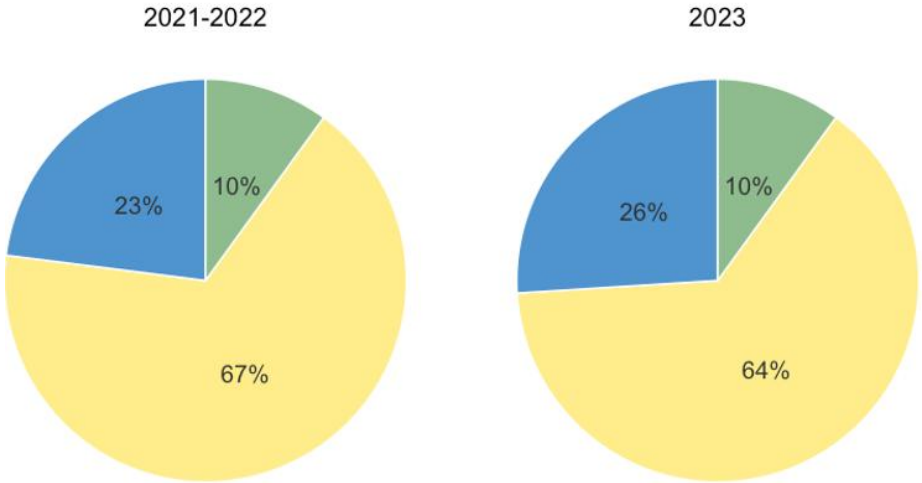


Figura 2. Porcentaje de practicantes según la modalidad principal de pesca declarada por cada encuestado en el periodo 2020–2022 (izquierda) y 2023 (derecha).

3.1 Esfuerzo pesquero

El esfuerzo pesquero refleja el número de jornadas de pesca realizadas por cada pescador recreativo y se estima a partir de la frecuencia de salidas declaradas por los pescadores en las encuestas en línea. Se destinan 3 preguntas para perfilar y definir el esfuerzo del pescador. A partir de esta información se definen cinco clases de avidez, que permiten caracterizar la intensidad de la práctica: cero (0 jornadas), esporádica (1–2 jornadas), baja (3–19 jornadas), media (20–49 jornadas) y alta (≥50 jornadas anuales).

El análisis de la media de los días que salen a pescar muestra que, según las encuestas en línea, la modalidad con una media más alta 28.5(±0.72) en el 2023 corresponde a la pesca desde embarcación, seguida de la pesca submarina 24.3(±0.96) y, en último lugar, la pesca desde costa 22.2(±0.46). En contraste, los resultados procedentes de las encuestas in situ reflejan un esfuerzo mucho mayor en las tres modalidades; 34.2(±0.91) en pesca desde costa, 20.8(±0.84) en la pesca desde embarcación y 28.4(±0.77) en la pesca submarina en el 2023 (Figura 1). El análisis de los datos muestra que, según las encuestas **en línea**, la modalidad con mayor esfuerzo corresponde a la **pesca desde embarcación**, seguida de la **pesca submarina** y, en último lugar, la **pesca desde costa**. Paralelamente, los resultados procedentes de las encuestas **in situ** reflejan un esfuerzo más equilibrado entre las distintas modalidades (Figura 3).

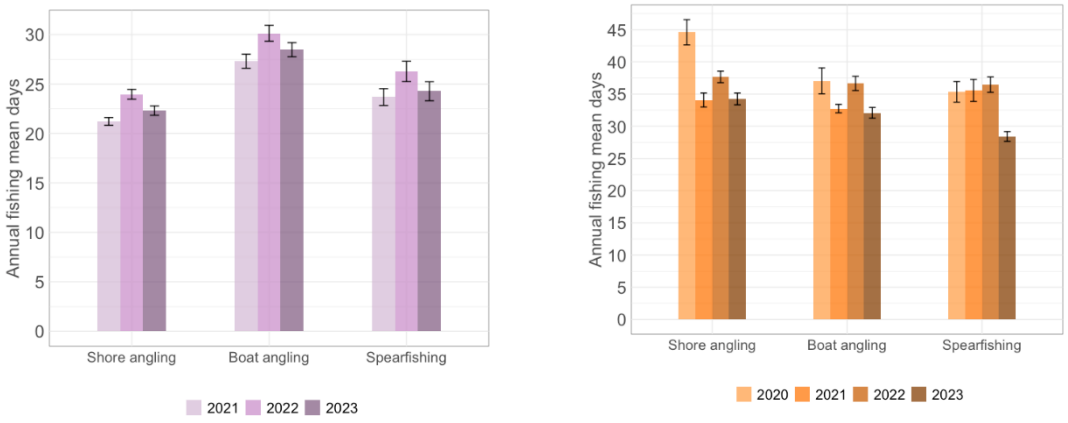


Figura 3. Número de días de pesca anual según las distintas modalidades. Las barras moradas (izquierda) corresponden a los datos obtenidos mediante encuestas en línea, mientras que las barras naranjas (derecha) representan los datos recopilados en encuestas in situ.

3.2 Rendimiento pesquero

El rendimiento pesquero se evalúa mediante la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), expresada en kilogramos por día de pesca, a partir de los datos recopilados en las encuestas *in situ*. Los resultados muestran diferencias entre las distintas modalidades de pesca. Observando los resultados del año 2023, la pesca desde embarcación presentó la CPUE más elevada 2.25(±0.28) kg/día, seguido de la pesca submarina 1.66(±0.14) kg/día y con el rendimiento más bajo, la pesca desde costa con 0.48(±0.04) kg/día (Figura 4). Estos resultados evidencian una heterogeneidad en la eficiencia de las modalidades, siendo la pesca desde embarcación la que concentra el mayor rendimiento por jornada de actividad.

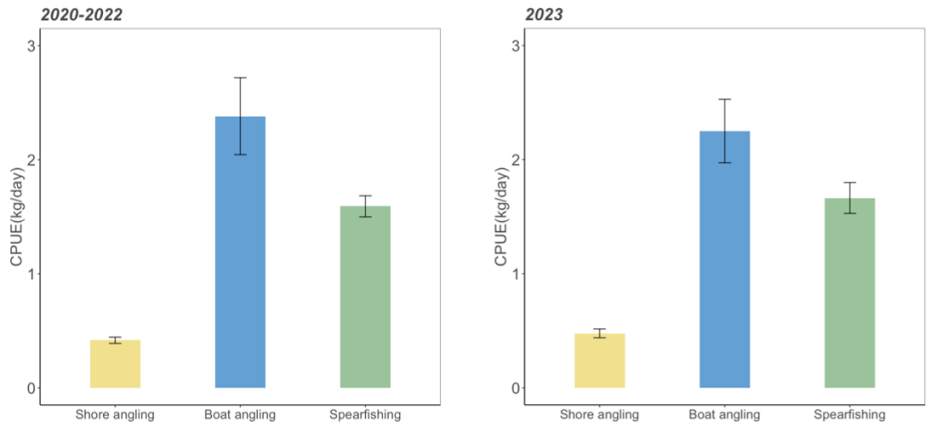
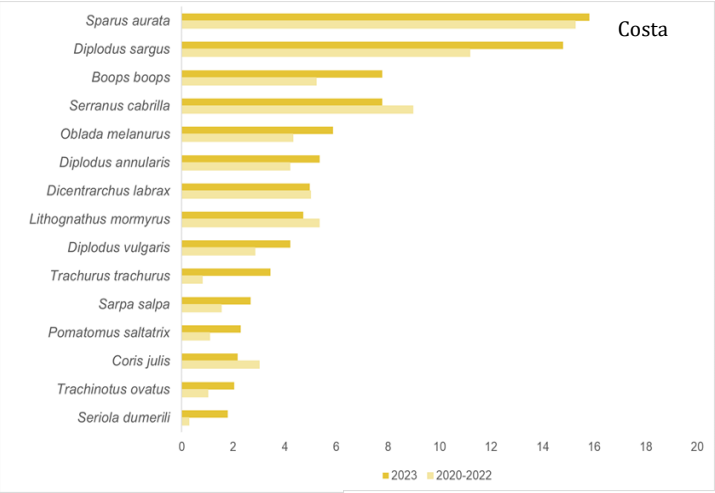
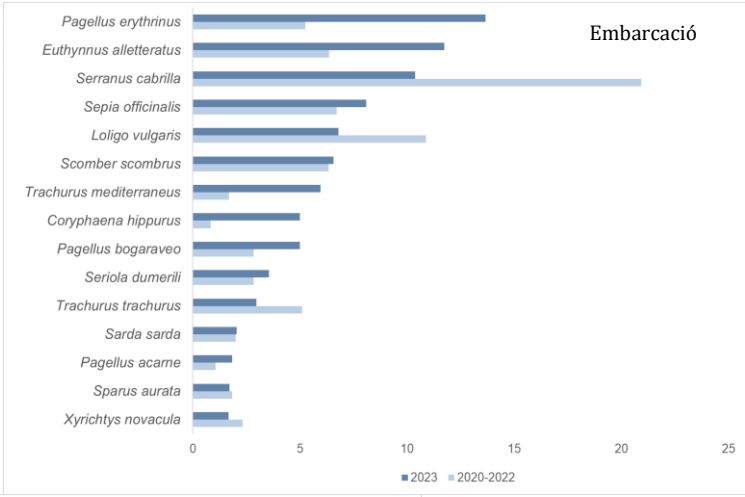


Figura 4. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) según las diferentes modalidades de pesca, comparando el período 2020-2022 (izquierda) con 2023 (derecha).

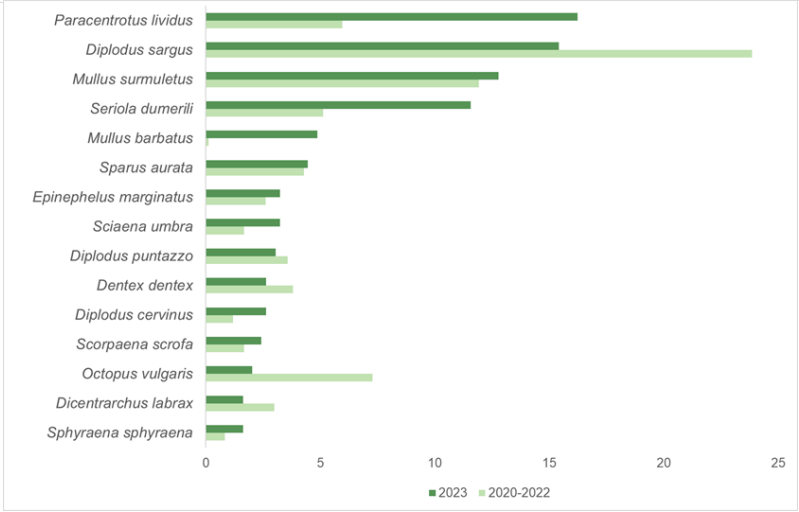
3.3 Composición de capturas

A partir de los datos obtenidos en las encuestas *in situ*, en que se miden e identifican las especies, se obtienen los porcentajes de las especies capturadas según la modalidad de pesca. En concreto, en el año 2023, para la pesca desde costa, las tres especies más capturadas fueron *Sparus aurata* (dorada), *Diplodus sargus* (sargo) y *Boops boops* (boga) (Figura 5). En la pesca desde embarcación, destacaron *Pagellus erythrinus* (pagel), *Euthynnus alletteratus* (bacoreta) y *Serranus cabrilla* (cabrilla (Figura 5). En la pesca submarina, la especie más capturada fue *Paracentrotus lividus* (erizo de mar), seguida de *Diplodus sargus* (sargo) y *Mullus surmuletus* (salmonete de roca) (Figura 5). La comparación con los datos correspondientes a los años 2020–2022 muestra una elevada coincidencia en las especies más capturadas, con algunas





excepciones puntuales, como el caso del calamar (*Loligo vulgaris*) en la pesca desde embarcación.



Submarina

Figura 5. Porcentaje de las especies más capturadas (el porcentaje según el número de individuos) por modalidad de pesca.

3.4 Captura total estimada

Las estimaciones de las capturas anuales totales se basaron en los datos de capturas obtenidos en las encuestas *in situ* y en los valores de esfuerzo derivados de las encuestas en línea. Estas estimaciones se realizaron inicialmente para cada clase de avidez dentro de cada estación del año, y posteriormente se agregaron para obtener los valores de captura total estacional por modalidad. La estimación de la captura total anual para el año 2023 asciende a 1.002.787 kg, considerando en conjunto las tres modalidades de PMR evaluadas en Cataluña. Desglosando por modalidades, la pesca desde costa en el periodo 2020–2022, fue de 240 189 kg/año, aumentando en 2023 hasta 315 730 kg/año. En la pesca desde embarcación se registraron 585 734 kg/año en los años 2020–2022, con un leve descenso en el global de 2023 a 566 778 kg/año. Finalmente, en la pesca submarina la media del periodo fue de 105 454 kg/año, incrementándose en 2023 hasta 120 279 kg/año.

La distribución espacial de las capturas anuales evidencia los diferentes impactos de las modalidades de pesca a lo largo de la costa catalana. En términos generales, las capturas mediante pesca desde la costa y pesca desde embarcación aumentaron en 2023 en comparación con el periodo 2021-2022 a lo largo de prácticamente toda la costa (Figura 6). En cuanto a la pesca submarina, se registró un ligero incremento de las capturas únicamente en dos zonas: 5: Costa Brava Sur y 9: Costas del Garraf (Figura 6). En ambos periodos, las capturas por pesca submarina fueron considerablemente inferiores en todas las zonas dominadas por fondos arenosos, como como la zona 11 (Delta del Ebre), la zona 2 (Golfo de Roses) y la zona 8 (Delta del Llobregat) (Figura 6).

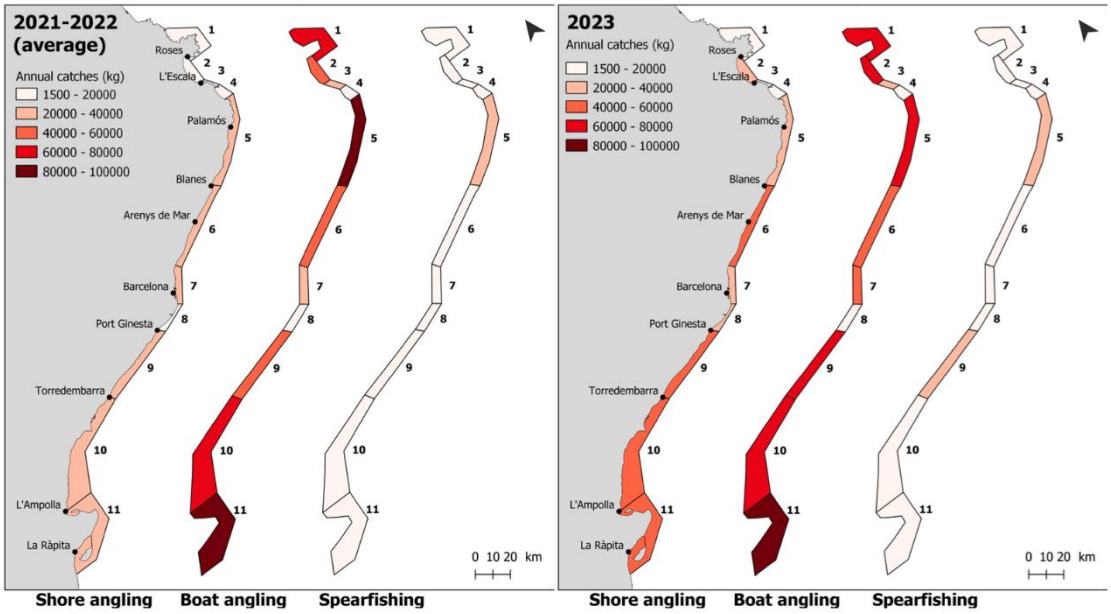


Figura 6. Capturas anuales (kg) según las distintas modalidades de pesca, así como la ubicación de las 11 zonas de muestreo de la costa catalana.

3.5 Aspectos sociales

Otras cuestiones derivadas de las encuestas incluyen aspectos sociales. Por ejemplo, el porcentaje de mujeres entre los pescadores es del 5 %. La edad media de los practicantes se mantiene constante entre encuestas en línea e *in situ*, siendo ligeramente superior en la pesca desde embarcación. En cuanto a la experiencia, los pescadores más expertos son los de embarcación, seguidos por los de costa y, finalmente, los de pesca submarina (Figura 7).

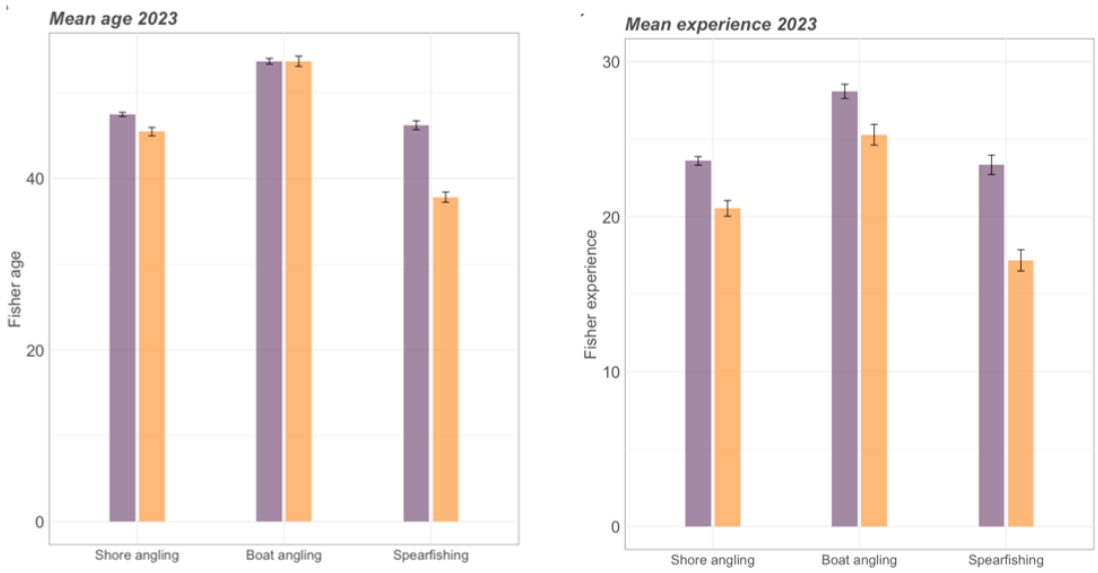


Figura 7. Edad media de los pescadores encuestados en 2023 (izquierda) y edad media de experiencia de los pescadores en 2023 (derecha), según las encuestas en línea (violeta) y las encuestas *in situ* (naranja).

3.6 Impacto económico

El impacto económico total de la actividad de pesca se estima en 65 362 776 €, mientras que el valor del material utilizado asciende a 18 661 083 €. Asimismo, en la Figura 8, se observa la distribución del impacto a lo largo de la costa, siendo la modalidad de pesca desde embarcación la que genera mayor repercusión económica, especialmente en las zonas 1 (Cap de Creus), 5 (Costa Brava), 10 (Costa Daurada) y 11 (Delta del Ebre).

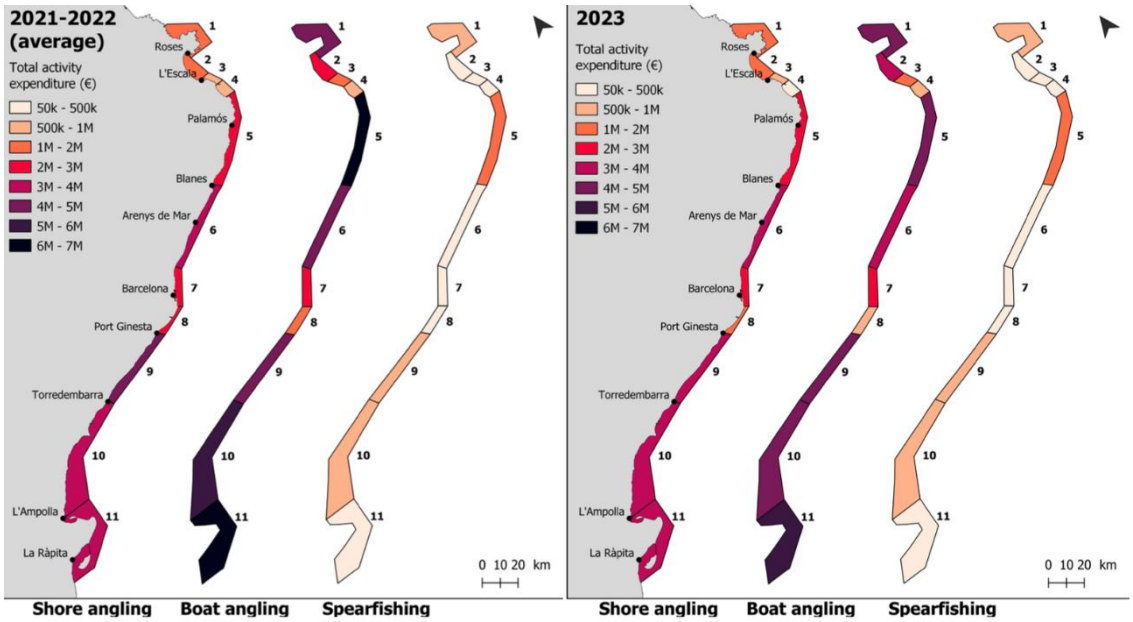


Figura 8. Distribución de la actividad económica a lo largo de la costa catalana para las distintas modalidades, en la izquierda se muestra el período comparativo y en la derecha el 2023.

4. Regulación y gestión de la PMR en Cataluña: un enfoque basado en indicadores biológicos y cogestión

La regulación de la PMR en Cataluña se ha desarrollado mediante un enfoque integrador, que combina evidencia científica con la participación de todos los actores implicados. Este modelo se implementa a través de la "Taula de Cogestió de la Pesca Marina Recreativa", compuesto por investigadores, representantes de la administración y representes del sector, lo que permite que las medidas regulatorias se diseñen de manera consensuada y fundamentada en datos científicos. ICATMAR ha aportado soporte técnico mediante la recopilación y análisis de indicadores biológicos, contribuyendo al diseño de medidas de gestión basadas en evidencia.

En 2023, se aprobó la Resolución ARP/3253/2024, aplicable a las aguas interiores de las comarcas de Girona. La resolución se elaboró siguiendo un protocolo metodológico estructurado, orientado a garantizar la objetividad, la transparencia y la aplicabilidad de las medidas. Durante este último año, se ha llevado a cabo un trabajo similar para las comarcas de Barcelona y Tarragona, siguiendo el mismo enfoque metodológico y participativo, del cual se espera que resulten dos nuevas resoluciones este septiembre, siempre que el proceso siga según lo previsto.

El primer paso consistió en la definición de las especies reguladas. Tras un análisis exhaustivo de los datos de muestreo de ICATMAR y de la literatura científica, se estableció un listado de 46 especies, seleccionadas por su importancia para la pesca marina recreativa. Este listado permite priorizar la gestión sobre las poblaciones más vulnerables, asegurando un equilibrio entre la conservación de los recursos y la viabilidad de la actividad.

Para simplificar la aplicación de la normativa, se adoptó un régimen que no distingue entre modalidades de pesca, facilitando su cumplimiento. Sobre esta base, se implementaron medidas específicas e indicadores biológicos descritos en el informe del *Institut Català de Recerca per la*

Governança del Mar (ICATMAR, 2023). La talla mínima de captura se determinó utilizando el valor de la talla de primera madurez de cada especie, con el objetivo de asegurar que los individuos tengan la oportunidad de reproducirse antes de ser capturados. La captura máxima por licencia y día (bag limit) establece el número de ejemplares que se pueden capturar de cada especie, considerando tanto la media de individuos capturados como su proporción en la captura total. Las vedas biológicas se planificaron teniendo en cuenta el pico de puesta del período reproductivo de cada especie, con el fin de proteger a los individuos durante sus momentos críticos de reproducción y permitir la recuperación natural de las poblaciones.

Todo el proceso se desarrolló bajo dos principios fundamentales: la búsqueda de consenso entre los distintos actores y la necesidad de que las medidas regulatorias estuvieran siempre respaldadas por evidencia científica y por la experiencia del sector pesquero. La combinación de ambos principios ha permitido establecer un marco regulatorio preciso, objetivo y adaptable, que garantiza la sostenibilidad de los recursos marinos sin comprometer la actividad recreativa.

5. Actualidad

Actualmente, se está trabajando en la elaboración del informe anual de seguimiento de la actividad pesquera recreativa correspondiente a 2024. Los muestreos continúan realizándose de manera sistemática, y se ha desarrollado material divulgativo, como las guías de identificación de las especies más comunes en la pesca marina recreativa en el NO del Mediterráneo, basadas en una revisión bibliográfica sobre las tallas de primera madurez.

Se ha colaborado con la Asociación Catalana por una Pesca Responsable (ACPR), que nos facilitó fotografías de las capturas realizadas por miembros de su asociación, incorporando posteriormente estos registros a la base de datos de ICATMAR. Paralelamente, se recopilan las declaraciones de capturas provenientes de los chárteres de pesca y de los concursos de pesca, también introducidos a la misma base de datos.

Recientemente se ha realizado la última campaña llevada a cabo por el Cuerpo de *Mossos d'Esquadra* y Agentes Rurales de la Generalitat de Catalunya, destinada a proporcionar el número de pescadores sin licencia para poder estimar la proporción de este sector. Esta campaña se estructuró previamente mediante muestreos estacionales: otoño de 2022 (octubre), primavera de 2023 (junio), invierno de 2024 (enero) y verano de 2025 (finales de agosto–principios de septiembre), garantizando así la representación de todas las estaciones. Hasta la fecha, los resultados preliminares indican que únicamente el 8 % de los pescadores interceptados carece de licencia.

Asimismo, se continúa participando en las reuniones de la mesa de cogestión de la PMR en Cataluña, contribuyendo activamente a la regulación y gestión de esta actividad.

Desde el año 2020, la recogida sistemática de datos sobre la PMR ha permitido obtener valiosa información de más de 30 000 pescadores, tanto desde costa como desde embarcación.

6. Conclusiones

La recogida sistemática de datos sobre la PMR, iniciada en el año 2020 ha permitido obtener información de más de 50 000 pescadores de distintas modalidades, incluyendo, desde costa, desde embarcación y pescadores submarinos. Este conjunto de datos resulta especialmente útil para los comités de cogestión y la toma de decisiones, ya que ofrece información actualizada para ajustar límites, tallas mínimas y vedas, contribuyendo a una regulación más eficaz y

adaptativa. La acumulación progresiva de datos permite una gestión basada en evidencias científicas y responde a la necesidad de actualizar continuamente las medidas de conservación, promoviendo una pesca recreativa sostenible y responsable.

Referencias

Arostegui, M. C., Schaefer, K. M., & Martínez, P. (2021). Estado de vulnerabilidad de los tiburones en el OPO. *Inter-American Tropical Tuna Commission*. Recuperado de https://www.iattc.org/GetAttachment/a3f61760-e6c4-4e98-88c0-e4ee3916ea7f/SAC-13-11_Condicion-de-vulnerabilidad-de-los-tiburones-en-el-OPO-Evaluacion-EASI-fish.pdfiattc.org

Brownscombe, J. W., Griffin, L. P., Gagné, T., et al. (2019). Environmental drivers of habitat use by a marine fish on a heterogeneous and dynamic reef flat. *Marine Biology, 166*(1), 18. Recuperado de https://www.fecpl.ca/wp-content/uploads/2019/02/Brownscombe-2019-marine-policy.pdfcoastalecology.acadiau.ca+1

Brownscombe, J. W., Griffin, L. P., Gagné, T., et al. (2019). Environmental drivers of habitat use by a marine fish on a heterogeneous and dynamic reef flat. *Marine Biology, 166*(1), 18. Recuperado de https://www.canr.msu.edu/qfc/publications/pdf-publications/2019-publications/2019-6.pdfcoastalecology.acadiau.ca+1

Hyder, K., Cooke, S. J., & Cowx, I. G. (2017). Research and management priorities for Atlantic marine recreational fisheries in Southern Europe. *Fisheries Research, 196*, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.08.003ScienceDirect+3ResearchGate+3ScienceDirect+3

Institut Català de Recerca per la Governança del Mar (ICATMAR). Indicadors biològics per determinar possibles mesures de gestió de la Pesca Marina Recreativa a Catalunya (ICATMAR, 23-11) 21 pp, Barcelona. DOI: 10.57645/10.8080.05.11

Institut Català de Recerca per la Governança del Mar (ICATMAR). *State of Marine Recreational Fisheries in Catalonia* 2023 (ICATMAR, 24-04), 79 pp., Barcelona. https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/16409

McPhee, D., McPhee, D., & McPhee, D. (2002). The role of recreational fishing in global fish crises. *Science, 298*(5601), 1235–1237. https://doi.org/10.1126/science.1077005

Un enfoque transfronterizo para la gestión espacial sostenible de los recursos marinos en el mar Mediterráneo occidental: pesca, clima y conservación marina

Maria Bas[1], Miquel Ortega[1], Francisco Ramírez[1], Jeroen Steenbeek[2] & Marta Coll[1,2]

1. Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC), Departament de Recursos Marins Renovables, Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49, 08003, Barcelona, España.
2. Ecopath International Initiative (EII), Barcelona, España.

INTRODUCCIÓN

El mar Mediterráneo es una de las regiones marinas con mayor biodiversidad del planeta, con una elevada tasa de endemismos (Bianchi & Morri, 2000; Coll et al., 2010). Sin embargo, sus ecosistemas están sometidos a fuertes presiones humanas, como la sobreexplotación de recursos pesqueros, los altos niveles de descartes de especies no comerciales y vulnerables, y los impactos del cambio climático como el calentamiento del mar, la acidificación oceánica y las alteraciones en la productividad primaria (Coll et al., 2010; FAO, 2022; Halpern et al., 2008; Lejeusne et al., 2010). Ante esta situación, es urgente reforzar las acciones de conservación para recuperar los recursos marinos y mejorar la salud de los ecosistemas. Una estrategia ampliamente reconocida para promover la conservación de los ecosistemas marinos y de los recursos que de ellos se derivan es la planificación espacial marina (PEM). Esta se basa en la protección de áreas de alto valor ecológico (Áreas Marinas Protegidas – AMP) mediante la regulación de determinadas actividades humanas que se desarrollan en ellas. No obstante, estas medidas deben equilibrarse teniendo en cuenta consideraciones sociales, económicas y culturales, lo que representa un desafío significativo para la planificación espacial marina (PEM) (Micheli et al., 2013; Van Der Biest et al., 2020).

Las AMP constituyen una herramienta clave para mitigar amenazas como la sobrepesca, la pérdida de hábitats y la contaminación (Arneth et al., 2023; Cannizzo et al., 2025; Castro-Cadenas, Claudet, et al., 2025; Espasandin et al., 2025; Kuismanen et al., 2023; Yamakita et al., 2017). En los últimos años, se han establecido compromisos internacionales para ampliar su cobertura, como la Estrategia de Biodiversidad de la UE para 2030, que propone proteger el 30% de las áreas marinas europeas, con al menos un tercio bajo protección estricta (EU Biodiversity Strategy for 2030, 2020). Esta estrategia se alinea con los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, 2022), el Acuerdo BBNJ de la ONU (2023), la Estrategia 2030 de la CGPM (FAO, 2021) y la COP23 del Convenio de Barcelona (2023). No obstante, la cobertura y regulación actual de las AMP en el Mediterráneo sigue siendo muy limitada, lo que compromete su efectividad (Aminian-Biquet et al., 2024; Castro-Cadenas, Barreiros, et al., 2025; Claudet et al., 2020).

En este contexto, el CBD lanzó en 2008 la iniciativa de Áreas Marinas Ecológica o Biológicamente Significativas (EBSAs, por sus siglas en inglés), basadas en siete criterios científicos que permiten

identificar zonas relevantes para la biodiversidad, tanto dentro como fuera de jurisdicciones nacionales (CBD, 2008; Dunn et al., 2014). Aunque las EBSAs son reconocidas como una herramienta técnica útil para la PEM, su aplicación ha sido limitada por la falta de datos cuantitativos, la escasa actualización, la ausencia de umbrales estandarizados y su débil integración en marcos legales (Corrigan et al., 2014; Kuismanen et al., 2023; Yamakita et al., 2015, 2017).

Por otro lado, la Directiva sobre Planificación Espacial Marítima (2014) estableció la obligación de aplicar un enfoque de gestión basado en el ecosistema en la PEM, y exigió a los Estados miembros de la UE que colaboraran dentro de las cuencas marinas. A pesar del respaldo legislativo de la UE y de la promoción de iniciativas transfronterizas de PEM, en línea con los esfuerzos internacionales de la ONU y otras agencias para desarrollar planes estratégicos para el uso sostenible de los recursos marinos (Kull et al., 2021; Soininen & Hassan, 2015), se han identificado varios obstáculos para una planificación espacial marítima transfronteriza efectiva (Gómez-Ballesteros et al., 2021; Van Tatenhove, 2017). Entre los principales desafíos destacan las diferencias en las estructuras administrativas y de gobernanza, que dificultan la cooperación (Kull et al., 2021). También se han señalado obstáculos relacionados con la definición de escalas geográficas, la disponibilidad y estandarización de datos espaciales sectoriales, el establecimiento de demandas espaciales futuras consensuadas y la implicación integral de todas las partes interesadas (Gómez-Ballesteros et al., 2021; Kull et al., 2021; Queirós et al., 2025; Van Tatenhove, 2017).

En regiones complejas como el Mediterráneo occidental, donde convergen múltiples presiones y jurisdicciones, es necesario adoptar enfoques más robustos y actualizados que mejoren la utilidad práctica de todas las herramientas de gestión marina (Jung et al., 2025; Katsanevakis et al., 2015). Por ello, uno de los principales retos actuales en esta región es lograr un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, considerando los efectos del cambio climático y el uso sostenible de los recursos marinos (Castro-Cadenas, Claudet, et al., 2025; Espasandin et al., 2025).

El proyecto europeo MarinePlan (https://www.marineplan.eu/) ha abordado esta problemática centrándose en tres objetivos principales, utilizando los datos más actualizados y de mayor calidad disponibles:

(1) Proponer áreas de interés para futuras actualizaciones de las EBSAs y sugerir redes de AMP a escala nacional y transfronteriza;
(2) Desarrollar escenarios de planificación que prioricen zonas de conservación en un contexto de múltiples usos humanos y cambio climático, alineados con el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal; y
(3) Ofrecer recomendaciones políticas para mejorar la implementación de una PEM transfronteriza basada en el enfoque ecosistémico en el Mediterráneo occidental.
(4) Desarrollar herramientas metodológicas estandarizadas y reproducibles que permitan aplicar de forma sistemática los procesos de PEM basados en las EBSAs, y que faciliten la reevaluación periódica de los resultados a medida que se introducen nuevos usos, cambian las condiciones del ecosistema debido al cambio global o se implementan medidas de gestión.

MÉTODOS

El mar Mediterráneo occidental abarca una superficie de aproximadamente 846.000 km² e incluye aguas de países europeos (Francia, Italia y España), así como de países del norte de África (Argelia, Marruecos y Túnez). Corresponde a la subzona 37.1 de la FAO y presenta profundidades que oscilan entre los 0 y los 3.500 metros (Figura 1).

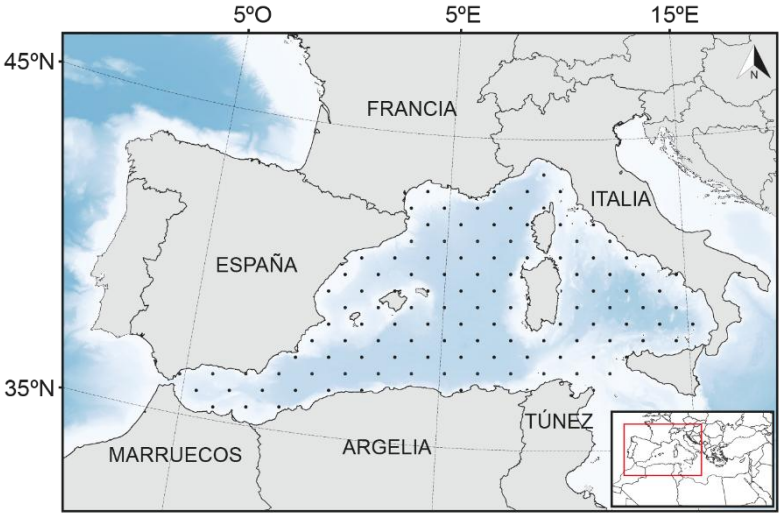


Figura 1. Mapa que ilustra los límites del área de estudio (punteado).

Para cumplir con el **primer objetivo** del proyecto MarinePlan, se identificaron capas espaciales con datos cuantitativos disponibles para cada uno de los siete criterios EBSA (Tabla 1) definidos por el CBD (2008). Además, se incorporó un octavo criterio, la estabilidad ambiental, para considerar las zonas con mayor estabilidad en relación con variables oceanográficas clave como temperatura superficial y de profundidad, productividad primaria y olas de calor (Bas et al., 2025).

Tabla 1. Identificación y definición de los siete criterios EBSA (CBD, 2008), incluyendo uno nuevo denominado criterio de estabilidad ambiental.

Criterio	Definición
Singularidad o rareza	El área contiene (i) especies, poblaciones o comunidades únicas (es decir, "las únicas de su tipo"), raras (presentes solo en unos pocos lugares) o endémicas; y/o (ii) hábitats o ecosistemas únicos, raros o distintivos; y/o (iii) características geomorfológicas u oceanográficas únicas o inusuales (Anexo I de la Decisión IX/20 de la COP 9).
Importancia especial para las etapas del	Áreas necesarias para que una población pueda sobrevivir y prosperar (Anexo I de la Decisión IX/20 de la COP 9).

ciclo de vida de las especies	
Importancia para especies amenazadas, en peligro o en declive	Área que contiene hábitats necesarios para la supervivencia y recuperación de especies amenazadas, en peligro o en declive, o que alberga conjuntos significativos de dichas especies (Anexo I de la Decisión IX/20 de la COP 9).
Vulnerabilidad, fragilidad, sensibilidad o lenta recuperación	Áreas que contienen una proporción relativamente alta de hábitats, biotopos o especies sensibles, funcionalmente frágiles (altamente susceptibles a la degradación o agotamiento por actividades humanas o eventos naturales), o con una capacidad de recuperación lenta (Anexo I de la Decisión IX/20 de la COP 9).
Productividad biológica	Área que alberga especies, poblaciones o comunidades con una productividad biológica natural comparativamente alta (Anexo I de la Decisión IX/20 de la COP 9).
Diversidad biológica	Área que presenta una diversidad comparativamente mayor de ecosistemas, hábitats, comunidades o especies, o una mayor diversidad genética (Anexo I de la Decisión IX/20 de la COP 9).
Naturalidad	Área con un grado comparativamente alto de naturalidad como resultado de la ausencia o bajo nivel de perturbación o degradación inducida por el ser humano (Anexo I de la Decisión IX/20 de la COP 9).
Estabilidad ambiental	Área donde variables ambientales como la temperatura y la productividad han permanecido estables en las últimas décadas.

El conjunto de datos fue estandarizado y se usó el cuartil superior (C4) de cada capa compuesta, representando las áreas de mayor relevancia para cada criterio. Estas capas se convirtieron en mapas binarios (1/0) para su uso en los análisis posteriores.

Se calculó el porcentaje de solapamiento espacial entre cada criterio EBSA (capas binarias) y tres conjuntos de áreas protegidas: las EBSAs actuales, las áreas protegidas existentes, incluyendo sitios Natura2000 (ZEC y ZPE), sitios Ramsar y SPAMIs; y la combinación de las áreas protegidas existentes y los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) propuestos. También se cuantificó el porcentaje de solapamiento de estos conjuntos respecto al área total del Mediterráneo occidental.

Finalmente, se identificaron áreas prioritarias para la conservación mediante un análisis de Priorización Espacial de la Conservación (SCP), utilizando el paquete prioritizr de R (Hanson et al., 2025). Se definieron objetivos de conservación para retener al menos el 10% y el 30% de las unidades de planificación por criterio EBSA. Se implementaron tres escenarios (Bas et al., 2025):

1. Escenario regional con áreas protegidas incluidas ("**AMP in**"): se fijaron las áreas protegidas existentes para identificar zonas adicionales necesarias.
2. Escenario regional sin áreas protegidas ("**AMP out**"): se exploró una solución óptima sin restricciones espaciales.
3. Escenario por país (**ZEE**): se evaluaron prioridades nacionales. Francia, Italia y España se analizaron con "AMP in"; Argelia, Marruecos y Túnez con "AMP out".

Para el **segundo objetivo** de MarinePlan, se desarrollaron dos escenarios de planificación alineados con la Estrategia de Biodiversidad de la UE para 2030 y el marco post-2020 del CDB. Los ejes principales fueron el cambio climático y las políticas internacionales. A partir de estos ejes, se seleccionaron una serie de características técnicas que definen cada escenario para la región de estudio. En este caso, se desarrollaron dos escenarios:

1. Escenario "Realista": sin considerar la conectividad ecológica entre zonas en el área de estudio, implementando una planificación en 2D, sin considerar el cambio climático, incluyendo AMPs aprobadas y permitiendo el establecimiento de AMPs de pequeño tamaño o alta fragmentación.
2. Escenario "Armonía Sostenible": considerando la conectividad en el área de estudio, implementando una planificación en 3D, considerando el cambio climático, incluyendo AMPs aprobadas y propuestas y estableciendo una menor fragmentación.

En el marco de los escenarios desarrollados, se ha implementado una planificación sistemática de la conservación en 2D y 3D. Esta última amplía el enfoque tradicional al incorporar la dimensión vertical de la columna de agua mediante el paquete de R prior3D (Doxa et al., 2022). El proceso comienza en el nivel más profundo y avanza hacia la superficie, realizando una priorización paso a paso en cada capa. El resultado de cada nivel se utiliza como capa de coste para el siguiente, dando prioridad a las áreas seleccionadas en aguas profundas en los niveles superiores y generando una estructura de priorización en cascada.

Para ambos escenarios de planificación se seleccionaron las capas de biomasa correspondientes al año 2015 de las siguientes especies de interés comercial y/o de conservación (Coll et al., 2024): anchoa (*Engraulis encrasicolus*), sardina (*Sardina pilchardus*), merluza (*Merluccius merluccius*), varias especies de peces planos (*Lepidorhombus boscii*, *Scophthalmus maximus* y *Solea solea*), gamba roja (*Parapenaeus longirostris*), cigala (*Nephrops norvegicus*), atún (*Thunnus thynnus*), pez espada (*Xiphias gladius*), tiburones pelágicos (*Carcharodon carcharias* y *Prionace glauca*) y meros (*Epinephelus aeneus* y *Epinephelus costae*).

Para abordar el **tercer objetivo** del proyecto, se realizaron entrevistas a las autoridades competentes en materia de PEM y AMP, así como a representantes de ONG previamente identificados con el fin de obtener la visión y opinión de estos actores. Estas entrevistas se complementaron con un análisis documental disponible sobre la PEM y los procesos de designación de AMP. A partir de este análisis, se identificaron barreras y se propusieron recomendaciones para mejorar la implementación de una PEM transfronteriza en el área de estudio. Estas propuestas fueron validadas mediante una encuesta en línea dirigida a los actores involucrados.

RESULTADOS

Análisis de las EBSAs actuales y propuestas de redefinición

Previo al análisis de las EBSA actuales y la elaboración de propuestas de redefinición, se caracterizaron las zonas de mayor relevancia para cada uno de los criterios EBSA. Las zonas de mayor relevancia para el criterio de singularidad o rareza (Fig. 2A) abarcaron casi la mitad del

Mediterráneo occidental, sobre todo en el sur, tanto en zonas costeras como marinas. El criterio de importancia para etapas del ciclo de vida (Fig. 2B) se concentró en aguas del norte y zonas costeras. Por otro lado, el criterio de importancia para especies/hábitats amenazados (Fig. 2C) fue el menos representado, limitado a algunas áreas costeras cerca de Baleares e Italia. Los criterios de vulnerabilidad y diversidad biológica (Figs. 2D y 2F) se distribuyeron principalmente en aguas costeras. El criterio de productividad biológica (Fig. 2E) se concentró en el suroeste de la región y el de naturalidad (Fig. 2G) predominó en aguas profundas y alejadas de la costa. Por último, el criterio de estabilidad ambiental (Fig. 2H) estuvo presente en toda la zona de estudio, especialmente en el sur y mar abierto.

El grado de solapamiento entre las zonas más relevantes en relación con los criterios EBSA y las EBSAs actuales, las áreas protegidas existentes y las propuestas LIC varió notablemente según el criterio EBSA. El criterio de singularidad o rareza fue el más representado (entre 57 y 64%) en todas las categorías, mientras que los de especies/hábitats amenazados y productividad biológica fueron los menos representados (entre 2 y 8%). Los criterios de vulnerabilidad y diversidad biológica mostraron una representación intermedia (entre 30 y 41%).

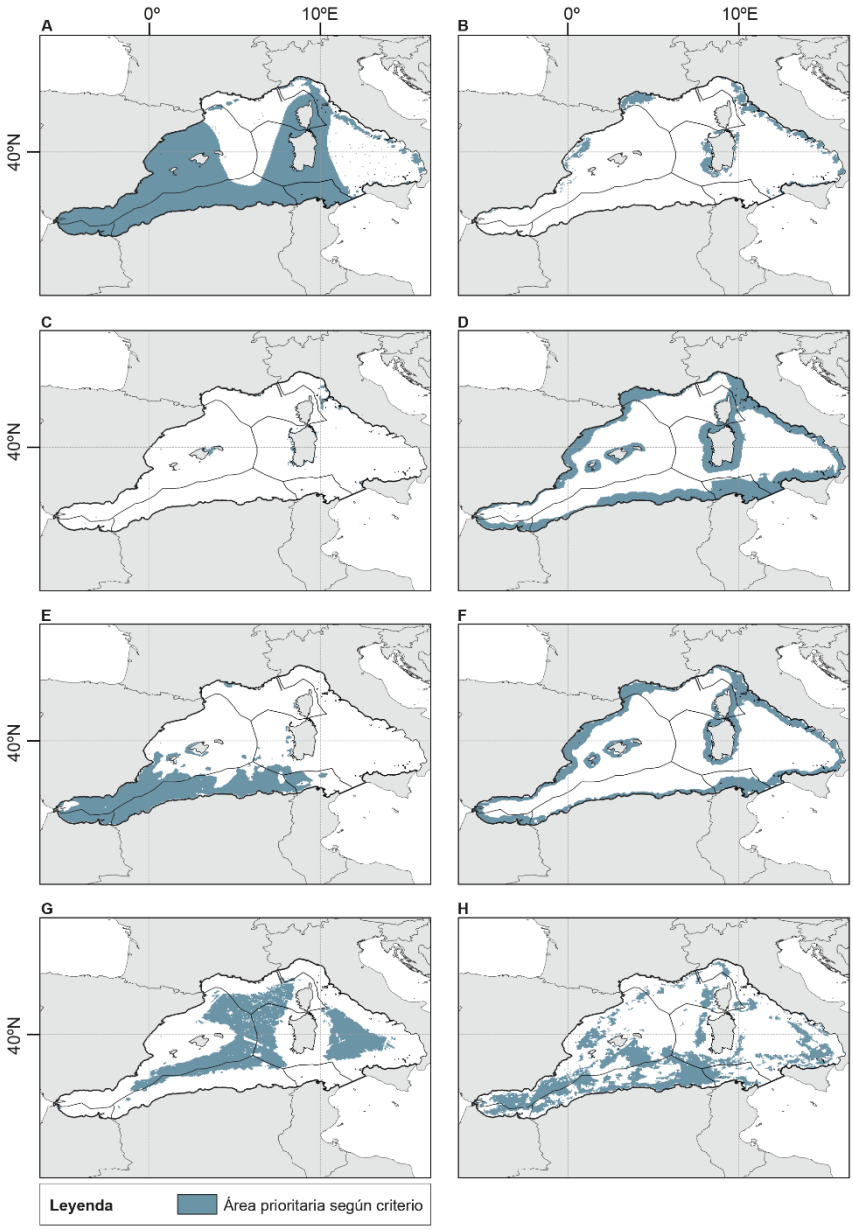


Figura 2. Distribución de las áreas principales para cada criterio EBSA en color verde: (A) Singularidad o rareza; (B) Importancia especial para etapas del ciclo de vida de las especies; (C) Importancia para especies y/o hábitats amenazados, en peligro o en declive; (D) Vulnerabilidad, fragilidad, sensibilidad o lenta recuperación; (E) Productividad biológica; (F) Diversidad biológica; (G) Naturalidad; y (H) Estabilidad ambiental.

Escenarios futuros de planificación espacial

En el escenario "AMP in", las nuevas áreas priorizadas en base a los criterios EBSA se ubicaron principalmente en el suroeste del Mediterráneo Occidental (Fig. 3A(a)). En el escenario "AMP out", las áreas seleccionadas se situaron al sureste, abarcando gran parte del Mediterráneo occidental marino y excluyendo el norte, salvo la costa noreste de Córcega (Fig. 3A(b)). Por países, en Italia y España las áreas priorizadas se localizaron en zonas marinas, sumándose a las áreas protegidas y LICs propuestas (Fig. 3B(a) y 3B(c)). En Francia no se añadieron nuevas áreas, ya que los objetivos de conservación ya estaban cubiertos (Fig. 3B(b)). En el sur, las áreas priorizadas se situaron en el oeste de la ZEE de Marruecos (Fig. 3C(a)), en el este de la ZEE de Argelia (Fig. 3C(b)) y en el centro y oeste de la ZEE de Túnez (Fig. 3C(c)).

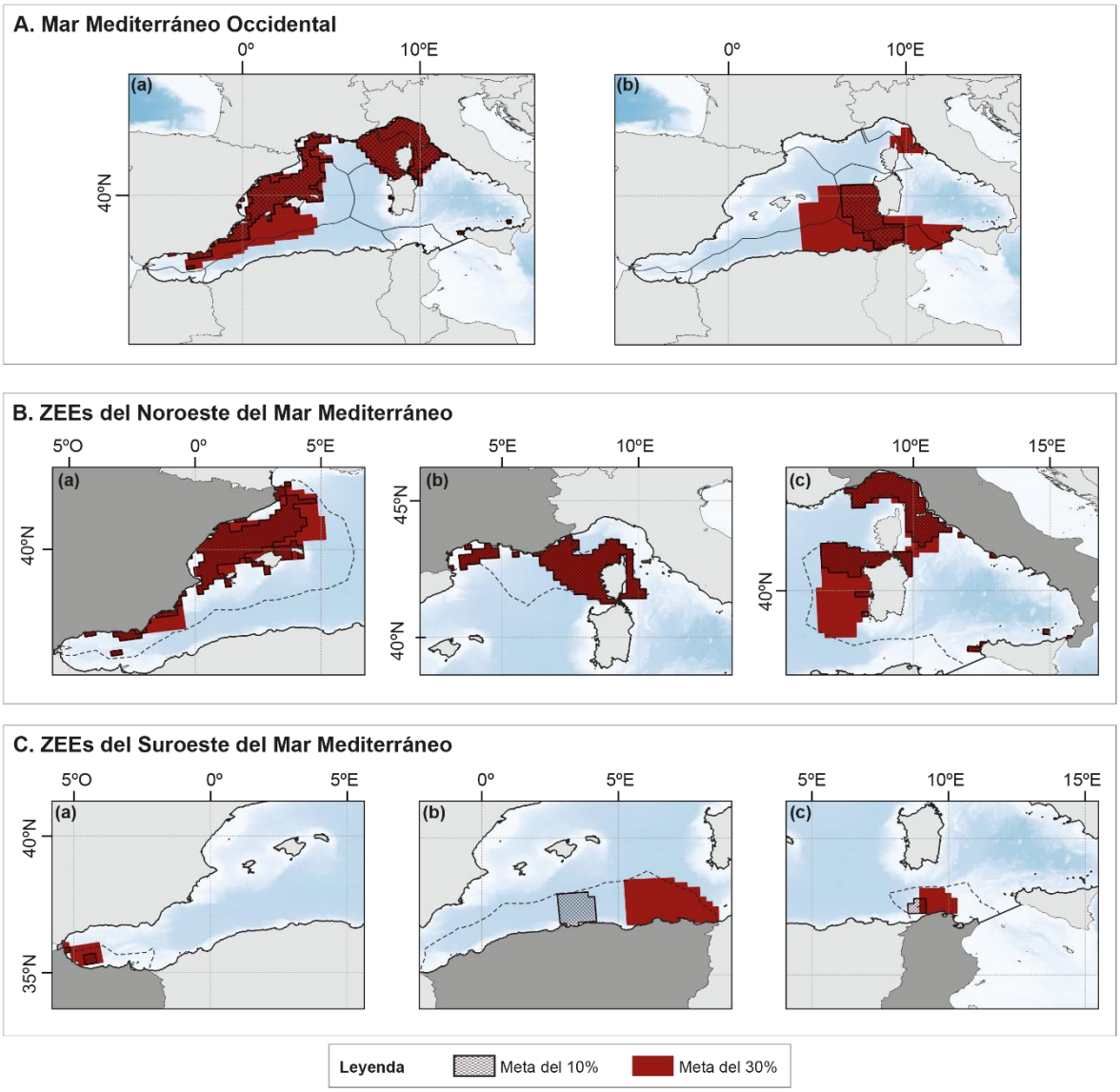


Figura 3. Mapas de áreas priorizadas según distintos escenarios: (A) Mediterráneo occidental con escenarios "AMP in" (a) y "AMP out" (b); (B) Zonas económicas exclusivas (ZEEs) del noroeste del Mediterráneo con "AMP in" para (a) España, (b) Francia y (c) Italia; (C) Zonas económicas exclusivas (ZEEs) del suroeste del Mediterráneo con "AMP out" para (a) Marruecos, (b) Argelia y (c) Túnez. Se muestran dos objetivos de conservación: 10% (rayado negro) y 30% (rojo).

Por otro lado, al analizar los distintos escenarios del segundo objetivo, se observa que cuando el objetivo de priorización es del 10% y del 30% del área total de estudio (Fig. 4), las nuevas zonas seleccionadas se sitúan principalmente al sur de la cuenca del Mediterráneo occidental y al sur de las Islas Baleares. La mayor parte de las áreas priorizadas se localizan cerca del Estrecho de Gibraltar. Además, en el escenario de "Armonía Sostenible", al incorporar el cambio climático, se priorizan más zonas en la mitad sur-central y en el suroeste de la región del Mediterráneo occidental (Fig. 4B).

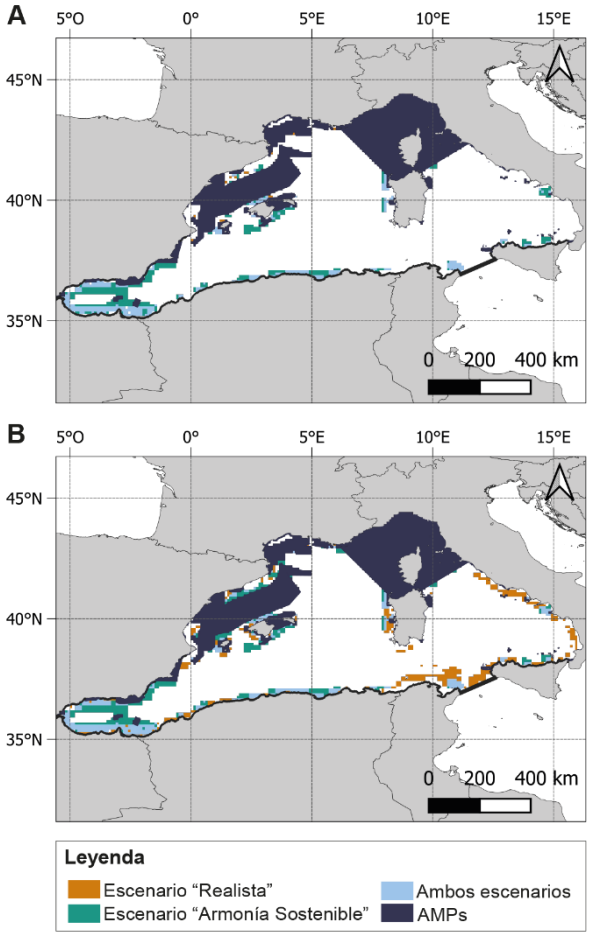


Figura 4. Mapas de áreas priorizadas según distintos escenarios: (A) 10 % del área priorizada; (B) 30 % del área priorizada. Los colores indican: naranja, las áreas seleccionadas únicamente en el

escenario “Realista”; verde, en el escenario de “Armonía sostenible”; azul claro, en ambos escenarios; y azul oscuro, áreas marinas protegidas incluidas en la priorización.

Recomendaciones políticas para mejorar la implementación de una PEM transfronteriza

A través del análisis institucional y de la normativa, complementada con entrevistas y una encuesta a actores marinos clave, se recopiló información detallada sobre las barreras y los factores facilitadores de la gobernanza marina adaptativa en la región (objetivo 3). Actualmente, la PEM sigue siendo una herramienta aplicada principalmente desde una perspectiva nacional, sin reconocer plenamente el Mediterráneo occidental como un ecosistema compartido. Esta planificación aislada incrementa el riesgo de desajustes o conflictos no intencionados, lo que resalta la importancia de fomentar la cooperación transfronteriza y la alineación entre los planes nacionales. Facilitar una integración genuina entre los países de la región es esencial para una gestión más coherente de los espacios y recursos marinos compartidos. En la Tabla 2 se resumen las principales barreras identificadas y las recomendaciones asociadas.

Tabla 2. Barreras identificadas y recomendaciones propuestas para mejorar la implementación de una PEM transfronteriza basada en el enfoque ecosistémico en el Mediterráneo occidental.

Barrera 1	**Desconexión entre la PEM y la designación de AMP a nivel nacional**
Recomendación	Elaborar hojas de ruta para la PEM y las AMP que guíen la alineación entre ambos procesos, reforzando su implementación a nivel nacional mediante una gobernanza robusta, conocimiento científico y participación de los actores clave. Además, establecer un marco común de recogida de datos a escala regional, promoviendo metodologías estandarizadas para la designación de PEM y AMP.
Barrera 2	**Cooperación transfronteriza limitada para identificar prioridades y establecer objetivos específicos para el Mediterráneo occidental**
Recomendación	Establecer una estrategia estructurada de cooperación transfronteriza en PEM, apoyada por instituciones regionales clave (como la Iniciativa WestMED o el Grupo de Trabajo sobre PEM de UNEP-MAP) y todos los países de la cuenca, en el contexto de las iniciativas de economía azul ya existentes. Este marco podría facilitar espacios de trabajo conjuntos, el desarrollo de herramientas útiles de planificación y la promoción de presupuestos específicos y adecuados.
Barrera 3	**Participación desigual de los actores en la PEM en la región, con algunos sectores poco involucrados en el proceso**
Recomendación	Mejorar la confianza de los actores mediante una participación temprana, inclusiva y transparente. Se recomienda crear comités de dirección formalizados que incluyan representantes sectoriales, con facilitadores asignados para trabajar con los actores menos experimentados. Cada comité debería estar vinculado al diálogo transfronterizo.
Barrera 4	**Fatiga de los actores debido a que las expectativas sobre su rol y contribución superan la capacidad de sus recursos disponibles**
Recomendación	Reforzar la colaboración entre gobiernos y actores para mejorar la eficiencia y maximizar el impacto de las políticas. Fomentar coaliciones

	estratégicas de actores podría conducir a responsabilidades y recursos compartidos, reduciendo así la fatiga. Esto debería apoyarse en estructuras regionales existentes, como el centro de actividades regionales PAP/RAC.
Barrera 5	**Capacidad política limitada o falta de compromiso para desarrollar una gobernanza marina adaptativa**
Recomendación	Movilizar el apoyo público y alinear los incentivos políticos con políticas marinas sostenibles. Esto puede lograrse identificando figuras políticas que actúen como referentes para el medio marino. Los líderes deberían desarrollar nuevas redes de colaboración transfronteriza, así como hojas de ruta de adaptación que ayuden a alinear las políticas nacionales con iniciativas transfronterizas, como la GFCM. Además, los responsables políticos deberían identificar objetivos estratégicos específicos para la región que impulsen los procesos de PEM y AMP transfronterizos.

CONCLUSIONES

Las herramientas metodológicas desarrolladas en este trabajo permiten aplicar de forma sistemática y reproducible los procesos de priorización y planificación espacial marina, facilitando además su reevaluación en contextos dinámicos de uso y cambio ecosistémico. Nuestros resultados destacan la importancia de utilizar datos cuantitativos de alta calidad para mejorar la priorización de áreas protegidas que cumplan múltiples criterios. Subrayan la necesidad de llevar a cabo una colaboración transfronteriza para la identificación de áreas prioritarias y evidencian las limitaciones de los enfoques basados únicamente en perspectivas nacionales. Desde el punto de vista de los actores implicados, nuestros hallazgos enfatizan la necesidad de una gestión a escala regional, con recomendaciones específicas arriba mencionadas. Este trabajo contribuye a construir una base científica más sólida para la toma de decisiones en la PEM transfronteriza, apoyando tanto los objetivos de conservación como el uso sostenible de los recursos marinos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida a través de (GA) 101059407 de la UE (proyecto MarinePlan), GA 101059877 de la UE (proyecto GES4SEAS) y GA 101060072 de la UE (proyecto ACTNOW). Los autores también agradecen el apoyo institucional de la acreditación “Centro de Excelencia Severo Ochoa” (subvención CEX2024-001494-S) financiada por la AEI 10.13039/501100011033. Esta investigación forma parte, además, del grupo de investigación Integrated Marine Ecosystem Assessments (iMARES), financiado por la Agència de Gestió d’Ajuts Universitaris i de Recerca (Generalitat de Catalunya), subvención n.º 2021SGR00435.

REFERENCIAS

23rd Meeting of the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean and Its Protocols, UNEP/MED IG.26/22 (2023).

Aminian-Biquet, J., Gorjanc, S., Sletten, J., Vincent, T., Laznya, A., Vaidianu, N., Claudet, J., Young, J., & Horta E Costa, B. (2024). Over 80% of the European Union's marine protected area only marginally regulates human activities. *One Earth*, *7*(9), 1614–1629. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.07.010

Arneth, A., Leadley, P., Claudet, J., Coll, M., Rondinini, C., Rounsevell, M. D. A., Shin, Y., Alexander, P., & Fuchs, R. (2023). Making protected areas effective for biodiversity, climate and food. *Global Change Biology*, *29*(14), 3883–3894. https://doi.org/10.1111/gcb.16664

Bas, M., Ortega-Cerda, M., Ramírez, F., Steenbeek, J., & Coll, M. (2025). A new Western Mediterranean Sea EBSAs proposal based on quantitative information of key criteria. *Marine Policy*, Submitted.

Bianchi, C. N., & Morri, C. (2000). Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research. *Marine Pollution Bulletin*, *40*(5), 367–376. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00027-8

Cannizzo, Z. J., Hunter, K. L., Hutto, S., Selgrath, J. C., & Wenzel, L. (2025). Future-proofing the global system of marine protected areas: Integrating climate change into planning and management. *Marine Policy*, *171*, 106420. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106420

Castro-Cadenas, M. D., Barreiros, M., Bas, M., Ortega, M., Claudet, J., Coll, M., & Sbragaglia, V. (2025). Fishing activities within Spanish marine protected areas in the Mediterranean Sea. *Marine Policy*, *177*, 106686. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106686

Castro-Cadenas, M. D., Claudet, J., Ortega-Cerda, M., Sbragaglia, V., & Coll, M. (2025). Ecological and socioeconomic outcomes of area-based conservation and sustainable fisheries management in the Mediterranean Sea. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, Submitted.

CBD. (2008). *Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its Proceedings of the ninth meeting. UNEP/CBD/COP/DEC/ IX/20 9 October 2008*.

Claudet, J., Loiseau, C., Sostres, M., & Zupan, M. (2020). Underprotected Marine Protected Areas in a Global Biodiversity Hotspot. *One Earth*, *2*(4), 380–384. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.03.008

Coll, M., Lynam, C. P., Corrales, X., Espasandin, L., Ortega, M., Puntila-Dodd, R., Steenbeek, J., Szalaj, D., Tomczak, M., Butenschon, M., Andonegi, E., Castro, M. D., Heye, S., Kristiansen, T., van Duren, L., Vilmin, V., & Peck, M. (2024). *Mechanistic projections for changing species and ecosystems: Preliminary projections and report* [FutureMARES Deliverable Report].

Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Ben Rais Lasram, F., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C. N., Corbera, J., Dailianis, T., Danovaro, R., Estrada, M., Froglia, C., Galil, B. S., Gasol, J. M., Gertwagen, R., Gil, J., Guilhaumon, F., Kesner-Reyes, K., … Voultsiadou, E. (2010). The

Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. *PLoS ONE*, *5*(8), e11842. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842

Corrigan, C. M., Ardron, J. A., Comeros-Raynal, M. T., Hoyt, E., Notarbartolo Di Sciara, G., & Carpenter, K. E. (2014). Developing important marine mammal area criteria: Learning from ecologically or biologically significant areas and key biodiversity areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *24*(S2), 166–183. https://doi.org/10.1002/aqc.2513

Decision Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity - 15/4. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework., CBD/COP/DEC/15/4 (2022). https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf

Doxa, A., Almpanidou, V., Katsanevakis, S., Queirós, A. M., Kaschner, K., Garilao, C., Kesner-Reyes, K., & Mazaris, A. D. (2022). 4D marine conservation networks: Combining 3D prioritization of present and future biodiversity with climatic refugia. *Global Change Biology*, *28*(15), 4577–4588. https://doi.org/10.1111/gcb.16268

Dunn, D. C., Ardron, J., Bax, N., Bernal, P., Cleary, J., Cresswell, I., Donnelly, B., Dunstan, P., Gjerde, K., Johnson, D., Kaschner, K., Lascelles, B., Rice, J., Von Nordheim, H., Wood, L., & Halpin, P. N. (2014). The Convention on Biological Diversity's Ecologically or Biologically Significant Areas: Origins, development, and current status. *Marine Policy*, *49*, 137–145. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.12.002

Espasandin, L., Castro-Cadenas, M. D., Ramírez, F., Calò, A., Di Franco, A., Desiderà, E., Fernández-Corredor, E., Bueno-Pardo, J., Ojea, E., Giménez, J., Bas, M., Albo-Puigserver, M., Ortega, M., Guidetti, P., Sbragaglia, V., & Coll, Marta. (2025). Spatial evaluation of Nature-Based Solutions as tools for mitigating climatic and anthropogenic risk on key Mediterranean fish species. *Global Change Biology*, In preparation.

EU Biodiversity Strategy for 2030, Pub. L. No. COM(2020) 380 final (2020). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52020DC0380

FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*. FAO. https://doi.org/10.4060/cc0461en

GFCM 2030 Strategy for sustainable fisheries and aquaculture in the Mediterranean and the Black Sea. (2021). FAO. https://doi.org/10.4060/cb7562en

Gómez-Ballesteros, M., Cervera - Núñez, C., Campillos-Llanos, M., Quintela, A., Sousa, L., Marques, M., Alves, F. L., Murciano, C., Alloncle, N., Sala, P., Lloret, A., Simão, A. P., Costa, A. C., Carval, D., Bailly, D., Nys, C., Sybill, H., & Dilasser, J. (2021). Transboundary cooperation and mechanisms for Maritime Spatial Planning implementation. SIMNORAT project. *Marine Policy*, *127*, 104434. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104434

Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J. F., Casey, K. S., Ebert, C., Fox, H. E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H. S., Madin, E. M. P., Perry, M. T., Selig, E. R., Spalding, M., Steneck, R., & Watson, R. (2008). A Global Map of Human Impact

on Marine Ecosystems. *Science*, *319*(5865), Article 5865. https://doi.org/10.1126/science.1149345

Hanson, J. O., Schuster, R., Strimas-Mackey, M., Morrell, N., Edwards, B. P. M., Arcese, P., Bennett, J. R., & Possingham, H. P. (2025). Systematic conservation prioritization with the prioritizr R package. *Conservation Biology*, *39*(1), e14376. https://doi.org/10.1111/cobi.14376

Jung, M., Coll, M., Metaxas, A., Thomas, S. M., Tsuchiya, K., Oliveira, B., Popp, A., & Rounsevell, M. (2025). Expansion of conservation areas should be informed by sectoral interlinkages. *Trends in Ecology & Evolution*, Accepted.

Katsanevakis, S., Levin, N., Coll, M., Giakoumi, S., Shkedi, D., Mackelworth, P., Levy, R., Velegrakis, A., Koutsoubas, D., Caric, H., Brokovich, E., Öztürk, B., & Kark, S. (2015). Marine conservation challenges in an era of economic crisis and geopolitical instability: The case of the Mediterranean Sea. *Marine Policy*, *51*, 31–39. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.07.013

Kuismanen, L. M. J., Virtanen, E. A., Lappalainen, J., Kurvinen, L., Blankett, P., & Viitasalo, M. (2023). Identifying ecologically valuable marine areas to support conservation and spatial planning at scales relevant for decision making. *Marine Policy*, *158*, 105890. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105890

Kull, M., Moodie, J. R., Thomas, H. L., Mendez-Roldan, S., Giacometti, A., Morf, A., & Isaksson, I. (2021). International good practices for facilitating transboundary collaboration in Marine Spatial Planning. *Marine Policy*, *132*, 103492. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.03.005

Lejeusne, C., Chevaldonné, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C. F., & Pérez, T. (2010). Climate change effects on a miniature ocean: The highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology & Evolution*, *25*(4), 250–260. https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.009

Micheli, F., Levin, N., Giakoumi, S., Katsanevakis, S., Abdulla, A., Coll, M., Fraschetti, S., Kark, S., Koutsoubas, D., Mackelworth, P., Maiorano, L., & Possingham, H. P. (2013). Setting Priorities for Regional Conservation Planning in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE*, *8*(4), e59038. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059038

Queirós, A. M., Ten Brink, T., Bas, M., Sweeting, C. J., McGuinness, S., Edwards, H., Talbot, E., Sørdahl, P. B., Lønborg, C., R. Deecker-Simon, S., Elliott, M., Sardá, R., Fernades-Salvador, J. A., Pretty, C., Varjopuro, R., Virtanen, E. A., Gissi, E., Yates, K., Morf, A., … Nic Aonghusa, C. (2025). The opportunity for climate action through climate-smart Marine Spatial Planning. *Npj Ocean Sustainability*, *4*(1), 26. https://doi.org/10.1038/s44183-025-00129-2

Soininen, N., & Hassan, D. (2015). Marine spatial planning as an instrument of sustainable ocean governance. In *Transboundary Marine Spatial Planning and International Law* (1st Edition). Routledge.

Van Der Biest, K., Meire, P., Schellekens, T., D'hondt, B., Bonte, D., Vanagt, T., & Ysebaert, T. (2020). Aligning biodiversity conservation and ecosystem services in spatial planning: Focus on ecosystem processes. *Science of The Total Environment*, *712*, 136350. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136350

Van Tatenhove, J. P. M. (2017). Transboundary marine spatial planning: A reflexive marine governance experiment? *Journal of Environmental Policy & Planning*, *19*(6), 783–794. https://doi.org/10.1080/1523908X.2017.1292120

Yamakita, T., Sudo, K., Jintsu-Uchifune, Y., Yamamoto, H., & Shirayama, Y. (2017). Identification of important marine areas using ecologically or biologically significant areas (EBSAs) criteria in the East to Southeast Asia region and comparison with existing registered areas for the purpose of conservation. *Marine Policy*, *81*, 273–284. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.040

Yamakita, T., Yamamoto, H., Nakaoka, M., Yamano, H., Fujikura, K., Hidaka, K., Hirota, Y., Ichikawa, T., Kakehi, S., Kameda, T., Kitajima, S., Kogure, K., Komatsu, T., Kumagai, N. H., Miyamoto, H., Miyashita, K., Morimoto, H., Nakajima, R., Nishida, S., … Shirayama, Y. (2015). Identification of important marine areas around the Japanese Archipelago: Establishment of a protocol for evaluating a broad area using ecologically and biologically significant areas selection criteria. *Marine Policy*, *51*, 136–147. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.07.009

Adaptación al cambio climático en la costa Mediterránea

Miquel Ortega, Lucía Espasandín, Marta Coll

Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC), Departament de Recursos Marins Renovables, Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49, 08003, Barcelona, España.

El cambio climático está transformando profundamente las condiciones en las que se desarrolla la pesca en el Mediterráneo, interactuando con el sector pesquero a través de múltiples vías: desde la alteración del ecosistema marino y sus recursos hasta la modificación de las condiciones laborales de los pescadores y la aparición de nuevas actividades en el entorno marino. En el estudio realizado se pretende proporcionar la información necesaria para facilitar la adopción de medidas efectivas de adaptación a los efectos del cambio climático. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica de estudios en el mar Mediterráneo occidental, con el fin de ilustrar, mediante ejemplos concretos, tanto los efectos actuales como los posibles efectos futuros del cambio climático en la región. El siguiente paso es identificar cuáles de estos efectos son percibidos como más relevantes por los distintos actores implicados, especialmente por el propio sector pesquero. Aunque los efectos del cambio climático suelen ocurrir de forma simultánea, es fundamental establecer un orden de prioridad para poder orientar las acciones de adaptación. La idea es enfocar los esfuerzos en aquellas medidas que sean tanto más pertinentes como viables, según la percepción compartida de los actores involucrados. Durante esta sesión, tras una breve introducción, se invitará a los asistentes a priorizar en términos de relevancia para el sector pesquero los distintos factores de cambio, y se analizarán de forma conjunta los resultados obtenidos.

1. Introducción

El cambio climático ya está afectando al mar Mediterráneo, modificando sus características físico-químicas (la temperatura, las corrientes, el oxígeno, el pH,...) y biológicas (la producción primaria, la distribución de las especies y las redes tróficas, el tamaño de los peces,...). Se prevé que este cambio se acelere en los próximos años.

En cuanto al calentamiento del mar, los datos de temperatura del agua del mar en la estación de L'Estartit, donde disponemos de las series históricas más largas, muestran una tendencia media de calentamiento del agua superficial de 0,35 °C por década (Ilustración 1). No obstante, los picos de calor estivales recientes en el mar catalán han llegado hasta 2,5 °C por encima de las medias a largo plazo (ICM, 2024; Bahamon, 2020) (Ilustración 2). En 2024, la temperatura media anual del agua superficial del mar fue de 18,2 ºC, una anomalía de +1,3 ºC respecto a la media 1981-2010.

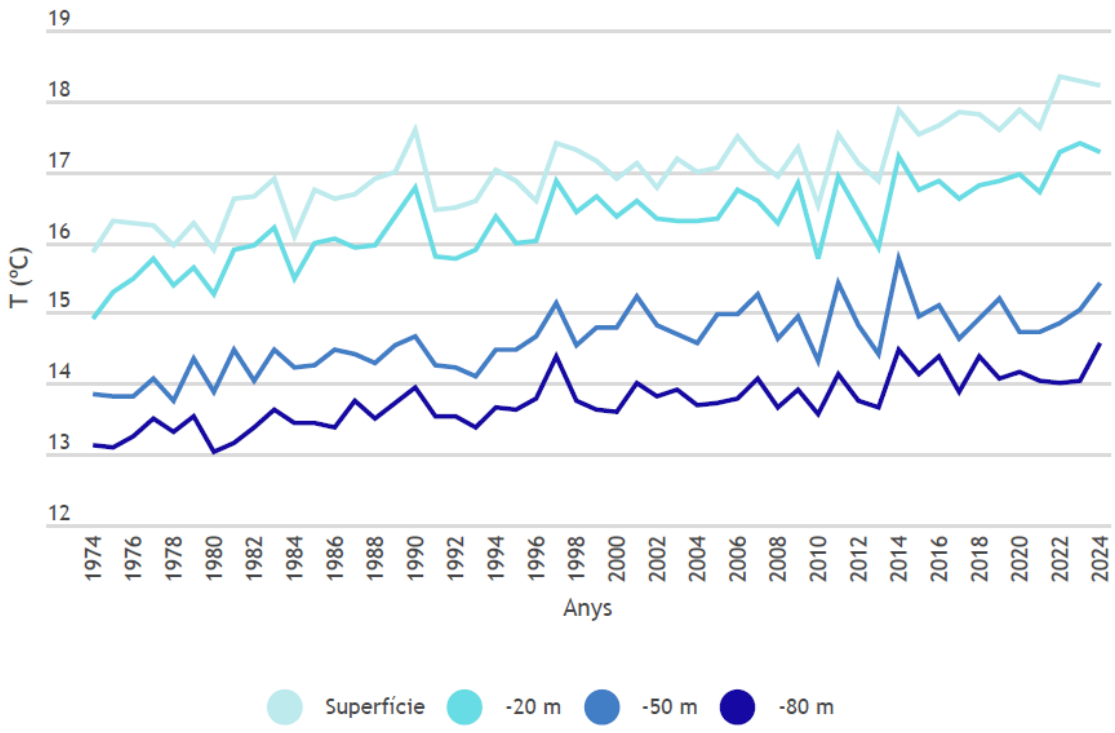


Ilustración 1. Evolución de la temperatura media anual del agua del mar en L'Estartit a diferentes profundidades para el período 1974-2024. (Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña, 2025).

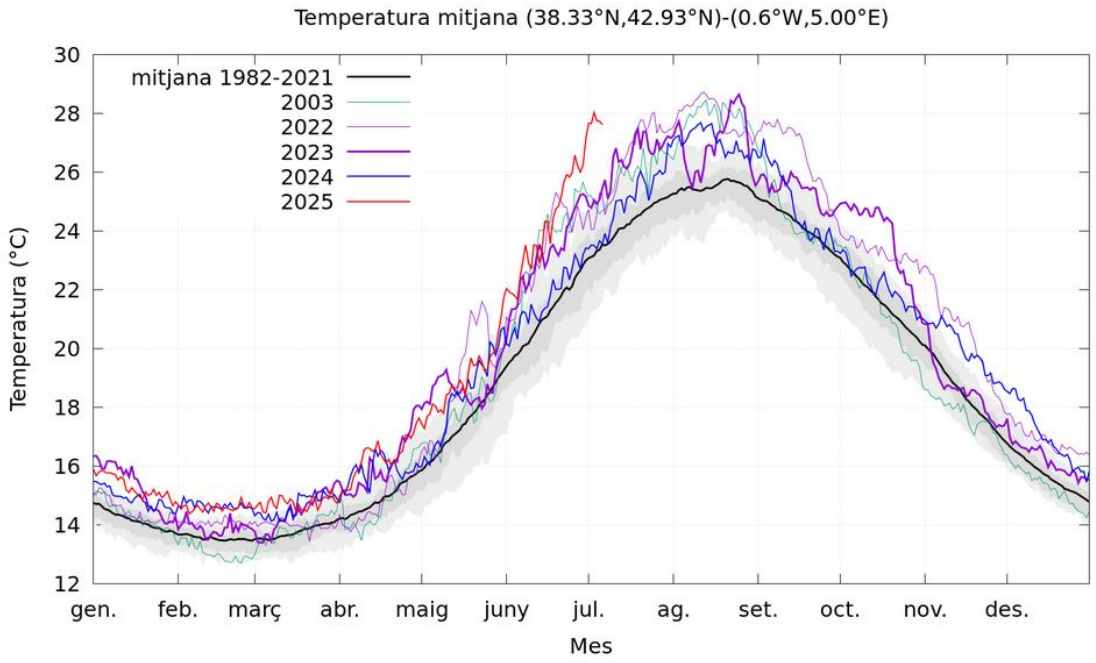


Ilustración 2. Evolución de la media diaria de la temperatura superficial en el mar catalán. Fuente: ICATMAR.

Asimismo, se está detectando un incremento en la salinidad en algunas capas de agua, especialmente en las capas medias y profundas (por debajo de 150 metros), probablemente debido a las menores precipitaciones, la disminución de los aportes de agua dulce de los ríos y el incremento en la evaporación. Este proceso va acompañado de una creciente estratificación de las aguas, hecho que puede afectar de manera relevante a la producción y características del fitoplancton y zooplancton (Calvo et al., 2011), y favorece el decrecimiento en la presencia de clorofila en la región, que se ha estimado entre un 10 y un 40% en los últimos veinte años (Crespin et al., 2025).

Otros fenómenos meteorológicos relevantes, como por ejemplo la disminución de días de tramontana, presentan una tendencia clara en los últimos veinte años, pero la serie temporal aún no es lo suficientemente larga para poder afirmar que está asociada al cambio climático (Corral y Buela, 2024).

En cuanto a los días de calor, el verano es el período del año que más está experimentando el incremento térmico, con una tendencia de aumento en el máximo diario, desde 1950 en las zonas litorales, de alrededor de +0,2 ºC/década. También han aumentado las horas de insolación. La insolación media en Cataluña se ha incrementado en aproximadamente 257 horas respecto a mediados del siglo XX, a un ritmo de +1,46 %/década. Finalmente, cabe señalar que los extremos cálidos de temperatura, por ejemplo, el número de días por encima de 30 grados, presentan una tendencia evidente al alza, con valores en torno a 5 días por década.

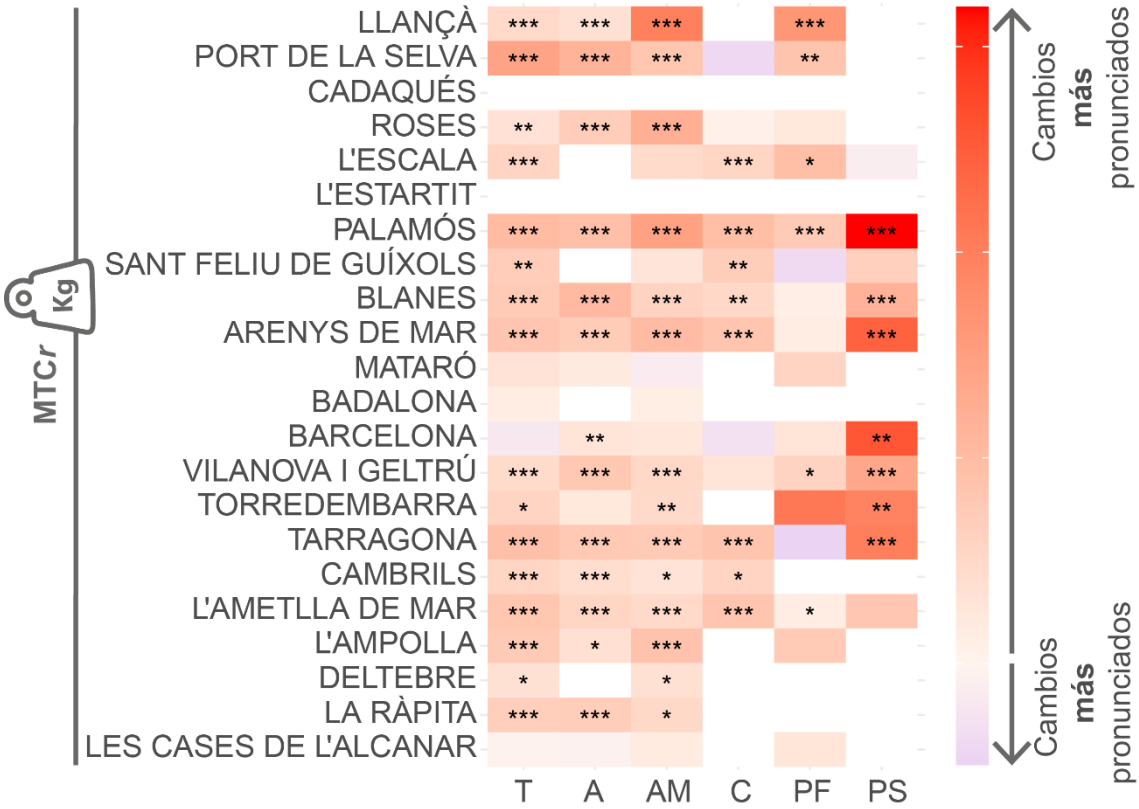
En cuanto a los vientos, no se pueden extraer conclusiones claras y robustas con relación a la evolución anual del número de días de los diferentes patrones sinópticos en Cataluña durante el período 1979-2024, dado que solo se obtiene una tendencia anual con significación estadística para un nivel de confianza del 95% en dos casos: una ligera disminución de las situaciones anticiclónicas en otoño y un ligero aumento en abril (Servicio Meteorológico de Cataluña, 2025).

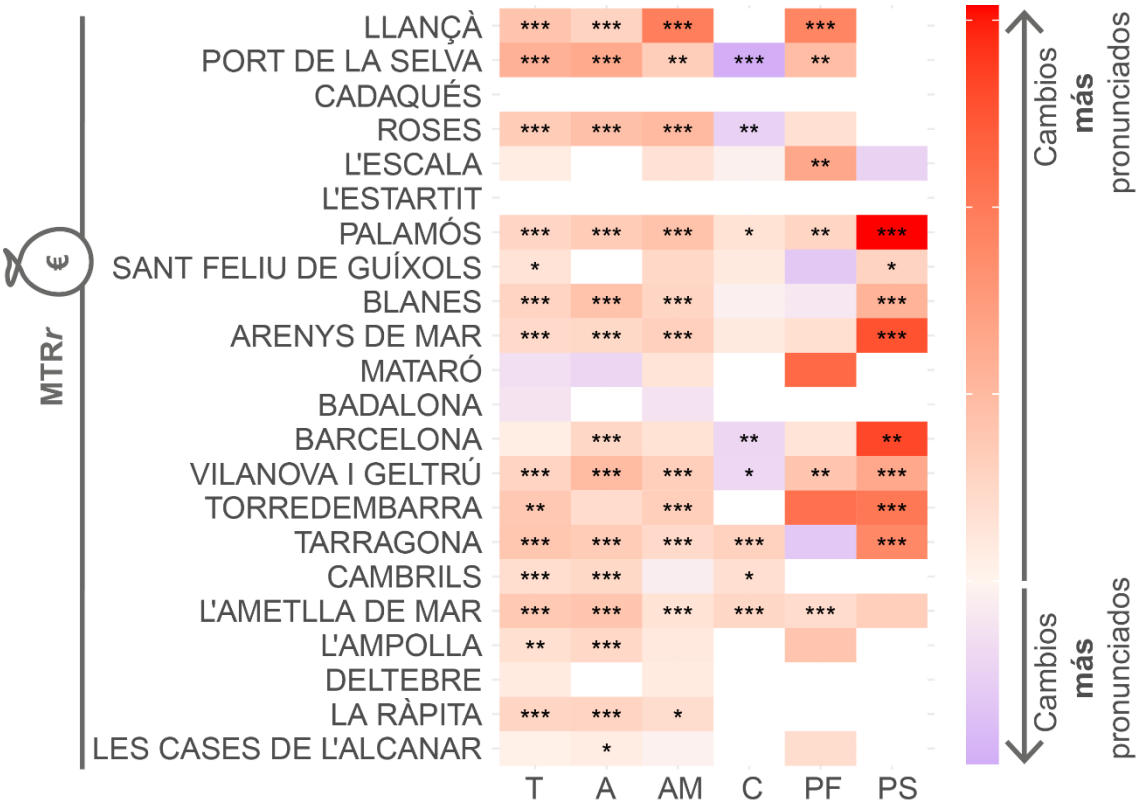
En lo referente a los temporales, hasta el momento en L'Estartit, donde se dispone de datos históricos más largos sobre la evolución del número de temporales de mar desde 1966, se aprecia una tendencia al aumento de +0,4 temporales por década, pero sin significación estadística. En cuanto a la altura máxima de las olas del temporal más fuerte, también presenta un pequeño incremento para el período 1977-2024, pero de nuevo sin significación estadística (Servicio Meteorológico de Cataluña, 2025).

Finalmente, también se está experimentando una creciente acidificación de las aguas marinas. Por ejemplo, datos recientes de la bahía de Blanes y de L'Estartit indican disminuciones significativas del pH, un fenómeno que sigue una tendencia similar a los cambios observados en otras regiones oceánicas a escala global (ICM, 2024).

El sector pesquero es uno de los sectores de la economía azul más vulnerables a los cambios que se producen en el medio marino. En Cataluña, se han identificado cambios en la composición de las capturas —y en los ingresos asociados— que pueden relacionarse directamente con los factores climáticos (Espasandín et al., 2025). La variación puede monitorizarse, por ejemplo, a través de dos indicadores (MTCr y MTRr), que indican el cambio en la temperatura media de confort de las especies capturadas en los últimos 25 años (2000-2024), tanto si lo evaluamos en toneladas (MTCr) como en euros (MTRr). Ambos indicadores apuntan a que, con el tiempo, las

especies que tienen preferencia por temperaturas más cálidas desempeñan un papel más importante en las capturas y en los ingresos, mientras que las especies con preferencia por temperaturas más frías contribuyen cada vez menos. También se observa variabilidad en función de la lonja y la modalidad de pesca analizada, siendo el palangre de superficie la modalidad de pesca en la cual este cambio es más evidente (Espasandín et al., 2025).





Nota: Los colores más intensos señalan cambios más significativos; el color rojo indica cambios hacia temperaturas medias más altas, mientras que el azul indica temperaturas medias más bajas. Los valores con significancia estadística se señalan con asteriscos (***p < 0,001; **p < 0,01; *p < 0,05). C: capturas de la flota de cerco, PS: palangre de superficie, A: arrastre, PF: palangre de fondo, AM: artes menores. T integra todas las capturas de la lonja correspondiente.

Las modificaciones en la composición de las capturas pueden deberse a múltiples efectos que se producen de manera simultánea, como el desplazamiento de las especies en busca de condiciones más óptimas o la degradación del hábitat de las especies objetivo, entre otros. Ante este escenario, resulta esencial analizar con diferentes metodologías los diversos cambios que se están produciendo y acercar el conocimiento científico disponible a todos los actores que conforman el sector pesquero.

El informe realizado, y que es resumido gráficamente en el siguiente apartado, identifica los principales efectos del cambio climático sobre el sector pesquero, tanto aquellos que ya se han detectado como los que se prevé que ocurran en un futuro. Los efectos seleccionados y enumerados en el gráfico se basan en información fundamentada en el mejor conocimiento científico disponible en la región. De esta manera, se pretende concretar la problemática global del cambio climático en las características sectoriales de esta actividad económica en Cataluña, facilitando la identificación de ámbitos prioritarios de adaptación.

2. Resultados: principales efectos previstos sobre el sector pesquero.

Se han identificado doce principales efectos. La ficha correspondiente a cada uno de los efectos previstos puede descargarse en la web de iMARES (https://imares.science/) y contienen una breve descripción del efecto estudiado, un apunte de sus implicaciones sobre la actividad

pesquera y un conjunto de informaciones breves o datos que sirven para ilustrar y contextualizar tanto el efecto como su impacto en el sector, además de referencias bibliográficas. A continuación, se explica brevemente cada uno de ellos.

2.1. Desplazamiento de las especies objetivo.

Las especies más relevantes para cada una de las modalidades de pesca se denominan especies objetivo. Algunas especies objetivo tienen capacidad de desplazamiento y se mueven siguiendo su zona de confort térmico, siempre y cuando en estas nuevas zonas también encuentren alimento y condiciones ambientales adecuadas. Estos desplazamientos pueden ser tanto latitudinales como verticales. En todos los mares del mundo se están detectando desplazamientos de especies que se explican debido a las nuevas condiciones ambientales, y el Mediterráneo no es una excepción. En Cataluña son especialmente relevantes los cambios de temperatura. Este tipo de desplazamiento puede conllevar cambios en las capturas en todas las modalidades de pesca. Aquellas modalidades que pueden desplazarse mayores distancias (como es el caso del cerco, donde hay un caladero único para todo el Mediterráneo español) o que dependen de un gran número de especies objetivo (como es el caso del arrastre, con excepción de algunos puertos) podrían tener, en líneas generales, una mejor capacidad adaptativa para sortear los desplazamientos latitudinales y verticales de las especies.

2.2. Cambios en la supervivencia de las especies objetivo.

La supervivencia en las primeras fases de la vida de muchos peces depende fuertemente de las condiciones ambientales. El incremento de la temperatura del agua asociado al cambio climático altera estas condiciones y puede, en algunos casos, reducir la capacidad reproductora de la especie, afectar a los mecanismos de fecundación o incluso aumentar la mortalidad en las primeras fases de vida. La importancia de las condiciones de temperatura en las primeras fases de vida afecta tanto a especies objetivo de la pesca marítima, en especial a los pequeños pelágicos (como la sardina, el boquerón, etc.), como en algunos casos de acuicultura, como los mejillones.

2.3. Cambios en el crecimiento de las especies objetivo.

Los cambios ambientales derivados del cambio climático pueden provocar alteraciones en el conjunto de la cadena trófica y muy particularmente en la productividad primaria y en las características del fitoplancton y el plancton, de los que se alimentan de manera directa o indirecta las especies objetivo.

Para algunas especies objetivo de la pesca en Cataluña, los cambios esperados en estos primeros eslabones de la cadena alimentaria pueden implicar que los peces tengan que consumir más energía para buscar alimento, y que lo que consigan sea de menor calidad, por lo que disponen de menos energía para crecer, engordar y reproducirse.

El menor tamaño esperable de algunas especies puede conllevar un menor valor de mercado e incluso que una parte significativa de las capturas pueda situarse por debajo de las tallas mínimas permitidas para la comercialización, disminuyendo así el ingreso potencial. Por otro lado, el crecimiento de algunas especies piscícolas de acuicultura también está condicionado por

los cambios de temperatura asociados al cambio climático de una manera compleja, y en algunos casos se ve afectado por las variaciones de pH (Rodrigues, 2015).

2.4. Cambios en la estacionalidad de las especies objetivo.

Los cambios ambientales derivados del cambio climático pueden provocar alteraciones en el ciclo de vida de las especies comerciales, especialmente en lo relativo al calendario estacional (Vilas et al., 2020; Lloret-Lloret et al., 2021). Factores como el aumento de la temperatura o la modificación de las corrientes pueden hacer que las especies adelanten o retrasen su época de reproducción, o bien que modifiquen otras fases de su desarrollo, como la migración o el crecimiento.

Estas variaciones temporales pueden romper la sincronización con la disponibilidad de alimento para larvas o juveniles, afectando a su supervivencia y, por tanto, a la productividad de la población. Pero también tienen consecuencias directas para los pescadores: las especies pueden aparecer o desaparecer de las zonas habituales en épocas inesperadas, creando dificultades en la planificación de la actividad pesquera. Además, estos desajustes pueden hacer que las especies coincidan con periodos de veda, reduciendo las oportunidades de captura y generando incertidumbre en la gestión.

2.5. Llegada de nuevas especies.

En el medio marino es bastante habitual la llegada de nuevas especies, a través del transporte marítimo, de la introducción involuntaria en el medio silvestre, o por la capacidad de desplazamiento de las especies en un medio interconectado. En la mayor parte de los casos no se establecen en este nuevo medio porque las condiciones ambientales no les son favorables. El cambio climático modifica estas condiciones y, por tanto, hace posible no solo la llegada, sino también el establecimiento de nuevas especies que pueden convertirse en un nuevo recurso pesquero, competir con otras especies previamente existentes de alto valor económico o modificar el ecosistema en general y las prácticas pesqueras.

2.6. Deterioro de ecosistemas vulnerables de especial interés pesquero.

Algunos ecosistemas marinos, como los generados en torno a la Posidonia oceánica o el coralígeno, son de gran valor para la actividad pesquera, ya que constituyen zonas de puesta y/o crecimiento de juveniles, pero al mismo tiempo son altamente vulnerables a los cambios de condiciones ambientales como el incremento de temperatura, el pH, o a otros impactos antropogénicos. Los cambios asociados al cambio climático pueden alterarlos de manera significativa, especialmente si están sometidos a presión por otros factores de manera simultánea (contaminación, degradación del fondo, pesca accidental, etc.).

2.7. Cambios súbitos en la presencia de especies que afectan a la pesca.

El cambio climático en el Mediterráneo favorece, en efecto sinérgico con otros factores, las condiciones para la generación de cambios súbitos en la abundancia de algunas especies que pueden tener implicaciones en la actividad pesquera (como por ejemplo algunas algas o medusas). A menudo no está claro hasta qué punto el factor temperatura es el aspecto más relevante en los fenómenos observados. El hecho de producirse sinérgicamente con otros

factores hace que habitualmente las medidas de adaptación se centren en la eliminación de otros elementos, en disminuir la interrelación o en convertir el problema en recurso.

2.8. Aparición o potenciación de enfermedades.

Los cambios ecológicos pueden favorecer la aparición o potenciación de parásitos o enfermedades relevantes para la pesca. Pese a su importancia potencial, este es un factor en el que todavía se ha desarrollado poca investigación, pero que puede ser de especial relevancia en el ámbito de la acuicultura.

2.9. Cambios asociados a eventos extremos.

Se prevé una mayor intensidad y frecuencia de eventos extremos, como olas de calor en la atmósfera y en el mar. En el caso de los temporales, aunque no se prevé una mayor frecuencia, sí se espera un incremento en su intensidad.

Estos cambios afectan al ecosistema y a la actividad pesquera, sumándose con frecuencia a otros fenómenos estructurales.

2.10. Cambios en los aportes tierra-mar y las corrientes marinas

El ecosistema costero marino depende en gran medida de los aportes de agua dulce, sedimentos y nutrientes que llegan a través de ríos y arroyos. Los periodos de sequía, así como potencialmente los de grandes aportes, modifican esta relación, alterando los ciclos ecológicos marinos y afectando, por tanto, a la pesca.

Asimismo, los cambios atmosféricos de gran escala asociados al cambio climático, como el desplazamiento del chorro subtropical (*jet stream*) hacia el norte, debilitan los vientos que impulsan el afloramiento de aguas profundas ricas en nutrientes en la zona norte de Cataluña y sur de Francia, reduciendo el aporte de nutrientes hacia la superficie del mar y favoreciendo la disminución de la producción primaria, con consecuencias para el conjunto de la cadena trófica (Crespin et al., 2025). Los niveles de decrecimiento de clorofila detectados en los últimos veinte años oscilan entre el 10% y el 40% (Crespin et al., 2025; Gómez-Jakobsen, 2022).

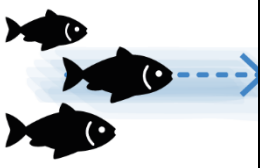
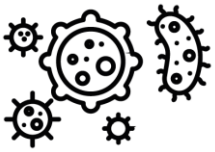
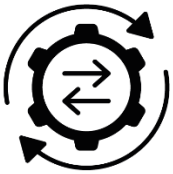
2.11. Cambios estructurales inesperados en el medio marino favorecidos por el cambio climático

El medio marino se ve afectado por múltiples factores, y el cambio climático ejerce una presión adicional que a menudo amplifica los impactos ya existentes. Esta intensificación puede desencadenar cambios estructurales inesperados.

Entendemos por cambios estructurales aquellas transformaciones que afectan al ecosistema marino en su conjunto, provocando una alteración drástica que da lugar a un nuevo ecosistema o a un ecosistema sustancialmente diferente al anterior. A diferencia de los cambios sutiles o progresivos, estos cambios estructurales son mucho más difíciles de revertir y de devolver a su estado original, y son más probables si el ecosistema receptor está en un estado frágil, por lo que a menudo la mejora del estado del ecosistema se considera una medida preventiva frente a la afectación del cambio climático.

2.12. Cambios en las actividades que tienen lugar en el ámbito marino asociadas al cambio climático

La adaptación al cambio climático en Cataluña conlleva el incremento o la introducción de nuevas actividades en el ámbito marino, que en un futuro a medio plazo podrían afectar al sector pesquero. En particular, se está planificando la implantación de molinos eólicos marinos en la zona norte y la instalación de nuevas desalinizadoras que pueden implicar cambios en las prácticas pesqueras en las zonas afectadas.

DESPLAZAMIENTO DE LAS ESPECIES OBJETIVO	CAMBIOS EN LA SUPERVIVENCIA DE LAS ESPECIES OBJETIVO	CAMBIOS EN EL CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES OBJETIVO 	CAMBIOS EN LA ESTACIONALIDAD DE LAS ESPECIES OBJETIVO
LLEGADA DE NUEVAS ESPECIES	DETERIORO DE ECOSISTEMAS VULNERABLES DE ESPECIAL INTERÉS PESQUERO	CAMBIOS SÚBITOS EN LA PRESENCIA DE ESPECIES QUE AFECTAN A LA PESCA	APARICIÓN O POTENCIACIÓN DE ENFERMEDADES 
CAMBIOS ASOCIADOS A FENÓMENOS EXTREMOS	CAMBIOS EN LAS APORTACOINES TIERRA-MAR Y LAS CORRIENTES MARINAS	CAMBIOS ESTRUCTURALES INESPERADOS EN EL MEDIO MARINO FAVORECIDOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO 	CAMBIOS EN LAS ACTIVIDADES QUE TIENEN LUGAR EN EL ÁMBITO MARINO ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

3. Discusión

La identificación y documentación de los cambios esperados constituye la fase previa a la priorización de su relevancia y a la adopción de medidas de adaptación. Este proceso de priorización es complejo, ya que requiere una modelización agregada de los impactos derivados, y puede variar en función de la modalidad de pesca y de la zona analizada.

En el Foro Científico de la Pesca Española en el Mediterráneo, tras la presentación de los cambios documentados, se realizó una encuesta en línea dirigida a la audiencia, compuesta por investigadores de distintas especialidades y pescadores. En ella se solicitó identificar los tres cambios asociados al cambio climático más relevantes para la pesca de arrastre. Se recibieron 41 respuestas (Ilustración 1).

Los cambios señalados como más relevantes fueron: el desplazamiento de especies objetivo (20%), el deterioro de ecosistemas vulnerables de especial interés pesquero (15%) y las alteraciones en la estacionalidad de las especies objetivo (13%). Por el contrario, los cambios considerados menos relevantes fueron la aparición o intensificación de enfermedades (2%), las modificaciones en otras actividades marinas vinculadas al cambio climático (4%) y la presencia súbita de especies que afectan a la pesca (3%).

Ilustración 1 Respuestas recibidas a

Se observa una amplia variabilidad en las opiniones, lo que refuerza la idea de la complejidad que implica el proceso de priorización y la necesidad de incorporar conocimientos transdisciplinares en la toma de decisiones. Asimismo, pone de manifiesto la importancia de promover procesos amplios de información y debate en torno a las propuestas de adaptación al cambio climático.

4. Conclusiones

El informe ha permitido identificar y documentar 12 cambios en el ecosistema marino de especial relevancia para el sector pesquero, además de constatar que el cambio climático está transformando el medio —y continuará haciéndolo—, por lo que la adaptación del sector, ya sea de carácter “reactivo” o “proactivo”, resulta inevitable.

Por otra parte, establecer una priorización de las actividades de adaptación no es una tarea sencilla ni puede definirse exclusivamente desde el ámbito académico. Sin embargo, el conocimiento científico y social puede orientar sobre las implicaciones y la viabilidad de las distintas medidas de adaptación.

5. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al proyecto Life eCOadapt50 de adaptación al cambio climático en Cataluña y el apoyo del proyecto "CSIC-202430E115. Desarrollo de metodologías de evaluación integrada en el ámbito de los recursos marinos renovables - metodos". Esta parte es la investigación realizada por el grupo Integrated Marine Ecosystem Assessments (iMARES) financiado por la Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (Generalitat de Catalunya) bajo la ayuda no. 2021SGR00435. También agradecemos el reconocimiento 'Severo Ochoa Centre of Excellence' accreditation (Grant CEX2024–001494-S AEI 10.13039/501100011033) al Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC).

6. Bibliografía

Bahamon, N., Aguzzi, J., Ahumada-Sempoal, M. Á., Bernardello, R., Reuschel, C., Company, J. B., Peters, F., Gordoa, A., Navarro, J., Velásquez, Z., & Cruzado, A. (2020). Stepped Coastal Water Warming Revealed by Multiparametric Monitoring at NW Mediterranean Fixed Stations. Sensors 2020, Vol. 20, Page 2658, 20(9), 2658. https://doi.org/10.3390/S20092658

Calvo, E., Simó, R., Coma, R., Ribes, M., Pascual, J., Sabatés, A., Gili, J. M., & Pelejero, C. (2011). Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea. Climate Research, 50(1), 1–29. https://doi.org/10.3354/CR01040

Corral i Buela, S. (2024). Canvis en la freqüència i el comportamentde la tramuntana empordanesa al massís del Montgrí. Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos (AIEE), Figueres, vol. 55 (2024), pàg. 15-36. https://doi.org/ 10.60940/20.8010.01.334

Crespin, J., Solé, J., & Canals, M. (2025). Jet stream poleward migration leads to marine primary production decrease. Progress in Oceanography, 235, 103494. https://doi.org/10.1016/J.POCEAN.2025.103494

Espasandín, L., Francisco Ramírez, |, Ortega, M., Villarino, E., Guillem Chust, |, Valerio Sbragaglia, |, & Coll, M. (2025). Ocean Warming Effects on Catch and Revenue Composition in the Northwestern Mediterranean Sea. Global Change Biology, 31(3), e70112. https://doi.org/10.1111/GCB.70112

Gómez-Jakobsen, F., Ferrera, I., Yebra, L., & Mercado, J. M. (2022). Two decades of satellite surface chlorophyll a concentration (1998–2019) in the Spanish Mediterranean marine waters (Western Mediterranean Sea): Trends, phenology and eutrophication assessment. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 28, 100855. https://doi.org/10.1016/J.RSASE.2022.100855

ICM-CSIC, 2024. L'estat de l'oceà. https://saco.csic.es/s/fC9Zmmzbkr54Hpy

Lloret-Lloret, E., Pennino, M. G., Vilas, D., Bellido, J. M., Navarro, J., & Coll, M. (2021). Main drivers of spatial change in the biomass of commercial species between summer and winter in

the NW Mediterranean Sea. Marine Environmental Research, 164, 105227. https://doi.org/10.1016/J.MARENVRES.2020.105227

Rodrigues,L. Van Den Bergh, J., Massa,F. Theodorou, J., Ziveri, P. Gazeau, F. 2015. Sensitivity of Mediterranean Bivalve Mollusc Aquaculture to Climate Change, Ocean Acidification, and Other Environmental Pressures: Findings from a Producer Survey," Journal of Shellfish Research 34(3), 1161-1176. https://doi.org/10.2983/035.034.0341

Servei Meoteorològic de Catalunya, 2025. Butlletí Anual d'Indicadors Climàtics 2024. Generalitat de Catalunya. https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/butlletins-i-episodis-meteorologics/butlleti-anual-dindicadors-climatics/

Vilas, D., Pennino, M. G., Bellido, J. M., Navarro, J., Palomera, I., & Coll, M. (2020). Seasonality of spatial patterns of abundance, biomass, and biodiversity in a demersal community of the NW Mediterranean Sea. ICES Journal of Marine Science, 77(2), 567–580. https://doi.org/10.1093/ICESJMS/FSZ197

Análisis comparativo de la evaluación de la vulnerabilidad social al cambio climático aplicada a las pesquerías de España y Turquía.

Mauro Gómez Murciano[1], Yajie Liu[2], Vahdet Ünal[3] y José Luis Sánchez LIzaso[1].

[1]Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante, Alicante, España. [2]Facultad de Biociencia, Pesca y Economía, UiT Universidad del Ártico de Noruega, Tromsø, Noruega.

[3]Facultad de Pesca, Universidad del Egeo, Esmirna, Turquía.

Introducción

Los ecosistemas costeros y marinos proporcionan servicios de aprovisionamiento, apoyo, regulación y de carácter cultural de los que depende el bienestar humano (Costanza et al., 1997). Sin embargo, actualmente se enfrentan a crecientes presiones derivadas de la actividad antropogénica y el cambio climático, que alteran los sistemas atmosféricos y oceánicos mediante el aumento de la temperatura y el nivel del mar, el deshielo, la pérdida de oxígeno y la acidificación (Doney et al., 2012; Bindoff et al., 2019). Dichos procesos han provocado cambios en la productividad marina, en la composición de las comunidades y en la estructura de los ecosistemas, modificando la abundancia, distribución y composición de las especies de peces (Cheung et al., 2013; Wernberg et al., 2013; Bindoff et al., 2019). Estos cambios plantean relevantes incertidumbres ecológicas y socioeconómicas para la gestión pesquera. En este contexto, la integración de los efectos del cambio climático en la gestión pesquera adquiere una importancia cada vez más estratégica. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad social de la pesca ante el cambio climático mediante un enfoque participativo ascendente, basado en cuestionarios estructurados en entrevistas presenciales a pescadores en dos zonas del Mediterráneo: una en la región oriental y otra en la región occidental. El objetivo último es contribuir al fortalecimiento de la resiliencia del sector, reducir su vulnerabilidad y proporcionar apoyo a los responsables políticos en el diseño de medidas de adaptación adecuadas (Bahri et al., 2021).

Matereial y métodos

Marco de evaluación de la vulnerabilidad.

Según el IPCC, la vulnerabilidad se entiende como la propensión o predisposición a verse afectada negativamente (IPCC, 2014a). La vulnerabilidad se define como el estado de susceptibilidad a sufrir daños (Adger, 2006), especialmente por choques climáticos (Ahsan y Warner, 2014), y consta de tres componentes (FAO 2015; fig. 1): (1) exposición, (2) sensibilidad y (3) capacidad de adaptación. La exposición se define como "el grado en que un sistema se ve sometido a estrés por estímulos climáticos" (McCarthy et al., 2001). La sensibilidad se refiere a la susceptibilidad de un sistema social, que se ve afectado negativa o positivamente por los factores de estrés climático (Adger, 2006). La sensibilidad de los sistemas sociales depende de los factores económicos, políticos, culturales e institucionales que permiten amortiguar o atenuar el cambio (Cinner, 2013). La capacidad de adaptación se define como "la capacidad de un sistema socioecológico para ajustarse al cambio climático con el fin de moderar los posibles daños, aprovechar las oportunidades o hacer frente a las consecuencias" (McCarthy et al., 2001).

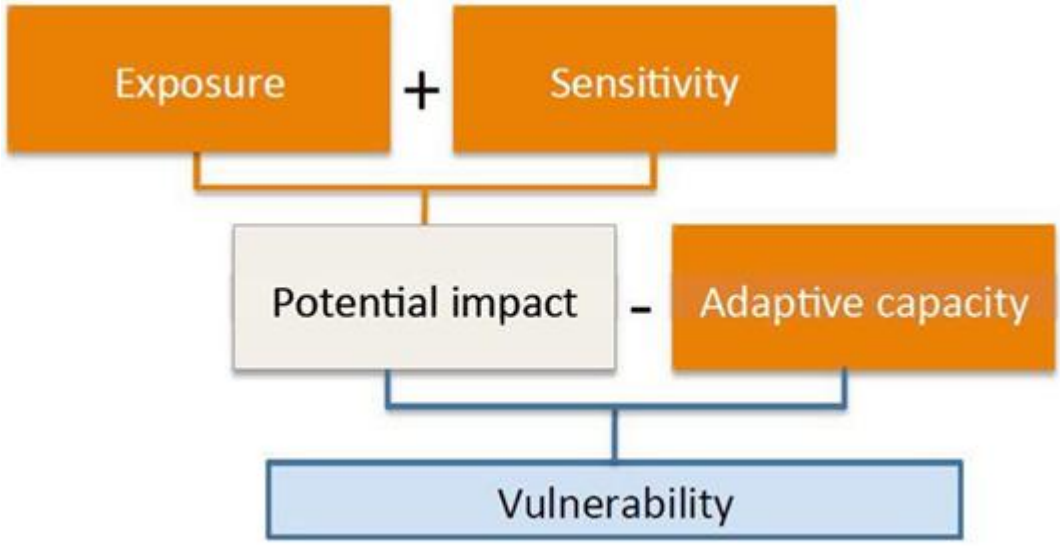


Figura 1. Modelo conceptual de los componentes de vulnerabilidad (Fuente: FAO, 2015).

Área de estudio.

Se seleccionaron dos lugares para representar la diversidad de las prácticas pesqueras en el mar Mediterráneo: uno en el Mediterráneo occidental, con características de flota diferentes, y otro en el Mediterráneo oriental, donde predominan las pesquerías a pequeña escala. El primer caso se encuentra en Castelló de la Plana, España (fig. 2a). El segundo caso de estudio es el mar Egeo, donde se seleccionaron y analizaron siete cooperativas pesqueras diferentes en las costas de Turquía (fig. 2b).

Figura 2. (a) Ubicación de Castelló de la Plana; (b) Datos sobre cooperativas pesqueras recopilados en el mar Egeo: (1) Altınoluk, (2) Mordoğan, (3) Urla, (4) Bostanli, (5) Akbük, (6) Akyaka, (7) Akçapinar.

Selección de indicadores y recolección de datos.

Indicadores. La identificación, selección y clasificación de los indicadores se realizó a partir de una revisión de la bibliografía existente (Allison et al., 2009; Ebert et al., 2008; Duriyapong y Nakhapakorn, 2011; Cinner et al., 2012; Cinner et al., 2013; Ahsan y Warner, 2014; Islam et al., 2014; Morzaria-Luna et al., 2014; Dumenu y Obeng, 2016), considerando aquellos componentes relevantes que inciden en la vulnerabilidad de la pesca frente al cambio climático. Este estudio

evaluó la vulnerabilidad social con un enfoque "bottom-up" (Cinner et al., 2012; Islam et al., 2014; Dumenu y Obeng, 2016), basándose en los datos y la información recopilados a través de encuestas estructuradas con pescadores en activo. Los indicadores de exposición incluyen la temperatura y las tormentas, mientras que los de sensibilidad y capacidad de adaptación se derivaron de dimensiones sociales, económicas, pesqueras, institucionales y demográficas. Finalmente, se seleccionaron un total de 27 indicadores (Tabla 1) y se clasificaron en diferentes componentes basados en el marco de evaluación.

Tabla 1. Niveles de vulnerabilidad e indicadores seleccionados

Niveles	**Indicador**	**Opciones de respuesta 4: muy alto, 3: alto, 2: moderado, 1: bajo**
Exposición (2)		
Factores climáticos	Temperatura	4
	Tormentas	3
Sensibilidad (9)		
Económico	Ingresos pesca	100 % 4; 75 % 3; 50 % 2; < 25 % 1.
	Otros ingresos	< 25 % 4; 50 %3; 75 % 2; 100 % 1.
	Consumo propio de capturas	< 5 % 1; 10 % 2; 15 % 3; > 20 % 4.
	Composición de la captura	Sí, especies perdidas 4. Sí, nuevas especies 3. Sí, nueva composición 2. Ninguna: 1.
	Cambio en la captura	Disminución 4; Estable 3; Aumento 2; N/A 1.
Pesquería	Cambio redes de pesca	Sí 3; No 1.
	Motivo del cambio de redes	Cambio especies objetivo 4. Cambio condiciones mar 3. Cambio legislación 2. Otros 1.
	Cambio especies objetivo	Sí 3; No 1.
	Cambio tamaño del pescado	Sí, más pequeño 4; Sin cambios 3; Sí, más grande 2; N/A 1.
Capacidad Adaptativa (16)		
Sociodemográfico	Otras oportunidades laborales	No 4; Agricultura 3; Zonas urbana 2; Acuicultura 1.
	Apoyo financiero	No 4; Otros (ocasionales) 3. Privado 2; Comunitario 1.
	Subsidio por pérdidas	100 % 1; > 50 % 2; < 30 % 3; Poco o nada 4.
	Tamaño familiar	>5 (4); 4 (3); 3 (2); 2 o 1 (1).
	Formación profesional	Escuela 1; Familia 2; Autoaprendizaje 3; No 4.

	Ingresos	Ū = ingresos pesca y otros.
	Subsidio formación profesional	Gobierno 1; Sindicato 2; Independiente 3; Ninguno 4.
	Nivel de estudios	T. Superior 1; Bachillerato 2; Educación secundaria 3; Sin estudios formales 4.
	Años en el sector	> 20 años 4; 10-20 años 3; 5-10 años 2; < 5 años 1.
Institucional	Interés del gobierno	Muy alto 1; Alto 2; Moderado 3; Poco 4.
Institucional	Toma de decisiones	Siempre 1; En su mayoría 2; A veces 3; Poco o nada 4.
	Aplicación de la normativa	Siempre 1; En su mayoría 2; A veces 3; Poco o nada 4.
	Normativas justas	Siempre 1; En su mayoría 2; A veces 3; Poco o nada 4.
	Respuesta del gobierno	Siempre 1; En su mayoría 2; A veces 3; Poco o nada 4.
	Transparencia	Siempre 1; En su mayoría 2; A veces 3; Poco o nada 4.
	Asistencia sanitaria	Siempre 1; En su mayoría 2; A veces 3; Poco o nada 4.

.

Diseño de la encuesta y recopilación de datos. Se diseñó un cuestionario semiestructurado que incluía 35 preguntas de opción múltiple. Cada indicador corresponde a una de las preguntas del cuestionario. Las encuestas se llevaron a cabo mediante entrevistas presenciales con los pescadores de las dos zonas de estudio. Se realizaron un total de 131 entrevistas: 46 entrevistas a pescadores de la zona de Castelló y 85 entrevistas a pescadores de la parte turca del mar Egeo.

Análisis de los datos.

Codificación. Basándose en una escala definida de cuatro puntos que va de bajo a muy alto (Cinner et al., 2012; Hare et al., 2016; Morrison et al., 2021), la respuesta de cada pescador para cada indicador se indexó mediante una escala de 1 a 4, que representa (1) Bajo, (2) Moderado, (3) Alto y (4) Muy alto. La clasificación detallada de los indicadores se describe en la Tabla 1.

Tabla 2. Los niveles se definen en función de los rangos de puntuación del índice de factores de estrés climático, sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad acumulada.

Niveles	**Puntuación**
Muy alto	3.01 – 4.00

Alto	2.01 – 3.00
Moderado	1.01 – 2.00
Bajo	0.00 – 1.00

Análisis de los datos. El primer paso es aplicar el análisis de componentes principales (PCA) para identificar los indicadores más importantes utilizando el paquete «psych» en el software estadístico R-project. El segundo análisis consiste en calcular el valor de cada indicador. Una vez obtenido, se emplea la ecuación (1) (Cinner et al., 2012; Morrison et al., 2021) para calcular el índice promedio de los indicadores y obtener el valor de cada componente dentro del marco de vulnerabilidad. A continuación, se utilizó el valor de cada componente para estimar la vulnerabilidad (Tabla 3) de dos regiones pesqueras utilizando la ecuación (2) (Cinner et al., 2012).

$$I = [(B \times 1) + (M \times 2) + (A \times 3) + (MA \times 4)] / (B + M + A + MA) \qquad \text{Ecuación 1.}$$

$$V = (E + S) - CA \qquad \text{Ecuación 2.}$$

donde I es un índice que representa: E = Exposición; S = Sensibilidad y AC = Capacidad de adaptación. B = número de respuestas al indicador bajo, M = número de respuestas al indicador moderado, A = número de respuestas al indicador alto y MA = número de respuestas al indicador muy alto. En este estudio, definimos los niveles de vulnerabilidad desde el 0,00 bajo hasta el 4,00 más alto. Además, determinamos que la puntuación entre 0,00 y 1,00 es de baja vulnerabilidad, la puntuación entre 1,01 y 2,00 es de vulnerabilidad moderada, la puntuación entre 2,01 y 3,00 es de alta vulnerabilidad y la puntuación entre 3,01 y 4,00 es de muy alta vulnerabilidad (Hare et al., 2016; Colburn et al., 2016).

Resultados

Exposición. En ambas regiones, los “factores climáticos” más relevantes fueron las tormentas y la temperatura (Tabla 3). Los pescadores del mar Egeo y de Castelló indicaron que las tormentas son el factor climático que más afecta a sus actividades pesqueras, situando la temperatura en segundo lugar en términos de incidencia.

Tabla 3. Vulnerabilidad de las zonas pesqueras: Castelló y Egeo. Las puntuaciones de las dimensiones de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación se calculan utilizando la ecuación (1), y la puntuación de vulnerabilidad se calcula con la ecuación (2).

	Exposición	**Sensibilidad**	**Capacidad Adaptativa**	**Vulnerabilidad**
Castelló	3.05	1.94	2.72	2.27
Egeo	3.28	2.27	2.57	2.98

Sensibilidad. Ambas regiones tienen una sensibilidad moderada-alta al cambio climático, aunque la región pesquera de Castelló (1.94) muestra una sensibilidad ligeramente inferior a la de las regiones pesqueras del Egeo (2.27) (Tabla 3). En la región pesquera de Castelló, los indicadores más sensibles son «Ingresos procedentes de la pesca», “cambio en el tamaño de los peces”, “causas del cambio en las artes de pesca” y “cambios en las especies capturadas”. En la zona del mar Egeo, los indicadores más sensibles son “ingresos procedentes de la pesca y otros” y “composición de las capturas”. De ellos, los “ingresos procedentes de la pesca” se perciben como el indicador más sensible para el sector pesquero en ambas regiones. En el mar Egeo, el indicador “Ingresos de otras actividades” es tan importante como el indicador “Ingresos por pesca” (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de componentes para los indicadores de sensibilidad.

Indicadores	**PC1**	
	Castelló	**Egeo**
Dimensión económica		
Ingresos pesca	0.75	- 0.90
Otros ingresos	0.07	0.88
Consumo propio de capturas	- 0.24	0.43
Composición de la captura	0.13	0.49
Cambio en la captura	-0.14	- 0.13
Pesquería		
Cambio redes de pesca	0.29	- 0.27
Motivo del cambio de redes	- 0,64	- 0.05
Cambio especies objetivo	0.59	0.30

Cambio tamaño del pescado	0.69	0.03

Tabla 5. Matriz de componentes para los indicadores de capacidad adaptativa.

Indicadores	**PC1**	
	Castelló	**Egeo**
Dimensión sociodemográfica		
Otras oportunidades laborales	0.44	- 0.05
Apoyo financiero	- 0.07	0.29
Subsidio por pérdidas	- 0.08	- 0.30
Tamaño familiar	- 0.36	- 0.42
Formación profesional	0.67	- 0.03
Ingresos	0.40	0.46
Subsidio formación profesional	0.37	- 0.32
Nivel de estudios	0.60	0.07
Años en el sector	0.41	0.64
Dimensión institucional		
Interés del gobierno	0.32	0.71
Aplicación de la normativa	0.03	0.71
Normativas justas	- 0.22	0.78
Respuesta del gobierno	0.93	0.68
Transparencia	0.93	0.66
Asistencia sanitaria	0.79	0.49

Capacidad Adaptativa. Ambas regiones estudiadas han mostrado una elevada capacidad de adaptación al cambio climático. Sin embargo, los pescadores de Castelló tienen una capacidad de adaptación ligeramente superior (2.72) a la de los pescadores del Egeo (2.57) (Tabla 3). En Castelló, los pescadores no reciben “otros ingresos” más allá de los procedentes de la pesca,

mientras que en el Egeo existen ayudas adicionales. En Castelló, los factores clave para sostener la actividad pesquera son la “formación profesional”, la “asistencia sanitaria” y el “nivel de estudios”, aunque los niveles educativos de los pescadores son bajos. En el Egeo, la falta de formación accesible limita la posibilidad de encontrar “otras oportunidades laborales”. En cuanto al “interés del gobierno” y la “aplicación de la normativa”, el 71 % de los pescadores del Egeo siente que puede compartir información con ellas, frente a solo el 47 % en Castelló (Tabla 5).

Vulnerabilidad. La región del Egeo (2.98), en el Mediterráneo oriental, presenta una vulnerabilidad mayor que la región de Castelló (2.27), en el Mediterráneo occidental. En el segundo análisis, la vulnerabilidad mostró una distribución uniforme en ambas regiones. Mientras que el 30 % de los encuestados muestran una puntuación muy alta en el nivel de vulnerabilidad en la región del Egeo, el 34 % obtuvo una puntuación baja en el nivel de vulnerabilidad en la región de Castelló (fig. 3).

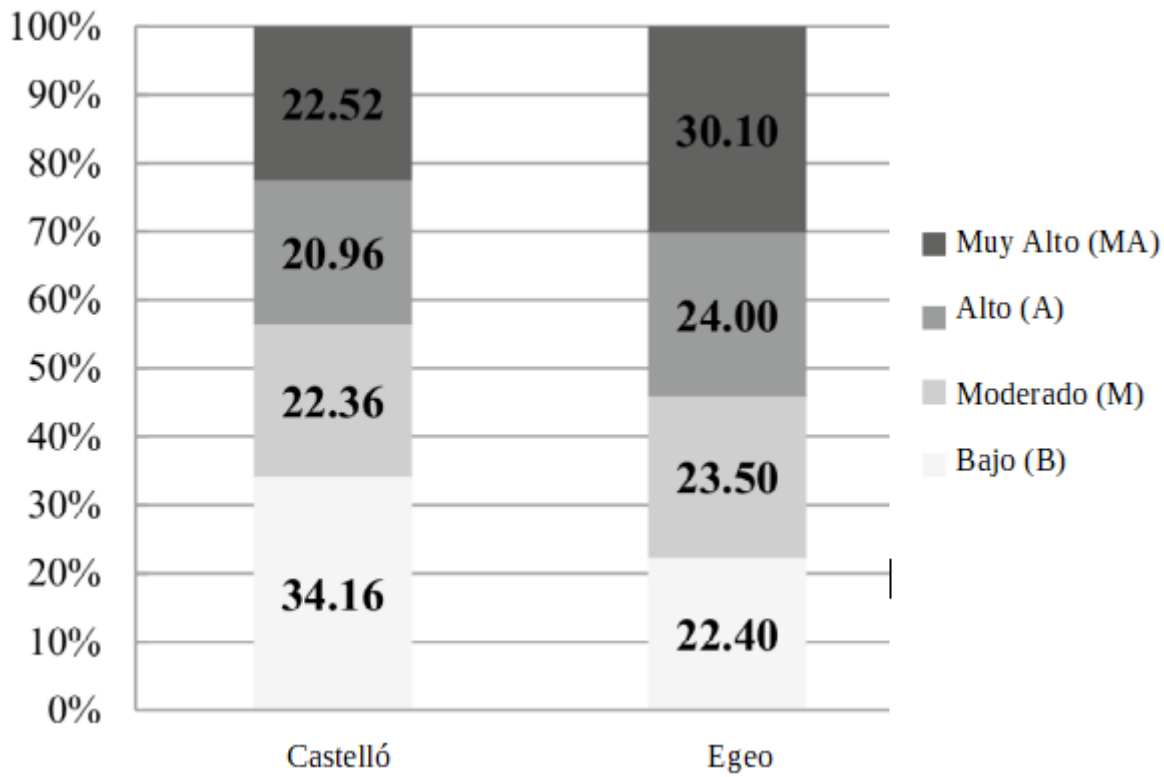


Figura 3. Distribución de los encuestados según los niveles de vulnerabilidad.

Discusión

Las regiones de Castelló (España) y el mar Egeo (Turquía) mostraron un nivel de vulnerabilidad moderado-alto. La región de Castelló tiene un nivel de vulnerabilidad menor que la región del Egeo. Sin embargo, la vulnerabilidad evaluada en este estudio está en consonancia con las evaluadas previamente por otros estudios (Allison et al., 2009; UNEP, 2009; FAO, 2011; Barange et al., 2018; Hidalgo et al., 2018). Este estudio evaluó la vulnerabilidad social de las pesquerías al cambio climático desde un enfoque ascendente basado en las experiencias, conocimientos y percepciones de los pescadores. La exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación influyen de diversas maneras en la vulnerabilidad de los medios de vida basados en la pesca (IPCC, 2014a).

En este estudio se utilizaron varios indicadores para analizar la vulnerabilidad. Estos indicadores se desarrollaron basándose en algunos estudios previos. Por ejemplo, Ebert et al.; Durlyapong y Nakhapakorn; y Ahsan y Warner. Además, se realizaron entrevistas presenciales a los pescadores para recopilar datos e información. Estas entrevistas con las partes interesadas son un ejemplo típico de metodologías ascendentes cualitativas (FAO, 2015). A continuación, los datos se analizaron mediante el análisis de componentes principales, que fue indicado por el estudio de Tadić et al. como una herramienta especialmente útil para realizar dicho análisis.

En las dos áreas de estudio, las tormentas y la temperatura son los principales factores climáticos que afectan al sector pesquero. En general, se espera un rápido aumento de la temperatura y de la frecuencia de las tormentas, lo que incrementaría el impacto negativo sobre las actividades pesqueras en el mar Mediterráneo (Peck y Pinnegar, 2018). A escala mundial, uno de los principales efectos del cambio climático en los ecosistemas marinos es la alteración de la tasa y los patrones de la producción primaria (Brown et al., 2010), lo que afecta directamente a la productividad pesquera. Finalmente, en respuesta al cambio climático y a la pesca intensiva, se han observado reducciones generalizadas en el tamaño de los peces y en el tamaño medio del zooplancton a lo largo del tiempo, y estas tendencias afectan aún más a la sostenibilidad de las pesquerías (IPCC, 2014b).

La susceptibilidad de las comunidades pesqueras a los efectos del cambio climático depende de la importancia de la pesca en relación con otras ocupaciones (Cinner et al., 2013). Las comunidades pesqueras podrían responder a los cambios en los sistemas marinos de diversas maneras, como la emigración (Hamilton y Butler, 2001) y cambios en las actividades económicas, los mercados y/o los patrones comerciales (Perry et al., 2010). Por ejemplo, la mayoría de las actividades pesqueras a pequeña escala en el mar Egeo tienen un rendimiento económico negativo o insuficiente (Tzanatosa, 2006; Ünal y Franquesa, 2010), y la mayoría de los pescadores complementan sus ingresos con otros trabajos para mantener su sustento. Por el contrario, el presente estudio indica que más de la mitad de los pescadores obtienen casi todos sus ingresos de la pesca, especialmente en la región de Castelló. Sin embargo, si los pescadores

ya no pueden pescar o deciden dejar sus actividades pesqueras, sus opciones son limitadas. La mayoría de los pescadores cuentan con formación limitada y experiencia exclusiva en el ámbito marítimo, lo que dificulta su inserción en otros empleos. A ello se suma una flota envejecida, con edad media superior a los 45 años, por lo que la falta de relevo cualificado y el deterioro de los buques se perfilan como las principales amenazas para la pesca a corto y medio plazo.

Por último, las regiones de Castelló y el mar Egeo presentan un nivel de vulnerabilidad de moderado a alto. En cambio, la vulnerabilidad de los sectores económicos de Europa, América del Norte y Australia a los impactos del cambio climático en relación con sus pesquerías son bajas en comparación con otras regiones (Allison et al., 2009). Utilizando enfoques como el de este estudio (metodología ascendente), se pueden priorizar y desarrollar estrategias de adaptación adecuadas para satisfacer las necesidades reales de los pescadores. Asimismo, se necesita urgentemente la aplicación de nuevas normativas para preservar los medios de vida de los pescadores profesionales cuya subsistencia depende totalmente de la pesca (Ünal y Franquesa, 2010). En la actualidad, las políticas y medidas de las dos regiones estudiadas no tienen en cuenta los enfoques ecosistémicos necesarios ni las herramientas para mitigar el cambio climático.

Conclusión

El nivel de vulnerabilidad fue moderado-alto en el caso de Castelló y alto en el caso del mar Egeo. El presente estudio indicó que las tormentas y la temperatura como “factores climáticos” son el indicador más importante, que es percibido como la principal amenaza por los pescadores en todas las regiones estudiadas. Por lo tanto, las autoridades pesqueras deberían considerar estrategias de gestión para mitigar o adaptarse a los impactos climáticos causados por ellas. Dado que el indicador “ingresos por pesca” mostró la mayor sensibilidad en las regiones estudiadas, se deberían considerar indicadores específicos para cada región en el diseño y la aplicación de políticas.

Bibliografia

Adger, W. N. Vulnerability. *Glob. Environ. Change* 16(3), 268–281 (2006).

Ahsan, N. & Warner, J. The socioeconomic vulnerability index: A pragmatic approach for assessing climate change led risks—a case study in the south-western coastal Bangladesh. *Int. J. Disaster Risk Reduct*. 8, 32–49 (2014).

Allison, E. H. et al. Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries. *Fish. Fish*. 10(2), 173–196 (2009).

Bahri, T., Vasconcellos, M., Welch, D. J., Johnson, J., Perry, R. I., Ma, X. & Sharma, R., eds. 2021. Adaptive management of fisheries in response to climate change. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* No. 667. Rome, FAO.

Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C. M., Cochrane, K. L., Funge-Smith, S. & Poulain, F., (eds.) Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* No. 627. Rome, FAO (2018).

Bindoff, N. L., et al. Changing ocean, marine ecosystems, and dependent communities; Chap. 5 in *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (Pörtner, H. O. et al eds.) (2019).

Brown, B. J. et al. Effects of climate-driven primary production change on marine food webs: Implications for fisheries and conservation. *Glob. Change Biol*. 16, 1194–1212 (2010).

Cheung, W. W. L., Watson, R. & Pauly, D. Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature* 497, 365–368 (2013).

Cinner, J. E. et al. Vulnerability of coastal communities to key impacts of climate change on coral reef fisheries. *Glob. Environ. Change* 22, 12–20 (2012).

Cinner, J. E. et al. Evaluating social and ecological vulnerability of coral reef fisheries to climate change. *PLoS One* 8(9), e74321 (2013).

Colburn, L. L. et al. Indicators of climate change and social vulnerability in fishing dependent communities along the Eastern and Gulf Coasts of the United States. *Mar. Policy* 74, 323–333 (2016).

Costanza, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260 (1997).

Doney, S. C. et al. Climate change impacts on marine ecosystems. *Ann. Rev. Mar. Sci*. 4, 11–37 (2012).

Dumenu, W. K. & Obeng, E. A. Climate change and rural communities in Ghana: Social vulnerability, impacts, adaptations and policy implications. *Environ. Sci. Policy* 55, 208–217 (2016).

Duriyapong, F. & Nakhapakorn, K. Coastal vulnerability assessment: A case study of Samut Sakhon coastal zone. Songklanakarin *J. Sci. Technol*. 33(4), 469–476 (2011).

Ebert, A., Kerle, N. & Stein, A. Urban social vulnerability assessment with physical proxies and spatial metrics derived from air-and spaceborne imagery and GIS data. *Nat. Hazards* 48(2), 275–294 (2008).

FAO. Assessing climate change vulnerability in fisheries and aquaculture: Available methodologies and their relevance for the sector, by Cecile Brugère and Cassandra De Young. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* No. 597. 98 (2015).

Hamilton, L. C. & Butler, M. J. Outport adaptations: Social indicators through Newfoundland's cod crisis. *Human Ecol. Rev*. 8, 1–11 (2001).

Hare, J. A. et al. A vulnerability assessment of fish and invertebrates to climate change on the Northeast US Continental Shelf. *PLoS One* 11(2), e0146756 (2016).

Hidalgo, M., Mihneva, V., Vasconcellos, M., Bernal, M. Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Mediterranean Sea and the Black Sea marine fisheries. In Impacts of Climate Change on Fisheries and Aquaculture: Synthesis of Current Knowledge, Adaptation and Mitigation Options (Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C. M., Cochrane, K. L., Funge-Smith, S. & Poulain, F., eds.*) FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* No. 627. Rome, FAO (2018).

IPCC Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. In *Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Field, C. B. et al.) 1132 (Cambridge University Press, 2014a).

IPCC Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. In *Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Barros, V. R. et al.) 688 (Cambridge University Press, 2014b).

Islam, M. M., Sallu, S., Hubacek, K. & Paavola, J. Vulnerability of fishery-based livelihoods to the impacts of climate variability and change: Insights from coastal Bangladesh. *Reg. Environ. Change* 14(1), 281–294 (2014).

McCarthy, J. J. et al. (eds) Climate change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the *Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Vol. 2* (Cambridge University Press, 2001).

Morrison, W., Nelson, M., Howard, J., Teeters, E., Hare, J.A., & Griffis, R. Methodology for Assessing the Vulnerability of Fish Stocks to Changing Climate. U.S. Department of Commerce, NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OSF-3, 2015, p. 48. https:// www. st. nmfs. noaa. gov/ Assets/ ecosystems/ climate/ documents/ TM% 20OSF3. pdf. Accessed 20 Apr 2021.

Morzaria-Luna, H. N., Turk-Boyer, P. & Moreno-Baez, M. Social indicators of vulnerability for fishing communities in the Northern Gulf of California, Mexico: Implications for climate change. *Mar. Policy* 45, 182–193 (2014).

Peck, M. and Pinnegar, J.K. Chapter 5: Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: North Atlantic and Atlantic Arctic marine fisheries; in Impacts of climate change on fisheries and aquaculture. Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, vol. 627, 87–111 (2018).

Perry, R. I. et al. Sensitivity of marine systems to climate and fishing: Concepts, issues and management responses*. J. Mar. Syst*. 79, 427–435 (2010).

Tzanatosa, E. et al. Principal socio-economic characteristics of the Greek small-scale coastal fishers. *Ocean Coast. Manag*. 49, 511–527 (2006).

Ünal, V. & Franquesa, R. Technical note: A comparative study on socio-economic indicators and viability in small-scale fisheries of six districts along the Turkish coast. *Appl. Ichthyol*. 26, 26–34 (2010).

UNEP-MAP RAC/SPA. Sub-regional report on vulnerability and impacts of climate change on marine and coastal biological diversity in the North Mediterranean non- Adriatic countries and Israel. By Charton-Garcia, J., Cebrian, D., Limam, A., Zenetos, A., Galil, B., Badalamenti, F., Ozturk, B., Marba Bordalba, N., Rizzo, M., Borg, D., Saliba, S. and Hajichristoforou, M. Ed. RAC/ SPA, Tunis; 44pp. (2009).

Wernberg, T. et al. An extreme climatic event alters marine ecosystem structure in a global biodiversity hotspot. *Nat. Clim. Change* 3(1), 78–82 (2013).

Exposición multifacética al cambio climático en Áreas Marinas Protegidas del Mediterráneo

Ian Omedes Bassat[a], Manuel Hidalgo[a], Carla Quiles-Pons[a], Jorge García Molinos[b], Isaac Brito-Morales[cd], Nur Arafeh-Dalmau[efg], Javier Soto-Navarro[h], Marina Sanz-Martín[a]

[a]Instituto Español de Oceanografía, Centre Oceanogràfic de Balears, Spanish National Research Council (IEO- CSIC), Spain.

[b]Arctic Research Center, Hokkaido University, Sapporo, Japan

[c]Moore Center for Science and Solutions, Conservation International, Arlington, VA, USA

[d]Marine Science Institute, University of California Santa Barbara, Santa Barbara, CA, USA

[e]Hopkins Marine Station, Oceans Department, Stanford University, Pacific Grove, California, USA

[f]MasKelp Foundation, Monterey, California, USA

[g]Centre for Biodiversity and Conservation Science, School of the Environment, The University of Queensland, St Lucia, Queensland, Australia

[h]Physical Oceanography Group of the University of Málaga (GOFIMA), Málaga, Spain.

Abstract

Los ecosistemas marinos del mar Mediterráneo están cada vez más amenazados. Cuantificar la exposición climática en las Áreas Marinas Protegidas (AMP) es esencial para evaluar el riesgo sobre la biodiversidad y orientar estrategias de adaptación al cambio climático. Sin embargo, la mayoría de las evaluaciones se centran en factores individuales o aislados, sin reflejar la naturaleza multidimensional de la exposición climática. En este estudio utilizamos datos de temperatura superficial del mar (1990–2023) para calcular nueve métricas climáticas que integran estresores crónicos, estacionales y agudos, desarrollando un nuevo Índice Multifacético de Exposición Climática (MICE) para evaluar la exposición climática multidimensional en todo el Mediterráneo. Posteriormente, identificamos áreas que funcionan como posibles refugios climáticos y puntos calientes a escala de cuenca y ecorregión, y evaluamos los valores de MICE dentro de las AMP mediterráneas.

Nuestros resultados revelan un patrón longitudinal de exposición climática: más alta en el Mediterráneo oriental, intermedia en el occidental y más baja en las regiones centrales. A escala de cuenca, identificamos puntos críticos en el Adriático sur, el Egeo y el Levante, mientras que se localizan posibles refugios climáticos al sur de Sicilia, en el Adriático y cerca del estrecho de Gibraltar. En la red de AMP, solo el 3% del área total se superpone con puntos críticos y el 1,95% con potenciales refugios climáticos, aunque los umbrales específicos por ecorregión revelan una representación más amplia pero aún muy limitada.

Estos hallazgos ponen de manifiesto una falta de correspondencia entre la protección actual y las áreas de mayor riesgo climático, así como el potencial de los refugios climáticos localizados para sustentar la resiliencia. La exposición combinada a estresores climáticos y a presiones pesqueras refuerza la vulnerabilidad de muchas AMP, afectando no solo a la biodiversidad, sino

también a la productividad pesquera y a la seguridad alimentaria regional. Nuestro índice demuestra el valor de evaluaciones multimétricas y multiescalares, ofreciendo una herramienta espacialmente explícita para la planificación de la conservación climáticamente inteligente. Al identificar tanto puntos críticos como refugios, este estudio proporciona información clave para salvaguardar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el mar Mediterráneo frente al cambio climático en curso.

Introducción

El mar Mediterráneo se encuentra entre las regiones marinas más vulnerables al cambio climático, con tasas de calentamiento superiores al promedio global y frecuentes episodios de olas de calor marinas (Doney et al., 2012; Soto-Navarro et al., 2020). Estos procesos alteran la distribución de especies, modifican la fenología de comunidades biológicas y desencadenan eventos de mortalidad masiva que amenazan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Beca-Carretero et al., 2020; Ben Rais Lasram et al., 2010; Marbà et al., 2015). La magnitud y heterogeneidad espacial de estos impactos exigen evaluaciones que integren múltiples dimensiones del estrés térmico.

Tradicionalmente, los estudios se han centrado en métricas aisladas, como las tendencias de temperatura superficial del mar (por sus siglas en inglés, *SST*) o la frecuencia de eventos extremos (Burrows et al., 2011; Poloczanska et al., 2013). Si bien estos indicadores son fundamentales, por sí solos ofrecen una visión parcial del riesgo, ya que cada uno describe solo una dimensión de la presión climática. El calentamiento crónico impulsa desplazamientos geográficos y cambios en la distribución de especies; las alteraciones estacionales modifican la fenología y desincronizan interacciones tróficas clave; y los extremos agudos, como las olas de calor marinas, generan episodios de mortalidad masiva y colapsos abruptos de comunidades (Brito-Morales et al., 2018; Pörtner et al., 2023). Por ello, se requieren enfoques multifactoriales que combinen estas presiones para identificar áreas tanto de alta vulnerabilidad como de resiliencia potencial combinando las tres facetas de la exposición climática.

En este trabajo creamos y desarrollamos el Índice Multifacético de Exposición Climática (MICE), que integra tres facetas de estrés térmico: crónico, estacional y agudo. Aplicamos este índice a lo largo del Mediterráneo con el objetivo de (i) caracterizar patrones espaciales de exposición climática, (ii) identificar puntos calientes (en inglés, *hotspots*) y refugios climáticos, y (iii) evaluar la exposición climática, *hotspots* y refugios climáticos en la red de Áreas Marinas Protegidas (AMP). Este enfoque proporciona una visión más completa de los riesgos asociados al cambio climático y aporta información clave para la planificación de la pesca de pequeña escala y la conservación marina en un contexto de cambio global (Benedetti-Cecchi et al., 2024; Cooley et al., 2023).

Metodología

El análisis se basó en un conjunto de métricas térmicas derivadas de series temporales diarias de temperatura superficial del mar (SST) de alta resolución (0,05° × 0,05°, 1990 a 2023). Estas métricas se agruparon en tres categorías: crónicas, estacionales y agudas, de manera que pudieran capturar tanto los procesos de calentamiento climático sostenido, los cambios en las transiciones climáticas estacionales y los eventos extremos.

Métricas de cambio climático crónicos: se calculó la tendencia temporal de la SST (°C año^{-1}) el gradiente espacial de SST (°C km^{-1}) y la velocidad de cambio climático (dVoCC, km año^{-1}) también conocida como velocidad climática análoga, que identifica la ubicación geográfica más cercana con el mismo valor medio de SST entre dos periodos temporales.

Métricas de cambio climático estacional: se calcularon los adelantos o retrasos de la llegada de la primavera y el otoño (días década^{-1})

Métricas climáticas agudas: se evaluaron métricas de eventos extremos, incluyendo la probabilidad de extremos locales y las olas de calor marinas, consideradas mediante el número total de eventos, su duración media (días) y la intensidad máxima media (°C).

Índice Multifacético de Exposición Climática (MICE)
Para evitar redundancias entre métricas, se calculó una matriz de correlación de Pearson ($r > 0,55$) y se excluyeron aquellas con correlaciones altas. Las métricas anteriores se estandarizaron, y se integraron sus respectivas categorías por tipo de estrés y finalmente se integraron en el Índice Multifacético de Exposición Climática (MICE). Este índice compuesto ofrece una medida sintética de exposición, dando igual peso a las tres facetas del cambio climático (crónico, estacional y agudo).

Identificación de hotspots y refugios climáticos
El MICE se empleó para identificar áreas de alta vulnerabilidad y posible resiliencia, utilizando umbrales basados en percentiles: los valores superiores al percentil 90 se consideraron puntos calientes (*hotspots*) y los inferiores al percentil 10, refugios climáticos. Este enfoque se aplicó tanto a escala de toda la cuenca como a escala de ecorregión, permitiendo contrastar dos perspectivas espaciales diferentes.

Exposición climática de la red de AMPs
Finalmente, se analizó la presencia de *hotspots* y refugios climáticos en la red de Áreas Marinas Protegidas (AMPs) a nivel de cuenca y de ecorregión. Además, se calculó la media de MICE dentro de cada AMP, proporcionando una medida agregada de exposición climática para cada AMP.

Resultados

Índice Multifacético de Exposición Climática (MICE)
El análisis del MICE muestra patrones claros de exposición climática en el Mediterráneo. En términos generales, se identifican tres patrones de exposición climática a escala de cuenca: el Mediterráneo oriental, con altos valores y *hotspots* dominados por estrés estacional y agudo; el Mediterráneo central, con una mezcla de refugios y exposición baja; y el Mediterráneo Occidental, con valores moderados y áreas de refugio localizadas. En el Estrecho de Gibraltar predomina la faceta de estrés climático agudo combinado con estrés climático estacional, mientras que, hacia el este, cerca de las Islas Baleares, el estrés agudo se combina con estrés crónico (Ilustración 1a). En el norte del Adriático predomina la combinación de estrés crónico y agudo. Entre Túnez y el Mar Jónico se localiza el principal refugio climático de la cuenca, y el suroeste de Creta destaca como otro gran refugio climático (Ilustración 1b). Por el contrario, la convergencia de los tres tipos de estrés genera *hotspots* en el este de los mares Jónico, el Egeo y el Levantino (Ilustración 1a & b).

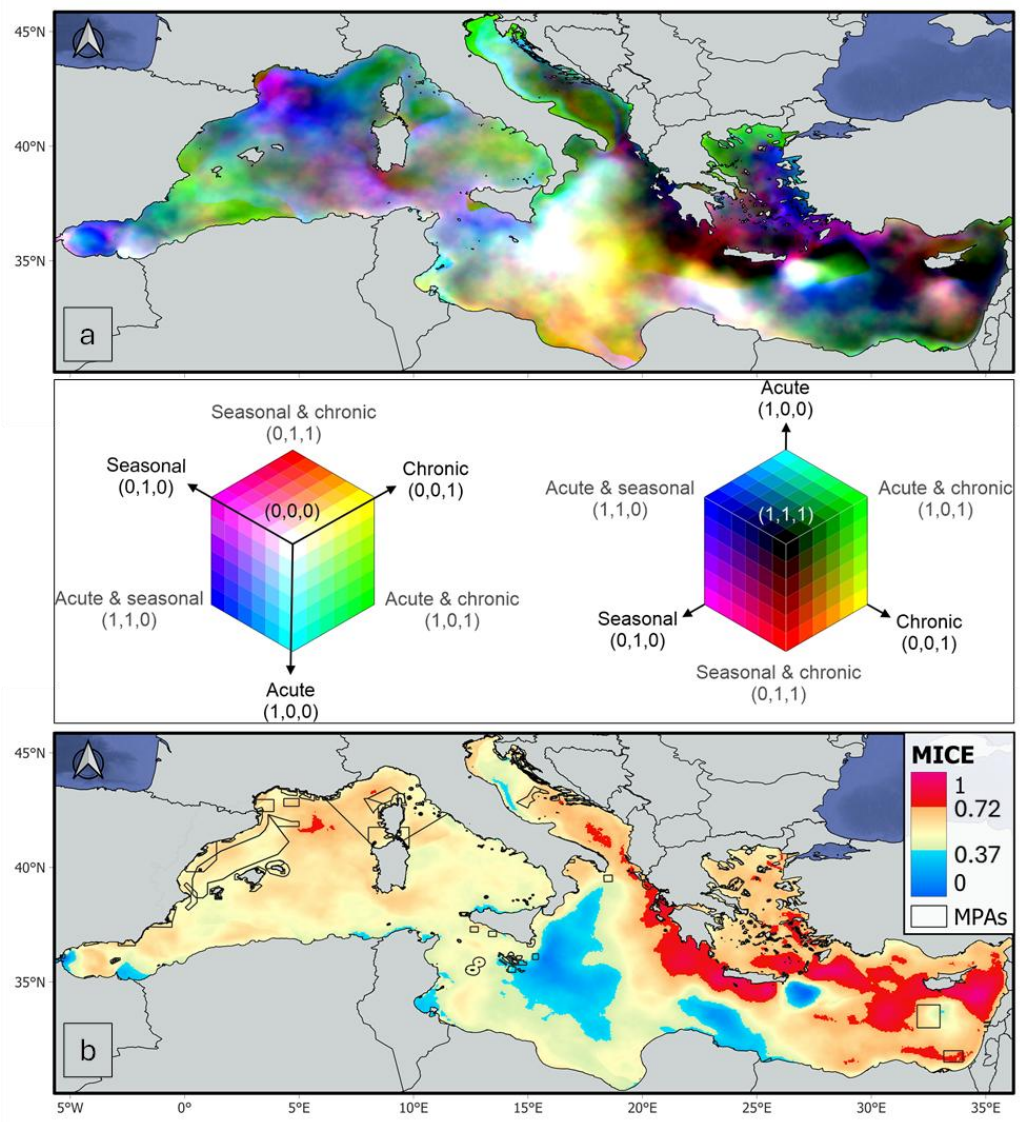
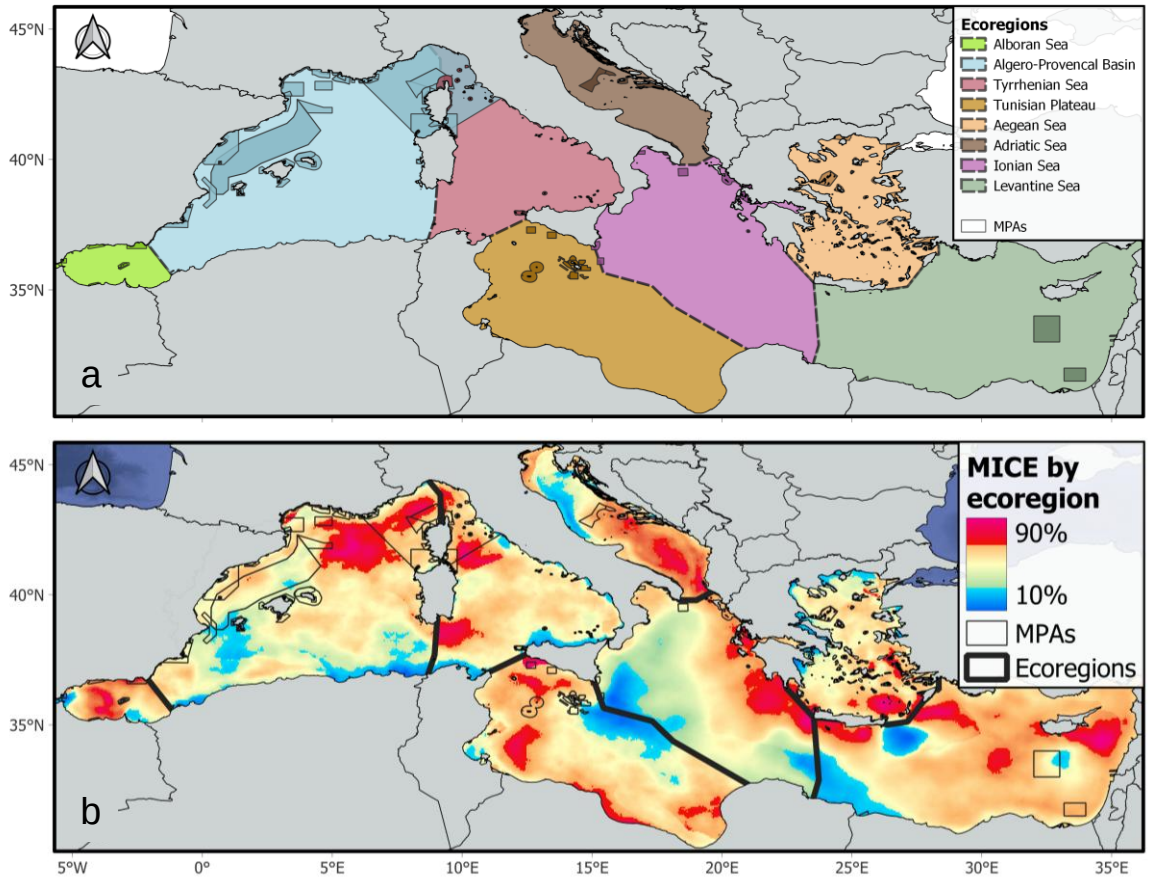


Ilustración 2 Índice Multifacético de Exposición Climática (MICE). (a) Mapa tricromático que muestra la contribución relativa de los tres ejes de exposición al MICE: agudo (cian), estacional (magenta) y crónico (amarillo). Los colores van de blanco (exposición mínima: 0,0,0) a negro (exposición máxima: 1,1,1), con tonos intermedios que representan combinaciones de intensidad de los tres ejes, según la leyenda del cubo CMY. (b) Clasificación del MICE en el Mediterráneo, destacando los hotspots (percentil 90, 0,72; rojo) y refugios climáticos (percentil 10, 0,37; azul) dentro de cada ecorregión.

Identificación de hotspots y refugios climáticos

Solo el 3% de la superficie de AMPs corresponde a *hotspots* y 1,95% a refugios a nivel de cuenca. En cambio, a escala de ecorregión, el 8,3% del área de las AMPs son *hotspots* y 6,4% son refugios climáticos. Los mayores *hotspots* se localizan en los mares Jónico (13,8%) y Alborán (12,9%), mientras que los refugios climáticos destacan en el Tirreno (17,2%), Egeo (17%) y Alborán (16,9%) (Ilustración 2).



		Total	Alboran	Algero	Tyrrhenian	Tunisian	Adriatic	Ionian	Aegean	Levant
% Covertura AMP		9,8	6,4	25,8	14,5	2,6	8,1	1,9	8,4	3,1
Umbral Cuenca Mediterránea	%AMPs<P10 (0.37)	1,9	15,2	0,0	4,3	28,1	1,0	8,2	0,0	2,2
	%AMPs>P90 (0.72)	3,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	35,1	12,1	21,0
Umbral Ecoregión	P10 (MICE)	x	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,6	0,4
	%AMPs<P10	6,4	16,9	4,8	17,1	6,1	5,4	1,7	17,0	8,4
	P90 (MICE)	x	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7	0,8	0,7	0,8
	%AMPs>P90	8,3	12,9	9,3	2,9	7,1	1,7	13,8	7,6	4,7

Ilustración 3 a) Mapa de las ocho ecorregiones del mar Mediterráneo. b) Distribución espacial de hotspots climáticos (10 % superior, rojo) y refugios climáticos (10 % inferior, azul) dentro de cada ecorregión, con el perímetro de las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) marcado. La tabla adjunta muestra el porcentaje de AMPs que se superponen con valores bajos (<P10) y altos (>P90) del MICE, utilizando tanto percentiles a nivel de cuenca (P10 = 0,37; P90 = 0,72) como específicos por ecorregión, para contextualizar la ubicación de las AMPs dentro de cada subregión. Los patrones espaciales del Índice Multifacético de Exposición Climática (MICE) muestran heterogeneidad considerable entre las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) del Mediterráneo

Evaluación de la red de AMPs

Los patrones espaciales del MICE muestran una heterogeneidad considerable entre las AMPs del Mediterráneo (Ilustración 3a). A escala regional, en el Mar de Argelia se observa un gradiente norte–sur, con las AMP del norte alcanzando exposiciones elevadas (0,7) frente a valores más bajos en el sur (0,5) (Ilustración 3b); en el Mar Adriático, la exposición varía marcadamente entre AMP sin un patrón espacial claro (Ilustración 3c); alrededor de Sicilia, los valores generales de MICE son bajos, alcanzando algunos de los niveles más bajos del Mediterráneo en el sureste de la isla (0,3) (Ilustración 3d); mientras que en el Mar Egeo se concentran algunas de las exposiciones más altas (0,8) (Ilustración 3e).

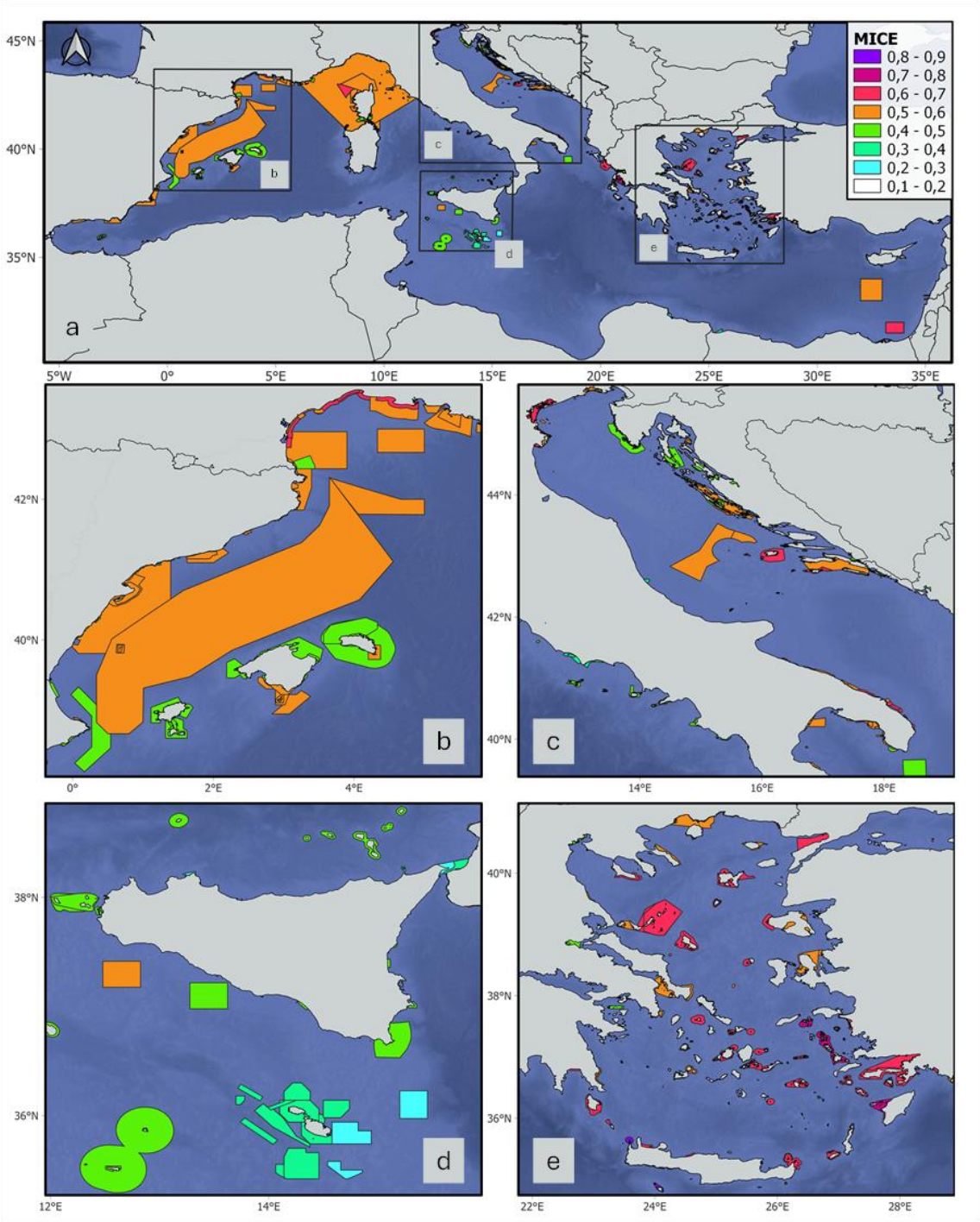


Ilustración 4 Índice Multifacético de Exposición Climática (MICE) en Áreas Marinas Protegidas (AMPs) del Mediterráneo. (a) Mapa de toda la cuenca mostrando los valores de MICE calculados para cada una de las 1,093 AMP. Paneles (b–e) muestran acercamientos regionales de subáreas clave: (b) Golfo de León, Mar Balear y costa catalana. (c) Mar Adriático. (d) Sicilia y aguas circundantes. (e) Mar Egeo.

Discusión

Nuestros resultados destacan un gradiente en las tres facetas de exposición climática (crónica, estacional y aguda) en todo el Mediterráneo. La parte oriental muestra los niveles de exposición más altos, impulsados por el rápido calentamiento, olas de calor prolongadas y fuertes retrasos otoñales, aunque surgen refugios localizados como al este de Creta, donde las tendencias de SST y la probabilidad de extremos son bajas, resaltando la utilidad de un enfoque multifacético.

En el Mediterráneo central, la exposición es moderada, con un gradiente norte–sur: el Adriático presenta valores más elevados, mientras que en la ecorregión de Túnez alberga amplias zonas de refugio. En Sicilia occidental, a pesar de tener valores de MICE bajos, las altas velocidades de cambio climático pueden llevar a cabo un reemplazo de las especies autóctonas por especies lessepsianas (Cilia & Deidun, 2012). En el Mediterráneo occidental, predominan exposiciones intermedias, generalmente impulsadas por estrés agudo, como el elevado número de olas de calor en el Golfo de León y el sur del Adriático, así como adelantos en primavera. A pesar de que la exposición multifacética de esta región sea moderada, los valores de las métricas agudas son elevados y previos estudios han mostrado que eventos extremos recurrentes dan lugar a eventos de mortalidad masiva y colapsos de ecosistemas (Atalah et al., 2024; Brito-Morales et al., 2018; Garrabou et al., 2022; Pörtner et al., 2023; Tejedor et al., 2024).

La comparación del MICE con la red de AMPs revela desajustes importantes, ya que solo una fracción reducida de la superficie protegida coincide con *hotspots* y refugios climáticos, y su distribución es desigual entre ecorregiones. No obstante, la identificación de estos extremos a escala de ecorregión permite detectar nuevos *hotspots* (e.g. en el Mar de Alborán) y refugios (e.g. en el norte del Egeo), reduciendo ligeramente dicho desajuste. Estas diferencias muestran que la planificación de conservación y la gestión de la pesca artesanal deben integrar perspectivas tanto de cuenca como subregionales, incorporando un enfoque climáticamente inteligente y subrayando la importancia de análisis locales para orientar la gestión de AMPs frente al cambio climático.

Es aconsejable que futuras investigaciones evalúen los impactos del MICE en la biodiversidad, las capturas pesqueras, así como su evaluación en función de diferentes escenarios climáticos. Además, podría incluir otros factores como acidificación, hipoxia o aumento del nivel del mar para obtener una visión más integral de la vulnerabilidad marina.

Mientras que el calentamiento crónico afecta la distribución de especies, las variaciones estacionales alteran la fenología y las olas de calor agudas provocan mortalidades masivas (Burrows et al., 2014; Konsta et al., 2025). El índice MICE integra estos tres componentes, revelando presiones acumuladas y permitiendo identificar tanto refugios como *hotspots* a distintas escalas.

El análisis espacial y multifacético permite identificar zonas de vulnerabilidad y resiliencia. Los refugios climáticos son prioritarios para conservación, mientras que los *hotspots* requieren intervenciones para mitigar impactos. La gestión efectiva de AMPs debe considerar conectividad ecológica, gobernanza robusta y coordinación transfronteriza, asegurando la protección de la biodiversidad y la continuidad de los servicios ecosistémicos frente al cambio climático. Integrar MICE en la planificación permite diseñar estrategias adaptativas, combinando conservación, gestión pesquera y políticas climáticamente inteligentes, en línea con objetivos internacionales como el 30x30 de la CBD.

Conclusiones

Este estudio ofrece la primera evaluación espacialmente explícita y multifacética de la exposición climática en la red de Áreas Marinas Protegidas (AMPs) del mar Mediterráneo, revelando contrastes regionales marcados: el Mediterráneo oriental presenta la mayor exposición, la cuenca occidental valores intermedios y la central los más bajos. La integración

de métricas crónicas, estacionales y agudas mediante el MICE permite identificar *hotspots* y refugios con mayor precisión. Incorporar este enfoque en la gestión marina es esencial para proteger la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la resiliencia de las AMPs frente al cambio climático.

Referencias

Atalah, J., Ibañez, S., Aixalà, L., Barber, X., & Sánchez-Jerez, P. (2024). Marine heatwaves in the western Mediterranean: Considerations for coastal aquaculture adaptation. *Aquaculture*, *588*, 740917. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.740917

Beca-Carretero, P., Teichberg, M., Winters, G., Procaccini, G., & Reuter, H. (2020). Projected Rapid Habitat Expansion of Tropical Seagrass Species in the Mediterranean Sea as Climate Change Progresses. *Frontiers in Plant Science*, *11*. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.555376

Ben Rais Lasram, F., GUILHAUMON, F., ALBOUY, C., SOMOT, S., THUILLER, W., & MOUILLOT, D. (2010). The Mediterranean Sea as a 'cul-de-sac' for endemic fishes facing climate change. *Global Change Biology*, *16*(12), 3233–3245. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02224.x

Benedetti-Cecchi, L., Bates, A. E., Strona, G., Bulleri, F., Horta e Costa, B., Edgar, G. J., Hereu, B., Reed, D. C., Stuart-Smith, R. D., Barrett, N. S., Kushner, D. J., Emslie, M. J., García-Charton, J. A., Gonçalves, E. J., & Aspillaga, E. (2024). Marine protected areas promote stability of reef fish communities under climate warming. *Nature Communications*, *15*(1), 1822. https://doi.org/10.1038/s41467-024-44976-y

Brito-Morales, I., García Molinos, J., Schoeman, D. S., Burrows, M. T., Poloczanska, E. S., Brown, C. J., Ferrier, S., Harwood, T. D., Klein, C. J., McDonald-Madden, E., Moore, P. J., Pandolfi, J. M., Watson, J. E. M., Wenger, A. S., & Richardson, A. J. (2018). Climate Velocity Can Inform Conservation in a Warming World. *Trends in Ecology & Evolution*, *33*(6), 441–457. https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.03.009

Burrows, M. T., Schoeman, D. S., Buckley, L. B., Moore, P., Poloczanska, E. S., Brander, K. M., Brown, C., Bruno, J. F., Duarte, C. M., Halpern, B. S., Holding, J., Kappel, C. V., Kiessling, W., O'Connor, M. I., Pandolfi, J. M., Parmesan, C., Schwing, F. B., Sydeman, W. J., & Richardson, A. J. (2011). The Pace of Shifting Climate in Marine and Terrestrial Ecosystems. *Science*, *334*(6056), 652–655. https://doi.org/10.1126/science.1210288

Burrows, M. T., Schoeman, D. S., Richardson, A. J., Molinos, J. G., Hoffmann, A., Buckley, L. B., Moore, P. J., Brown, C. J., Bruno, J. F., Duarte, C. M., Halpern, B. S., Hoegh-Guldberg, O., Kappel, C. V., Kiessling, W., O'Connor, M. I., Pandolfi, J. M., Parmesan, C., Sydeman, W. J., Ferrier, S., … Poloczanska, E. S. (2014). Geographical limits to species-range shifts are suggested by climate velocity. *Nature*, *507*(7493), 492–495. https://doi.org/10.1038/nature12976

Cilia, D. P., & Deidun, A. (2012). Branching out: mapping the spatial expansion of the lessepsian invader mytilid Brachidontes pharaonis around the Maltese Islands. *Marine Biodiversity Records*, *5*, e28. https://doi.org/10.1017/S1755267212000152

Cooley, S., Schoeman, D., Bopp, L., Boyd, P., Donner, S., Ghebrehiwet, D. Y., Ito, S.-I., Kiessling, W., Martinetto, P., Ojea, E., Racault, M.-F., Rost, B., & Skern-Mauritzen, M. (2023). Oceans and

Coastal Ecosystems and Their Services. In K. Hilmi & L. Levin (Eds.), *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp. 379–550). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.005

Doney, S. C., Ruckelshaus, M., Emmett Duffy, J., Barry, J. P., Chan, F., English, C. A., Galindo, H. M., Grebmeier, J. M., Hollowed, A. B., Knowlton, N., Polovina, J., Rabalais, N. N., Sydeman, W. J., & Talley, L. D. (2012). Climate Change Impacts on Marine Ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, *4*(1), 11–37. https://doi.org/10.1146/annurev-marine-041911-111611

Garrabou, J., Gómez-Gras, D., Medrano, A., Cerrano, C., Ponti, M., Schlegel, R., Bensoussan, N., Turicchia, E., Sini, M., Gerovasileiou, V., Teixido, N., Mirasole, A., Tamburello, L., Cebrian, E., Rilov, G., Ledoux, J., Souissi, J. Ben, Khamassi, F., Ghanem, R., … Harmelin, J. (2022). Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. *Global Change Biology*, *28*(19), 5708–5725. https://doi.org/10.1111/gcb.16301

Konsta, K., Doxa, A., Katsanevakis, S., & Mazaris, A. D. (2025). Projected marine heatwaves over the Mediterranean Sea and the network of marine protected areas: a three-dimensional assessment. *Climatic Change*, *178*(2), 17. https://doi.org/10.1007/s10584-025-03860-4

Marbà, N., Jordà, G., Agustí, S., Girard, C., & Duarte, C. M. (2015). Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota. *Frontiers in Marine Science*, *2*. https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00056

Poloczanska, E. S., Brown, C. J., Sydeman, W. J., Kiessling, W., Schoeman, D. S., Moore, P. J., Brander, K., Bruno, J. F., Buckley, L. B., Burrows, M. T., Duarte, C. M., Halpern, B. S., Holding, J., Kappel, C. V., O'Connor, M. I., Pandolfi, J. M., Parmesan, C., Schwing, F., Thompson, S. A., & Richardson, A. J. (2013). Global imprint of climate change on marine life. *Nature Climate Change*, *3*(10), 919–925. https://doi.org/10.1038/nclimate1958

Pörtner, H.-O., Scholes, R. J., Arneth, A., Barnes, D. K. A., Burrows, M. T., Diamond, S. E., Duarte, C. M., Kiessling, W., Leadley, P., Managi, S., McElwee, P., Midgley, G., Ngo, H. T., Obura, D., Pascual, U., Sankaran, M., Shin, Y. J., & Val, A. L. (2023). Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts. *Science*, *380*(6642). https://doi.org/10.1126/science.abl4881

Soto-Navarro, J., Jordá, G., Amores, A., Cabos, W., Somot, S., Sevault, F., Macías, D., Djurdjevic, V., Sannino, G., Li, L., & Sein, D. (2020). Evolution of Mediterranean Sea water properties under climate change scenarios in the Med-CORDEX ensemble. *Climate Dynamics*, *54*(3–4), 2135–2165. https://doi.org/10.1007/s00382-019-05105-4

Tejedor, E., Benito, G., Serrano-Notivoli, R., González-Rouco, F., Esper, J., & Büntgen, U. (2024). Recent heatwaves as a prelude to climate extremes in the western Mediterranean region. *Npj Climate and Atmospheric Science*, *7*(1), 218. https://doi.org/10.1038/s41612-024-00771-6

Evolución de la especie invasora langostino marrón (*Penaeus aztecus*, Ives 1891) en el Mar Menor

José Peñalver García[1], Miguel Vivas Salvador[2], Visitación López Abellán[3], Emilio María Dolores Pedrero[1], Carlos J. García Alonso[1], Francisco J. Murcia Navarro[1], Emilio Romero Baldonado[1].

1. Servicio de Pesca y Acuicultura. D.G. Producción Agrícola, Ganadera y Pesquera. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca (CARM).

2. Instituto Español de Oceanografía de Murcia (CSIC).

3. Cofradía de Pescadores de San Pedro del Pinatar.

RESUMEN

El 15 de mayo de 2024 se detectó en la Lonja pesquera de Lo Pagán, en el municipio de San Pedro del Pinatar (Región de Murcia) la presencia de ejemplares de langostino con características morfológicas distintas a las del langostino mediterráneo (*Penaeus kerathurus*, Forskål 1775). La nueva especie, de la que se obtuvo inicialmente tres ejemplares, fue identificada como *Penaeus aztecus*. Se estableció un plan de muestreos para cuantificar su presencia, realizándose un chequeo en 189 lotes en 2024 y 267 lotes en 2025 presentados a la venta en la lonja de Lo Pagán (análisis del 26,4% del volumen de langostino comercializado en 2024 y del 41,9 en 2025), todo ello referido a la primera temporada de pesca, de mayo a junio. En 2024 se hallaron ejemplares de *P. aztecus* en 161 lotes (85,2%). El total de individuos de *P. aztecus* detectados fue de 835, lo que implica una frecuencia de aparición del 0,73% de ejemplares respecto del total de langostino comercializado. Se hallaron ejemplares de *P. aztecus* en todas las zonas de pesca analizadas, con una frecuencia entre 0,56 y 1,30%, lo que indica que su distribución en las zonas de pesca es amplia y homogénea. En 2025 se hallaron ejemplares de *P. aztecus* en 91 lotes (34,1%) con un total de individuos de 132, lo que implica una frecuencia de aparición del 0,07% de ejemplares respecto del total de langostino comercializado, también ampliamente distribuido por las zonas de captura. *P. aztecus* es una especie invasora que ha sido descrita en su avance por todo el Mediterráneo desde Turquía hasta la Península Ibérica. En aguas españolas, fue detectada por primera vez en las costas de Cataluña, posteriormente en las costas de la Comunidad Valenciana, y finalmente ha sido detectada en la Región de Murcia. La presencia *P. aztecus* en el Mar Menor tiene gran importancia, no sólo desde un punto de vista ecológico, sino también socioeconómico, debido al posible impacto que su desarrollo puede tener en una pesquería tradicional como es la del langostino del Mar Menor. Los datos evidencian que la presencia de la especie invasora el segundo año (2025) ha sido significativamente menor que en 2024, lo cual parece indicar que las características ecológicas de la laguna pueden ser un freno a su expansión, si bien es necesario seguir realizando seguimiento de su evolución.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se describen los resultados del plan de seguimiento del langostino del Caribe o marrón en la Región de Murcia, en concreto en el interior de la laguna costera hipersalina del Mar Menor. El langostino del Caribe (*P. aztecus*) es una especie invasora que ha sido descrita en su avance por todo el Mediterráneo desde el este hacia el oeste (Santos-Bethencourt et al., 2023). Previamente fue detectado en el litoral mediterráneo español en las costas de Cataluña en 2022 (Santos-Bethencourt et al., 2023) y posteriormente, en el 2023, en las costas de la Comunidad Valenciana (Spinelli et al., 2023). *P. aztecus* (cuyo código FAO es ABS) es una especie originaria del Atlántico noroccidental, cuya distribución se extiende desde Massachusetts hasta el Golfo de México y el noroeste de Yucatán, vive en fondos arenosos hasta 170 m de profundidad. Su distribución está marcada por su desarrollo ontogénico, ocupando los adultos hábitats marcadamente marinos, mientras los juveniles prefieren los ambientes estuáricos. Su talla máxima es de 19,5 cm en machos y 23,6 en hembras (Holthuis, 1980), teniendo una gran importancia económica, estimándose un volumen de capturas entre 40.000 y 60.000 toneladas anuales (MAPA, 2014).

El Mar Menor, situado en el sureste de la Península Ibérica (37°38'N, 0°42'W), con 135 km² de superficie, es la laguna salada más grande de Europa. Está separado del Mar Mediterráneo por una franja de arena de 22 km de longitud y entre 100 y 1.200 m de anchura. La profundidad máxima no es superior a 7 m y la salinidad se encuentra entre los 42 y 47, mientras que el agua del Mediterráneo tiene una salinidad entre 36 y 37 (Peñalver et al., 2015). A través de canales o golas se produce el intercambio de agua y con ello, el movimiento de especies entre ambas masas de agua (figura 1).

Figura 1. Laguna costera del Mar Menor, representándose las 18 zonas de pesca o "compañías de pesca" donde se captura langostino.

La pesca en el Mar Menor se realiza mediante artes de pesca tradicionales y está regulada por el Reglamento de pesca del Mar Menor (CARM, 1984). Están prohibidas las artes de pesca como cerco y arrastre, utilizándose exclusivamente redes de trasmallo, palangre de fondo, artes de parada y la encañizada. La captura de los langostinos se realiza mediante artes de parada, denominadas paranzas, consistentes en una travesía, dos caracoles y un copo donde quedan atrapadas vivas las capturas. En función de la luz de malla, las paranzas tienen distintas especies objetivo. La paranza destinada a la captura de langostinos, denominada "charamita" tiene una luz de malla de 20 pasadas en 20 cm o más clara y su uso está regulada por la Orden de 8 de mayo de 2014 (CARM, 2014). En dicha orden se establecen dos periodos de captura o calamento: desde el día 1 de mayo hasta el 10 de julio y desde el día 10 de septiembre hasta el 15 de noviembre.

La pesca del langostino es una de las pesquerías más características del Mar Menor, capturándose el langostino mediterráneo (*Penaeus kerathurus*). Esta especie de langostino se captura en la Región de Murcia exclusivamente en el Mar Menor, donde no se reproduce, procediendo los juveniles de la zona de reproducción, alrededor de la desembocadura del río Segura, en Guardamar, Alicante (Barcala et al., 2009). Todas las capturas de esta especie deben pasar por la lonja de primera venta, en este caso la de Lo Pagan, en San Pedro del Pinatar, donde son comercializadas o bien son documentadas para ser vendidas en otras lonjas, especialmente Cartagena y Santa Pola. El histórico de las capturas del langostino mediterráneo en el Mar Menor refleja unas capturas anuales entre 5 y 9 toneladas, si bien algunas campañas se han superado las 20 toneladas (máximo de 27,5 toneladas el año 2016; Memoria del Servicio de Pesca y Acuicultura, 2022). Las diferencias de capturas no sólo son anuales, sino que también pueden ocurrir entre los dos periodos de pesca dentro de cada campaña (Barcala et al., 2009). Según López-Martínez et al. (2003) la abundancia de capturas de langostinos se ve influida no sólo por el esfuerzo pesquero, sino también por variables ambientales como la temperatura, salinidad o el aporte de nutrientes entre otros.

En el presente trabajo se reportan los primeros datos del plan de seguimiento sobre la frecuencia y distribución de ejemplares de la especie invasora *P. aztecus* en la Región de Murcia, en concreto en la laguna del Mar Menor, así como una valoración del posible impacto medioambiental y socioeconómico.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la primera temporada de pesca del langostino, entre mayo y junio de 2024 y 2025, se analizaron diferentes lotes de langostino presentados para su venta en la Lonja de San Pedro del Pinatar. Se muestrearon 189 lotes de langostino en 2024 y 267 en 2025, realizando una búsqueda visual de los ejemplares. Para cada lote analizado se registró su presencia o ausencia, el número de ejemplares, la zona de captura y el peso total de langostinos (*P. kerathurus* y *P. aztecus*). Para determinar el porcentaje de *P. aztecus* respecto al total de langostino, se calculó considerando una media de 120 ejemplares de langostino por kilogramo.

Los datos sobre capturas de langostino fueron consultados en la base de datos del Ministerio sobre estadística pesquera (TRAZAPES).

Estadística realizada mediante tablas dinámicas de Excel.

RESULTADOS

Resultados 2024

Se analizaron 189 lotes de langostino para determinar la presencia de *P. aztecus*. Estos muestreos se realizaron en 30 jornadas distintas de pesca de las 44 totales en las que se comercializó langostino. En total se muestrearon 949,1 kg de langostino de los 3.600 comercializados, lo cual supone un 26,4% del total capturado. De los 189 lotes analizados se hallaron ejemplares de *P. aztecus* en 161, lo que supone la presencia de esta especie invasora en el 85,2% de los lotes. El número total de ejemplares de *P. aztecus* fue de 835, lo que supone un porcentaje del 0,73% respecto al total de ejemplares de langostino comercializado. La presencia de *P. aztecus* en lotes de langostino comercializado en función de los días de muestreo se representan en la tabla 1, mientras que en la tabla 2 se representa la frecuencia de aparición en función de las distintas compañías o zonas de pesca estudiadas.

Fecha Muestreo	Kg Langostino analizado	Nº langostinos Total	Nº *P. aztecus*	% *P. aztecus*
15/05/2024	7,00	840	3	0,357
16/05/2024	53,24	6.389	13	0,203
20/05/2024	31,08	3.730	6	0,161
21/05/2024	29,66	3.559	8	0,225
22/05/2024	59,41	7.129	39	0,547
23/05/2024	39,67	4.760	23	0,483
24/05/2024	70,97	8.516	69	0,810
27/05/2024	51,83	6.220	30	0,482
28/05/2024	53,15	6.378	42	0,659
29/05/2024	65,09	7.811	60	0,768
30/05/2024	36,35	4.362	37	0,848
03/06/2024	93,04	11.165	56	0,502
04/06/2024	25,29	3.035	10	0,330
05/06/2024	20,67	2.480	11	0,443
06/06/2024	36,35	4.362	37	0,848
07/06/2024	46,06	5.527	29	0,525
10/06/2024	28,87	3.464	21	0,606
11/06/2024	28,43	3.412	49	1,436
12/06/2024	7,68	922	6	0,651

13/06/2024	16,98	2.038	35	1,718
14/06/2024	17,33	2.080	26	1,250
17/06/2024	6,77	812	15	1,846
18/06/2024	6,14	737	17	2,307
19/06/2024	28,89	3.467	24	0,692
20/06/2024	11,24	1.349	23	1,705
21/06/2024	17,07	2.048	38	1,855
24/06/2024	16,31	1.957	36	1,839
25/06/2024	20,38	2.446	33	1,349
26/06/2024	15,69	1.883	26	1,381
27/06/2024	8,45	1.014	13	1,282
Total	**949,09**	**113.891**	**835**	**0,734**

Tabla 1. Porcentaje de ejemplares de *P. aztecus* respecto del total de langostino comercializado en los distintos días de muestreo.

Compañía de Pesca	**Kg Langostino analizados**	**Nº langostinos total**	**Nº *P. aztecus***	**% *P. aztecus* Compañía**
La Chanca	8,94	1.073	14	1,305
El Trocico	46,14	5.537	49	0,885
Seco Grande	386,41	46.369	355	0,766
Matas Gordas	190,23	22.828	174	0,762
El Carbón	14,73	1.768	19	1,075
Los Palos	13,41	1.609	10	0,621
La Embestida	105,14	12.617	89	0,705
Sosica	184,09	22.091	125	0,566
Total	**949,09**	**113.891**	**835**	**0,733**

Tabla 2. Porcentaje de ejemplares de *P. aztecus* respecto del total de langostino en los distintas zonas de pesca muestreadas.

En la tabla 3 se detallan los estadísticos descriptivos referentes a longitud total y del cefalotórax de los ejemplares muestreados de *P. keraturus* y *P. aztecus.*

2024	***Penaeus kerathurus* (N=690*)***		***Penaeus aztecus* (N=122)**	
	Longitud total	Longitud cefalotórax	Longitud total	Longitud cefalotórax
Media	114,7	30,4	142,5	38,5
Desviación estándar	17,3	6,2	15,3	4,2
Máximo	170	50	180	49
Mínimo	75	16	108	29

Mediana	115,0	30,0	141,5	38,0

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de tallas de los ejemplares de *P. keraturus* y *P. aztecus* (mm)

Resultados 2025

Se analizaron 267 lotes de langostino para determinar la presencia de *P. aztecus*. Estos muestreos se realizaron en 34 jornadas distintas. En total se muestrearon 1.423,1 kg de langostino de los 3.388 comercializados, lo cual supone un 41,9% del total capturado. De los 267 lotes analizados se hallaron ejemplares de *P. aztecus* en 91, lo que supone la presencia de esta especie invasora en el 31,4% de los lotes. El número total de ejemplares de *P. aztecus* fue de 132, lo que supone un porcentaje del 0,07% respecto al total de ejemplares de langostino comercializado. La presencia de *P. aztecus* en lotes de langostino comercializado en función de los días de muestreo se representan en la tabla 4, mientras que en la tabla 5 se representa la frecuencia de aparición en función de las distintas compañías o zonas de pesca estudiadas.

Fecha Muestreo	**Kg Langostino analizado**	**Nº langostinos Total**	**Nº *P. aztecus***	**% *P. aztecus***
28/04/2025	42,89	5.147	0	0,000
29/04/2025	39,14	4.697	1	0,021
30/04/2025	21,67	2.600	1	0,038
05/05/2025	31,99	3.839	2	0,052
06/05/2025	36,72	4.406	2	0,045
07/05/2025	16,30	1.956	4	0,204
08/05/2025	23,09	2.771	3	0,108
09/05/2025	20,25	2.430	2	0,082
12/05/2025	70,35	8.442	4	0,047
13/05/2025	65,77	7.892	1	0,013
14/05/2025	35,72	4.286	3	0,070
16/05/2025	111,65	13.398	7	0,052
17/05/2025	72,57	8.708	4	0,046
19/05/2025	39,92	4.790	4	0,084
20/05/2025	88,25	10.590	7	0,066
21/05/2025	58,65	7.038	6	0,085
22/05/2025	54,84	6.581	4	0,061
26/05/2025	99,69	11.963	5	0,042
27/05/2025	40,59	4.871	3	0,062
28/05/2025	23,86	2.863	3	0,105
30/05/2025	45,32	5.438	4	0,074
02/06/2025	41,33	4.960	4	0,081
04/06/2025	44,11	5.293	4	0,076
05/06/2025	47,61	5.713	6	0,105
06/06/2025	45,21	5.425	5	0,092
11/06/2025	29,89	3.587	2	0,056

12/06/2025	38,14	4.577	4	0,087
13/06/2025	33,68	4.042	10	0,247
16/06/2025	37,97	4.556	5	0,110
17/06/2025	12,31	1.477	3	0,203
18/06/2025	12,97	1.556	7	0,450
20/06/2025	10,98	1.318	4	0,304
23/06/2025	16,83	2.020	4	0,198
24/06/2025	12,84	1.541	4	0,260
Total	**1.423,1**	**170.772**	**132**	**0,077**

Tabla 4. Porcentaje de ejemplares de *P. aztecus* respecto del total de langostino comercializado en los distintos días de muestreo.

Compañía de Pesca	**Kg Langostino analizados**	**Nº langostinos total**	**Nº *P. aztecus***	**% *P. aztecus* Compañía**
La Chanca	96,62	11.594	6	0,052
El Trocico	205,73	24.688	23	0,093
Seco Grande	350,12	42.014	29	0,069
Matas Gordas	140,14	16.817	15	0,089
El Carbón	244,42	29.330	25	0,085
Los Palos	24,28	2.914	3	0,103
El Bolondo	15,1	1.812	0	0,000
El Pedruchico	16,48	1.978	3	0,152
El Galan	93,32	11.198	9	0,080
La Embestida	20	2.400	2	0,083
Sosica	216,89	26.029	17	0,065
Total	**1.423,1**	**170.772**	**132**	**0,077**

Tabla 5. Porcentaje de ejemplares de *P. aztecus* respecto del total de langostino en los distintas zonas de pesca muestreadas.

2025	***Penaeus kerathurus* (N=120*)***		***Penaeus aztecus* (N=21)**	
	Longitud total	Longitud cefalotórax	Longitud total	Longitud cefalotórax
Media	127,1	27,7	166,4	36,3
Desviación estándar	14,2	4,0	34,2	8,2
Máximo	162	3,9	230	52
Mínimo	98	21	113	24
Mediana	130,0	27,0	160	33,0

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de tallas de los ejemplares de *P. keraturus* y *P. aztecus* (mm)

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se describen los resultados del plan de seguimiento de una especie invasora, el langostino del Caribe, café o marrón (*P. aztecus*) en las costas de la Región de Murcia, concretamente en el interior de la laguna hipersalina del Mar Menor. Esta especie fue descrita por primera vez en el Mar Mediterráneo en 2009 en Turquía (Deval et al., 2010) y ha sido capaz de colonizar en un periodo de tiempo relativamente corto (16 años) la mayor parte de sus costas hasta llegar a la Región de Murcia. Esta capacidad de expansión convierte a esta como una de las especies con mayor capacidad invasora en el Mediterráneo (Gönülal & Türetken, 2019; Spinelli et al., 2023). En el litoral de la Península Ibérica se había descrito su presencia en las costas de Cataluña en 2022 (Santos-Bethencourt et al., 2023) y posteriormente, en el 2023, en las costas de la Comunidad Valenciana (Spinelli et al., 2023). Se desconoce el origen de la presencia de esta especie en el Mediterráneo. Para algunos autores sería a través del agua de lastre de embarcaciones de comercio internacional (Deval et al., 2010; Minos et al., 2015), mientras que también se indica la posibilidad de ser el resultado de una fuga o introducción desde actividad acuícola ilegal (Cruscanti et al, 2015), e incluso se apunta a la posibilidad de ambos orígenes (Froglia & Escanu, 2023). La expansión de especies invasoras es una amenaza cada vez más frecuente en distintos ecosistemas. En el caso de ecosistemas sometidos a fuertes presiones antropogénicas, como es el Mar Menor, el desarrollo de especies invasoras puede provocar desequilibrios ecológicos irreversibles. Recientemente, en el año 2014, el Mar Menor fue colonizado por otra especie de crustáceo, el cangrejo azul (*Callinectes sapidus*), produciendo un efecto adverso sobre los artes de pesca y de predación sobre otras especies, especialmente de crustáceos. Tras varios años de crecimiento de la población, esta se ha estabilizado y se ha convertido en un recurso pesquero importante para la flota pesquera de artes menores que faena en el Mar Menor (Memoria del Servicio de Pesca y Acuicultura, 2022).

El langostino mediterráneo (*Penaeus kerathurus*) es una especie emblemática del Mar Menor, con un gran valor socioeconómico y gastronómico, siendo la laguna salada el único caladero de esta especie en la Región de Murcia, capturándose con métodos tradicionales y respetuosos con el medio marino (ASEPEMM, 2019).

Esta especie no se reproduce en el interior de la laguna, necesitando en la fase juvenil agua con poca salinidad que encuentran en desembocaduras de ríos. En el caso de los langostinos del Mar Menor se considera que proceden de migraciones de ejemplares juveniles procedentes del área de desembocadura del río Segura en Guardamar, Alicante (Barcala et. al, 2009; ASEPEMM, 2019), y por tanto entrarían al interior de la laguna a través de las golas (canales que comunican el Mar Menor con el Mediterráneo). Por ese motivo se capturan ejemplares de todos los tamaños: entre 7 y 20 cm, siendo el rango más frecuente entre 11 y 15 cm (Barcala et. al, 2009; ASEPEMM, 2019). En el presente estudio, el rango de longitud total de los ejemplares estudiados fue de 7,5 a 17 cm, con una media de 11,4 cm en 2024 y de 12,7 en 2025, estando en consonancia con los estudios previos. Ello indica presencia de ejemplares en distintos grados de desarrollo,

como consecuencia del ciclo descrito por Barcala et al. (2009): los ejemplares se introducen en la laguna en fase juvenil y se van desarrollando, observándose ejemplares de todos los tamaños hasta volver al Mediterráneo para reproducirse.

En el caso de *P. Aztecas,* no se han hallado ejemplares de menos de 10,8 cm, siendo el ejemplar de mayor tamaño de 23 cm, con una media de 14,2 en 2024 y de 16,6 en 2025. Estos datos confirman que la población analizada es de mayor tamaño que la de *P. kerathurus*, presentando además tallas más homogéneas (tablas 3 y 6). La ausencia de tallas pequeñas podría deberse a que los ejemplares de esta especie entren en la laguna siendo adultos y por tanto con un tamaño superior a *P. keraturus*, cuya población en la laguna está compuesta básicamente por juveniles. Según describen distintos autores (Rodríguez, 1977; López-Martínez et al., 2003), el ciclo de vida de los langostinos se caracteriza por migrar a través de diversos biotopos caracterizados esencialmente por su gradiente de salinidad. La puesta tiene lugar en el mar; las larvas y primeras postlarvas son planctónicas. Las postlarvas penetran a los estuarios y lagunas o se aproximan a la costa. Los langostinos regresan al mar cuando alcanzan una talla aproximada de 10 cm, terminando el ciclo en el mar. En ocasiones las postlarvas no se introducen en lagunas o masas de aguas costeras. *P. aztecus* está expandiéndose y colonizando nuevos hábitats, por lo que en esta fase inicial de colonización podría tener un ciclo en el que las postlarvas no se introduzcan en el Mar Menor, como así hace *P. kerathurus*. En la laguna costera Umm-Hufayn, en Libia, Abdulrraziq et al. (2021) comunicaron el primer registro de *P. aztecus* en dicho país, describiendo los 13 ejemplares capturados en el interior de la laguna, con un rango de tallas de 15,2 a 18,6 cm, que si bien son mayores a las del presente trabajo, coinciden en la ausencia de ejemplares inmaduros.

En 2024 se han identificado 835 ejemplares de *P. aztecus* de los casi 114.000 ejemplares muestreados, es decir, el 0,73%. Sin embargo, en 2025 se detectaron 132 ejemplares de los más de 170.000 analizados, con una frecuencia del 0,07. Por tanto, la presencia de esta especie invasora en la laguna es significativamente menor en 2025 que en 2024. Posiblemente, las características ecológicas de la laguna, como su hipersalinidad y temperaturas extremas pueden ser un freno a la expansión de la especie en el Mar Menor. Los ejemplares fueron capturados en su totalidad en profundidades inferiores a los 2,5 m. Sin embargo, en los lugares donde se captura habitualmente esta especie, las mayores densidades de *P. aztecus* se dan en profundidades de 10 a 70 m (Kevrekidis, 2014; ICATMAR, 2024). Obviamente esas profundidades son muy superiores a las existentes en el Mar Menor, por lo que podría estar entrando de forma puntual a través de las golas procedente de poblaciones asentadas en el Mediterráneo, buscando nuevas zonas de expansión.

La captura de langostino en el Mar Menor se realiza con charamitas que son caladas en la cara oeste de la Manga, sobre sustrato arenoso entre 0,5 y 2 metros de profundidad (Barcala et al, 2009), estando dividido administrativamente en 18 zonas o “compañías” de pesca según Reglamento de pesca del Mar Menor (CARM, 1984). Si bien son 18 las compañías de pesca, los pescadores utilizan con mayor intensidad determinadas zonas de mayor anchura, las favorecidas por las corrientes y las más próximas a las golas por donde se introducen los langostinos en la laguna. Se han hallado ejemplares de *P. aztecus* en casi todas las compañías donde se realiza pesca (tablas 2 y 4), por lo que podemos afirmar que esta especie está presente

por todo el caladero del langostino del Mar Menor y de forma bastante homogénea, pues se encuentran porcentajes similares en todas las compañías.

P. aztecus no se encuentra incluido en el catálogo nacional de especies exóticas invasoras regulado por el Real Decreto 630/2013, por lo que al igual que ocurre con el cangrejo azul (*Callinectes sapidus*), puede ser comercializado a través de las lonjas pesqueras. *P. aztecus* es capturado en grandes cantidades (hasta 40-50 kg) con redes de arrastre de fondo y con trasmallos en zonas de Turquía e Italia, donde es considerada como una especie con gran valor gastronómico, alcanzando precios elevados en primera venta (Bakır & Aydin, 2016; Froglia & Scanu, 2023). En el caso de España, ya se está comercializando en Cataluña. ICATMAR (2024) ha realizado 45 encuestas a los pescadores de distintas cofradías, evidenciándose capturas de *P. aztecus* en todas las localizaciones excepto en Deltebre, con capturas que varían entre pocos individuos y un máximo de 4 kg por día. Las capturas en la costa catalana se realizan mayoritariamente con redes de arrastre y trasmallo, obteniéndose las capturas más abundantes entre los 50 y 70 m mediante arrastre de fondo. En general, la percepción de los pescadores catalanes es favorable al sumarse como nuevo recurso pesquero a los ya existentes. Por otro lado, los precios de venta en el año 2023 en Cataluña de *P. aztecus* fueron de media 12 euros /kg para tallas medianas y 23 euros/kg para tallas grandes (ICATMAR, 2024) lo cual representa un valor inferior que el obtenido por *P. kerathurus* en la lonja de Lo Pagan, donde normalmente supera los 30 euros/kg, pudiendo superar puntualmente los 50-60 euros (Memoria del Servicio de Pesca y Acuicultura, 2022). Esta diferencia de precios entre ambas especies ha sido descrita en países como Italia, donde en el año 2017 *P. aztecus* se pagaba a 15-20 euros/kg, mientras que *P. kerathurus* alcanzaba un precio de 30-40 euros/kg (Zava et al., 2018).

El caso del Mar Menor es claramente distinto, pues la pesquería de *P. kerathurus* se realiza sobre un área con una extensión muy pequeña (las 18 compañías de pesca tienen una superficie aproximada de 7,6 km² de los 135 que tiene la laguna) sobre fondos de arena entre 0,5 y 2 metros, por lo que la entrada masiva de *P. aztecus* podría afectar de forma severa a las poblaciones de *P. keraturus* al competir a nivel espacial y trófico en un hábitat tan pequeño. A priori, aguas tan someras como las del Mar Menor no son la profundidad óptima para *P. aztecus* y su presencia, en el caso que se deba a entradas puntuales procedentes de poblaciones asentadas desde aguas más profundas del Mediterráneo, tendría un menor impacto sobre la pesquería de *P. kerathurus*.

Los resultados de 2025, como se ha comentado anteriormente, indican una menor presencia en la laguna que en el año de su primera detección (2024), lo cual parece indicar que su expansión se ha frenado en el interior de la laguna, posiblemente por no haber encontrado condiciones ecológicas adecuadas, sin embargo es necesario seguir realizando el seguimiento en las próximas campañas.

BIBLIOGRAFÍA

Abdulrraziq AA, Abdulghani A, Ibrahim SM, Zava B, Deidun A (2021) First record of the northern brown shrimp Penaeus aztecus Ives, 1891 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) from Libyan waters. BioInvasions Records 10: 287–294, https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.2.06.

ASAPEMM. 2019. Asesoramiento para la sostenibilidad ambiental de la pesquería del langostino en el Mar Menor. Cofradía de Pescadores de San Pedro del Pinatar. https://www.programapleamar.es/proyectos/asapemm-asesoramiento-para-la-sostenibilidad-ambiental-de-la-pesqueria-de-langostino-del-mar-Menor

Bakır K., Aydın I., 2016. New localities in the Aegean Sea for alien shrimps Penaeus aztecus (Ives, 1891) and Metapenaeus affinis (H. Milne Edwards, 1837). Acta Adriatica, 57 (2): 273-280, https://dx.doi.org/10.21411/CBM.A.3EB0C2CF.

Barcala E, Maestre R, Mas J. 2009. La pesca en el Mar Menor: desarrollo actual y propuestas de regulación. Informe Técnico del IEO para la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, Comunidad Autónoma de Murcia.

CARM. 1984. Decreto 91/1984, de 2 de agosto, de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca, por el que se aprueba el Reglamento de Pesca en el Mar Menor. *BORM 198, de 29 de agosto de 1984*.

CARM. 2014. Orden de 8 de mayo de 2014, de la Consejería de agricultura y Agua, por la que se regula el calamento del arte de langostinera en el mar menor. BORM 1061, de 10 de mayo de 2014.

Cruscanti M, Innocenti G, Alvarado Bremer JR, Galil BS (2015) First report of the brown shrimp Penaeus aztecus Ives, 1891 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in the Tyrrhenian Sea. Marine Biodiversity Records 8: 1–4, https://doi.org/10.1017/S1755267215000664.

Deval M. C., Kaya Y., Güven O., Gökoğlu M., Froglia C., 2010. An unexpected find of the western Atlantic shrimp, Farfantepenaeus aztecus (Ives, 1891) (Decapoda, Penaeidae) in Antalya Bay, eastern Mediterranean Sea. Crustaceana, 83 (12): 1531-1537, http://dx.doi.org/10.1163/001121610X538859.

Froglia C., Scanu M., 2023. Notes on the spreading of Penaeus aztecusIves 1891 (Decapoda, Penaeidae) in the Mediterranean Sea and on its repeated misidentifications in the region. Biology, 12 (6), 793, https://doi.org/10.3390/biology12060793.

Gönülal O, Türetken P (2019) One of the most invasive alien species, Penaeus aztecus Ives, 1891 reached the Black Sea coasts. BioInvasions Records 8: 871–875, https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.4.15.

Holthuis, 1980 L.B. FAO species catalogue. Vol.1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop., (125) Vol.l:271 p.

Institut Català de Recerca per a la Governança de la Mar (ICATMAR). Anàlisi preliminar de les captures i percepció socioeconòmica del llagostí cafè, Penaeus aztecus Ives, 1891, a la mar de l'Ebre. 38 pp, La Ràpita. https://icatmar.cat/wp-content/uploads/2024/01/Aztecus_Informe_ICATMAR_PP_2.pdf.

Kevrekidis, K., 2014. The occurrence of the Atlantic penaeid prawn Farfantepenaeus aztecus (Ives, 1891) in the Thermaikos Gulf (Aegean sea, Eastern Mediterranean): considerations on the potential establishment and impact on the autochthonous Melicertus kerathurus (Forskål, 1775). Crustaceana 78:1606-1619

López-Martinez J, Arreguín-Sánchez F, Hernández-Vázquez S, García-Juárez AR, Valenzuela-Quiñonez W (2003). Interanual variation of growth of the Brown shrimp Farfantepenaeus californiensis and its relation to temperature. Fisheries Research 61: 95-105. https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00239-4.

Memoria del Servicio de Pesca y Acuicultura de la Región de Murcia (2022). https://www.carm.es/web/descarga?ARCHIVO=Memoria%202021%20Baja%20Resolucion.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=96170&IDTIPO=60&RASTRO=c494$m22084.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAPA). 2014. Mercado de Crustáceos. https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/mercados-economia-pesquera/INFORME%20CRUSTACEOS%20SEPT%202014_tcm30-287438.pdf.

Minos G, Kokokiris L, Imsiridou A, Karachle P, Kapiris K (2015) Notes on the distribution and biology of northern brown shrimp Farfantepenaeus aztecus (Ives, 1891) in the Eastern Mediterranean. Turkish Journal of Zoology 39: 1–7, https://doi.org/10.3906/zoo-1403-19.

Peñalver J., Muñoz M., Romero E., Barcala E., Mª Dolores E. 2015. Primer registro de la fase juvenil de la anguila europea Anguilla anguilla en la laguna hipersalina, Mar Menor, sureste español. Revista de Biología Marina y Oceanografía Vol. 50 (2): 391-395. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572015000300018.

Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. BOE 185, de 03/08/2013.

Rodriguez A (1977). Contribución al conocimiento de la biología y pesca del langostino, Penaeus kerathurus (Forskäl 1775) del golfo de Cádiz (Región Sudatlántica española). Revista Investigación Pesquera 41 (3): 603-535.

Spinelli A., Sendín P., Tiralongo F., 2023. Westward expansion of the brown shrimp Penaeus aztecus, Ives 1891 (Decapoda: Penaeidae) in the Mediterranean Sea: a review on the Mediterranean distribution and first record from Spain. Natural History Sciences. 10 (2): https://doi.org/10.4081/nhs.2023.711.

Santos-Bethencourt R, Rotllant G, Abelló P. 2023. The brown shrimp, Penaeus aztecus Ives, 1891, reaches the Iberian Peninsula Mediterranean coasts. BioInvasions Records 12(4): 1015–1023, https://doi.org/10.3391/bir.2023.12.4.14.

Zava B, Insacco G, Galil BS (2018) The first record of the brown shrimp Penaeus aztecus Ives, 1891 in the central Adriatic coast of Italy. BioInvasions Records 7: 293–296, https://doi.org/10.3391/bir.2018.7.3.10.

Luz y cadenas tróficas: el ciclo lunar como modulador ecológico de las redes tróficas

María Trujillo, Miguel Vivas, Esther Arcas, Encarnación Gracia, Antonio Esteban

Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Murcia

Introducción

El ciclo lunar constituye uno de los principales ritmos naturales que afectan a la vida marina. Desde tiempos ancestrales, pescadores y comunidades costeras han observado cómo la actividad de peces, cefalópodos y crustáceos parece variar en relación con las fases lunares, influyendo en su disponibilidad y en los rendimientos pesqueros.

A pesar de esta importancia cultural y empírica, el estudio científico de la influencia lunar en la ecología trófica de especies explotadas sigue siendo limitado, especialmente en el Mediterráneo occidental.

Este trabajo parte de la idea de que la luna, además de modular mareas e iluminación nocturna, podría actuar como un factor condicionante de las interacciones tróficas. El proyecto se enmarca en la Subárea Geográfica de Evaluación 6 (GSA6, FAO-GFCM), frente a las costas de Murcia, Valencia y Cataluña, una región con elevada relevancia ecológica y socioeconómica, y busca aportar información que conecte procesos naturales y gestión pesquera.

Objetivos

El objetivo general fue analizar la posible influencia de las fases lunares sobre la estrategia trófica de especies marinas explotadas en el Mediterráneo occidental y valorar su repercusión en la actividad pesquera.

Los objetivos específicos fueron:

1. Cuantificar el índice de repleción estomacal (IR) y caracterizar la composición y diversidad de la dieta por especie,

estrato y fase lunar.

2. Comparar las respuestas tróficas entre especies con distinta ecología (bentónicas frente a bentopelágicas).

3. Relacionar los cambios tróficos con los patrones de capturas y esfuerzo de pesca en el ámbito regional.

La pregunta central fue:

¿En qué medida las fases de la luna pueden modular la alimentación de especies explotadas y tener relación con el rendimiento pesquero?

Metodología

Se integraron tres fuentes de información complementarias:

1. Campañas MEDITS (1994–2024): se utilizaron datos estandarizados de contenido estomacal, longitud, sexo y peso de ejemplares de especies demersales y bentónicas. Se seleccionaron 10 especies de interés pesquero, entre ellas Merluccius merluccius, Micromesistius poutassou, Mullus barbatus, Mullus surmuletus, Helicolenus dactylopterus, Trisopterus minutus, Scyliorhinus canicula, Galeus melastomus y Raja clavata.

Se aplicaron filtros metodológicos: (i) mínimo de 20 estómagos por especie y fase lunar, (ii) agrupación de estratos batimétricos en Somero (10–100 m), Medio (101–200 m) y Profundo (201–800 m), y (iii) restricción a capturas hasta las 12:00 h, para que el contenido estomacal reflejara ingestas recientes.

2. Datos de desembarques (2010–2021): se recopilaron registros diarios de 16 lonjas de Murcia y Alicante, correspondientes a flotas de arrastre, cerco y artesanal.

3. Encuestas a pescadores artesanales: se realizaron 24 entrevistas en la cofradía de San Pedro del Pinatar, recogiendo información sobre especies objetivo, percepciones de la influencia lunar en las capturas, cambios de artes o caladeros y factores adicionales como mareas, corrientes o estacionalidad.

Los análisis incluyeron:

- Estimación del IR ajustado por talla y biomasa individual.

- Cálculo del índice de diversidad de Shannon (H') y de la equitatividad de Pielou (J').

- Clasificación de presas en tres grupos funcionales: bentónicas, pelágicas y bentopelágicas.

- Comparaciones estadísticas no paramétricas (Kruskal–Wallis, Wilcoxon) para contrastar diferencias entre fases y estratos.

Resultados

Los análisis del IR sugieren que las especies bentopelágicas (Micromesistius poutassou, Trisopterus minutus, Mullus surmuletus) muestran tendencias relacionadas con la fase lunar, con valores más altos en luna nueva y fases intermedias, y valores más bajos en luna llena. En especies bentónicas como Raja clavata o Helicolenus dactylopterus, las variaciones fueron menos claras y en algunos casos no resultaron significativas.

En cuanto a la diversidad trófica (H'), se observaron incrementos en fases de menor luminosidad (nueva y cuartos), mientras que la luna llena tendió a asociarse con dietas menos diversas. Estas diferencias fueron más marcadas en especies depredadoras generalistas como Merluccius merluccius y Scyliorhinus canicula.

Este patrón apunta a que la luz nocturna podría estar modulando el comportamiento de presas y depredadores de manera indirecta.

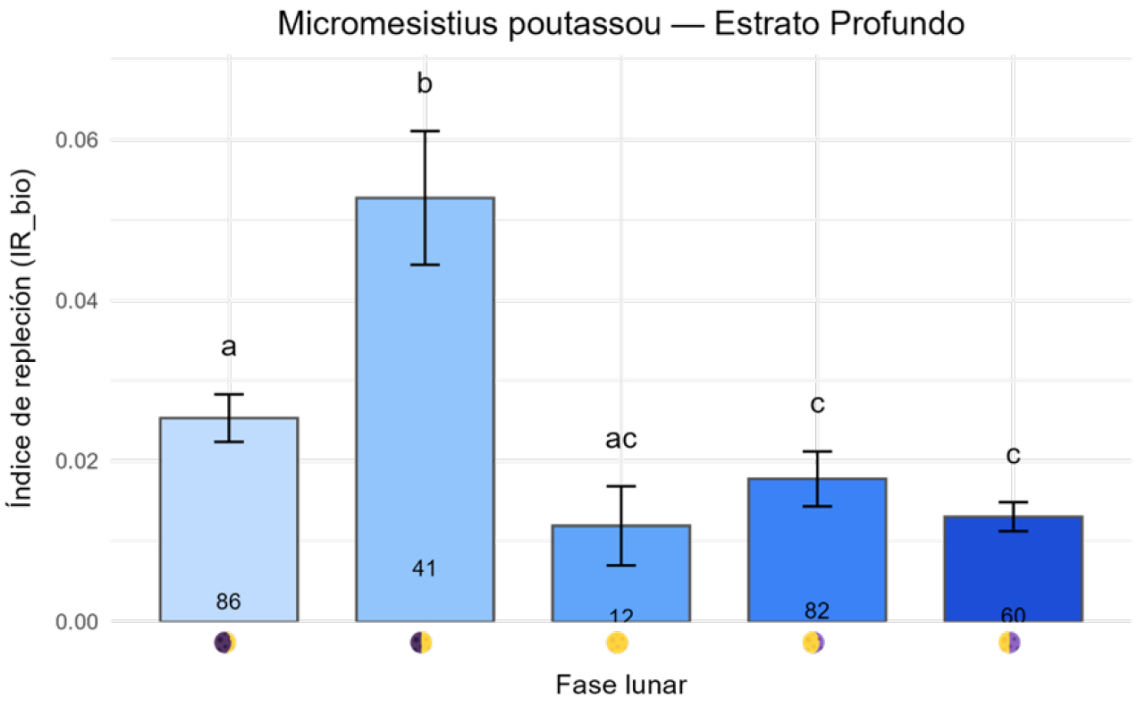


FIGURA 1. Índice de repleción (IR) por fase lunar en *Micromesistius poutassou* para estrato profundo y con filtro matinal. Las líneas verticales representan el error estándar Las líneas verticales representan el error estándar. La base de las barras muestra el número de estómagos analizados en cada caso. Las fases lunares se representan en orden cronológico (nueva, creciente, cuarto creciente, llena, gibosa menguante, cuarto menguante). Barras que no comparten alguna letra son significativamente diferentes.

El análisis de grupos funcionales de presas mostró que, en luna nueva, aumentó la proporción de presas bentopelágicas (como calamares y peces con migraciones verticales), mientras que en luna llena tendieron a predominar las presas bentónicas.

FIGURA 2. *Micromesistiu _poutassou,* Heatmap de composición funcional de la dieta por fases lunares y estratos, mostrando la proporción relativa de presas bentónicas, pelágicas y bentopelágicas. Las fases lunares se representan en orden cronológico mediante emojis (nueva, creciente, cuarto creciente, llena, gibosa menguante, cuarto menguante).

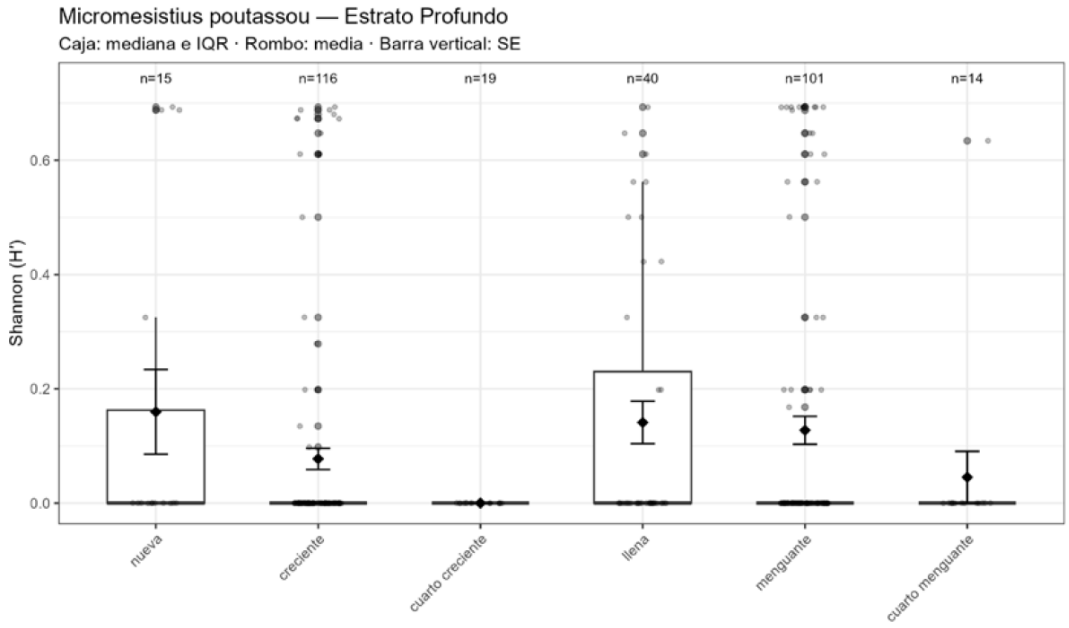


FIGURA 3. Índice de Shannon a nivel individual para *Micromesistius poutassou* en el estrato Profundo por fases lunares. Diagrama de caja: mediana y rango intercuartílico; bigotes = valores extremos; rombo = media ± error estándar

Los registros de desembarques entre 2010 y 2021 reflejaron picos de capturas fuera de la luna llena, con máximos en fases intermedias, lo que resulta coherente con algunos de los patrones observados en los análisis tróficos.

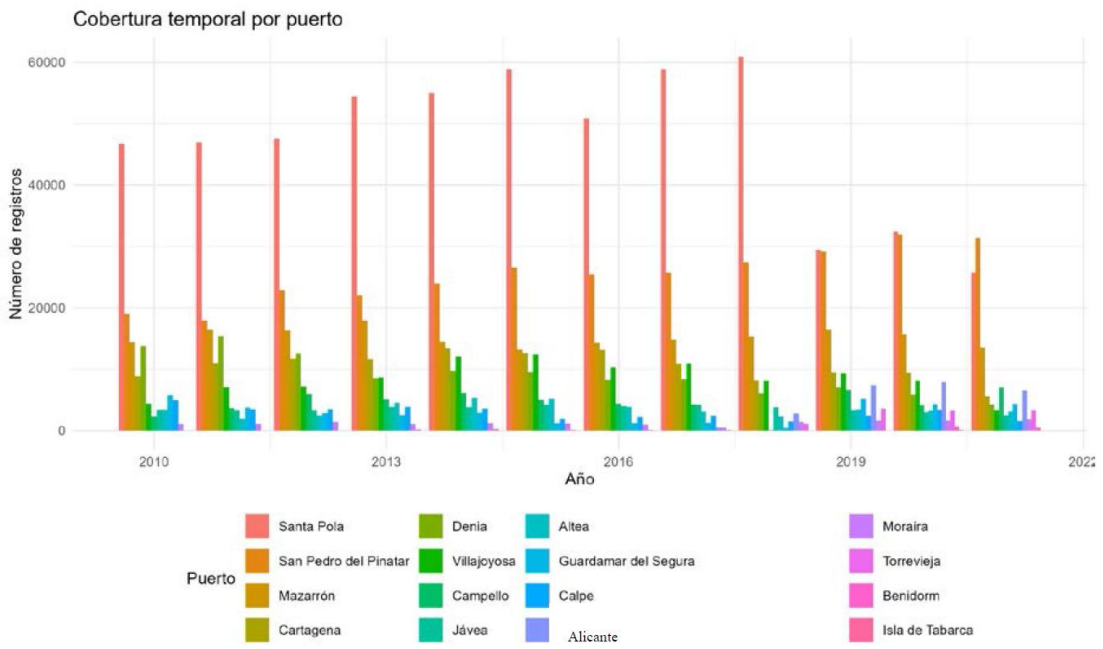


FIGURA 4. Distribución anual del número de registros de hojas de venta por puerto (2010–2021). Se observa el predominio de Santa Pola y San Pedro del Pinatar, así como la variabilidad interanual en los puertos de menor actividad.

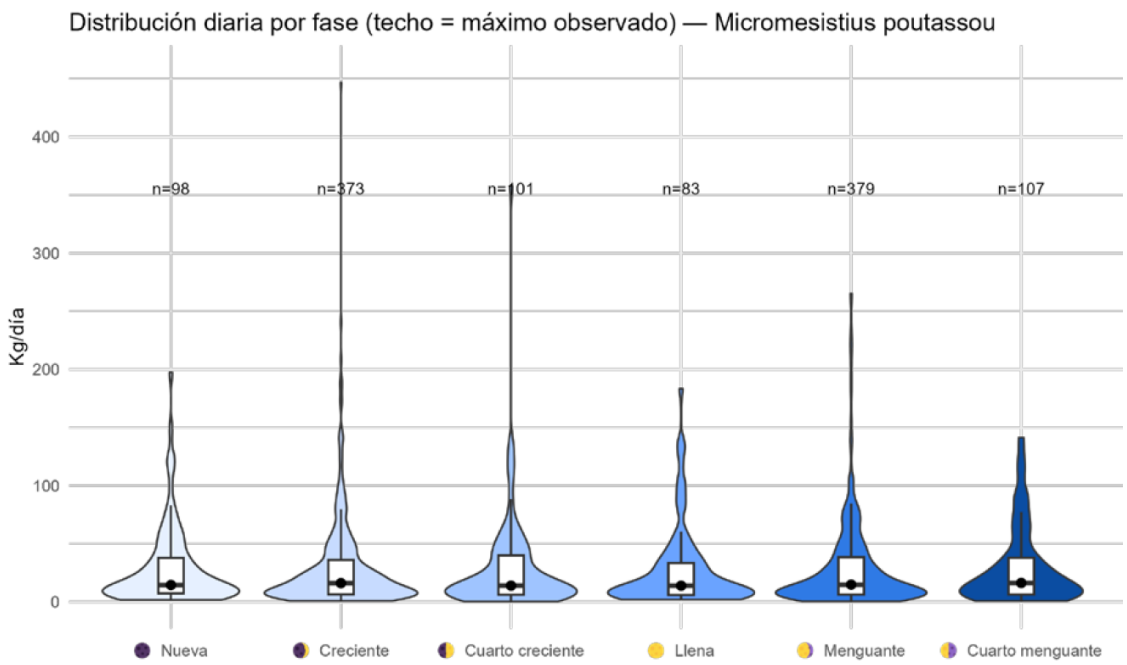


FIGURA 5. Diagrama de violín de desembarque diario (kg) por fase lunar para *Micromesistius poutassou*. La forma del violín representa la densidad; la caja interna marca mediana y rango intercuartílico; el punto indica la media. Orden de fases: nueva, creciente, cuarto creciente, llena, cuarto menguante, menguante, n = número de días con ventas registradas.

Las encuestas a pescadores también señalaron una menor efectividad de la pesca en luna llena. Varios entrevistados mencionaron que especies como la merluza “se dejan ver menos” o “comen menos” durante esas noches, y algunos reconocieron que adaptan horarios y artes en función del estado lunar.

Discusión

Los resultados obtenidos apuntan a que las fases de la luna podrían influir en la intensidad y diversidad de la alimentación de varias especies explotadas, especialmente aquellas con hábitos bentopelágicos. En estas especies, la mayor actividad trófica en fases de baja luminosidad puede estar relacionada con una mayor disponibilidad de presas o con ventajas para el depredador en condiciones de oscuridad.

Por el contrario, las especies bentónicas estrictas parecen mostrar respuestas menos consistentes, lo que sugiere que la señal lunar no afecta de forma uniforme a todos los grupos funcionales. Este hallazgo resalta la necesidad de interpretar los resultados en el contexto de la ecología de cada especie y de considerar la heterogeneidad en las respuestas.

La comparación entre los análisis tróficos, los desembarques y el conocimiento local recogido en las encuestas refuerza la idea de que las fases lunares constituyen un factor que merece ser tenido en cuenta en el estudio de las dinámicas pesqueras.

Sin embargo, se trata de relaciones complejas, que probablemente interactúan con otros elementos como la estacionalidad, las corrientes o la estructura poblacional de las especies.

Conclusiones

- Las fases lunares parecen asociarse a variaciones en la intensidad y diversidad de la alimentación de varias especies explotadas, en especial bentopelágicas.

- La luna llena se relacionó con descensos en los índices de repleción y diversidad de dieta, mientras que fases intermedias y la luna nueva coincidieron con valores más altos en varios casos.

- Los desembarques y las percepciones de pescadores muestran coincidencias parciales con los resultados biológicos, aportando una visión complementaria.

- Este estudio sugiere que los ciclos lunares podrían considerarse dentro de los factores naturales que influyen en las dinámicas tróficas y pesqueras, lo que puede tener interés para la gestión sostenible de los recursos marinos.

Cambio climático y comunidades pesqueras del Mediterráneo español: aprendizajes del proyecto Vía Sabia y Alimentta

Verónica Rebollo[1], David Florido[1,2], Sílvia Gómez[1,3], Lucía López-López[1,4], Sandra Mallol[1,5], Ivan Murray[6], Borja Nogué[3], Patty Ramírez[1], Olga Reñones[1,5], Pablo Saralegui[1], Javier Seijo[7], Liliana Solé[3], Sebastián Villasante[1,7], Joan Moranta[1,5].

[1]Alimentta; [2]Universidad de Sevilla; [3]Universitat Autònoma de Barcelona; [4]Centro Oceanográfico de Santander (COS-IEO, CSIC), [5]Centre Oceanogràfic de Balears (COB-IEO, CSIC), [6]Universitat de les Illes Balears; [7]Universidad Santiago de Compostela;

Introducción

El cambio climático constituye uno de los principales retos socioecológicos en el ámbito mediterráneo, con efectos directos sobre la biodiversidad marina, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de las comunidades pesqueras (Arcos et al., 2011). Estas, al igual que agricultores y ganaderos, se encuentran en la primera línea de los impactos, viéndose expuestas a fenómenos meteorológicos cambiantes y, en ocasiones, extremos. Asimismo, deben afrontar alteraciones en la disponibilidad de recursos y en la integridad y productividad de los ecosistemas de los que dependen (Villasante et al., 2022). A estas presiones se suman tensiones adicionales derivadas de la globalización de los mercados, la urbanización costera o la presión turística (Abalo Morla, 2015). Todo ello compromete la rentabilidad, viabilidad y pervivencia a largo plazo de las comunidades pesqueras (Calzadilla y Pentinat, 2023).

Dichas comunidades, por su estrecha relación con el medio y su vinculación al territorio, son depositarias de un rico acervo de saberes, prácticas y valores transmitidos intergeneracionalmente por canales alternativos a los de la ciencia, entendido como conocimiento ecológico tradicional (CET), que alberga oportunidades en términos de adaptación. El CET ha servido a estas comunidades para adaptarse y mantener sus actividades aún en escenarios sociales o ecológicos cambiantes y en relativo equilibrio con los ecosistemas (Pita et al., 2016; Alegret y Garrido, 2018; García Dueñas et al., 2022). Lejos de ser un vestigio del pasado, constituye un recurso dinámico que puede complementar el conocimiento científico y contribuir a diseñar políticas de adaptación más eficaces y ajustadas a la realidad local.

El proyecto *Vía Sabia – Tendiendo puentes entre saberes para una mejor adaptación al cambio climático de los sistemas agrarios y pesqueros (2023-2025)* se desarrolló con el propósito de reforzar la capacidad de adaptación del sector primario frente a los desafíos del cambio climático. Liderado por Alimentta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, se llevó a cabo mediante un proceso participativo en estrecha colaboración con comunidades agrarias y pesqueras. A lo largo de su desarrollo se realizaron más de 120 entrevistas y se organizaron ocho talleres territoriales en cuatro regiones del Estado español —Andalucía, Cataluña, Galicia e Islas Baleares—. Este trabajo permitió identificar y poner en valor el conocimiento ecológico tradicional (CET) vinculado a estas comunidades, al tiempo que se analizaron las problemáticas derivadas del cambio climático y sus impactos sobre los sistemas agrarios y pesqueros. A partir de estos hallazgos, se formularon propuestas de soluciones basadas en el CET para hacer frente a dichos retos.

Finalmente, el proceso culminó en la co-creación de recomendaciones dirigidas a responsables de políticas públicas, con el objetivo de favorecer el desarrollo de estas soluciones y de garantizar la participación activa de las comunidades agrarias y pesqueras en su implementación. En esta comunicación se presentan el trabajo realizado y los resultados obtenidos relacionados con las comunidades pesqueras del mediterráneo.

Materiales y Métodos

El diseño metodológico del proyecto se basó en un enfoque participativo y transdisciplinar, organizado en tres fases complementarias que combinaron distintas técnicas de investigación social, como entrevistas semi-estructuradas y talleres:

Fase 1. Revisión y sistematización del CET disponible.

La primera etapa tuvo como objetivo establecer una base de conocimiento sólida sobre el estado del arte del CET en el ámbito estatal. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva que abarcó más de 230 fuentes, entre artículos científicos, informes técnicos y literatura gris, centrados en la agricultura, la ganadería y la pesca. Este análisis permitió identificar tendencias, vacíos de investigación y la manera en que el CET ha sido conceptualizado en relación con el cambio climático. Paralelamente, se realizaron 60 entrevistas semi-estructuradas a personas pescadores, principalmente de la pesca y marisqueo artesanal, en cuatro territorios (Andalucía, Cataluña, Galicia e Islas Baleares). Estas entrevistas permitieron recoger testimonios directos sobre percepciones del cambio climático, observaciones empíricas de transformaciones ambientales y estrategias de adaptación desarrolladas a escala local.

Fase 2. Valoración y armonización de saberes

La segunda fase estuvo orientada a la articulación de saberes mediante la celebración de cuatro talleres territoriales que reunieron a personas de los sectores de la pesca, investigación y técnicas de distintas disciplinas. Estos espacios permitieron contrastar y validar los resultados preliminares de la fase anterior, al tiempo que fomentaron un proceso de armonización entre conocimiento científico y conocimiento tradicional. Dicho proceso se estructuró en tres niveles: (1) valoración individual, (2) valoración sectorial y (3) valoración cooperativa. A través de dinámicas participativas, se identificaron las principales problemáticas climáticas que afectan a los sectores productivos.

Fase 3. Exploración de aplicabilidad del CET.

Finalmente, el proyecto avanzó hacia la generación de propuestas de acción mediante una segunda ronda de cuatro talleres en los que participaron representantes de la comunidad científica, del sector primario, de la administración pública y de la sociedad civil. Estos espacios estuvieron orientados a formular recomendaciones prácticas y líneas de investigación con potencial de integrar el CET en políticas públicas y en iniciativas de adaptación al cambio climático. Como resultado, se elaboró un Toolkit que sistematiza metodologías, ejemplos y criterios para la incorporación del CET en procesos de investigación aplicada, en proyectos de emprendimiento y en estrategias de acción climática.

Resultados

La revisión bibliográfica evidenció que los estudios sobre CET y cambio climático se concentran en América Latina, mientras que en España el tema ha sido abordado de manera fragmentaria y principalmente desde una óptica patrimonial. Por lo general, el CET se ha tratado más como elemento vulnerable a conservar que como recurso activo de adaptación.

Los informes recopilatorios sectoriales, elaborados a partir de entrevistas, mostraron que el CET sigue vigente en las comunidades, aunque rara vez sea nombrado como tal. Los entrevistados señalaron preocupaciones relacionadas con la alteración de ciclos naturales, la disminución de capturas, la desaparición de especies locales y la aparición de nuevas, así como con las normativas que dificultan la viabilidad de la pesca artesanal. La postura hacia el cambio climático de los pescadores entrevistados fue variada: la mayoría reconoce impactos vinculados al cambio climático (aunque no mencionen directamente el cambio climático), seguidos de unos pocos que atribuyen estos cambios a oscilaciones naturales y una minoría que rechaza la noción de cambio climático o lo considera poco relevante frente a otros desafíos como normativas cada vez más desvinculadas de los territorios.

En el sector pesquero, los factores ambientales fueron los más destacados, con mínima divergencia entre territorios: alteraciones en las estaciones, fenómenos meteorológicos extremos o impredecibles, cambios en la dinámica de los vientos o la composición fisico-química de aguas y fondos. Estas condiciones afectan la biología y ecología de las especies, provocando cambios en comportamiento, aparición y desaparición de especies, fluctuaciones poblacionales, modificaciones en rutas migratorias, alteraciones de tamaño y aspecto, y proliferación de especies invasoras, entre otros.

Estos cambios repercuten en la rentabilidad, ya que la disminución de capturas habituales ha llevado a diversificar especies pesqueras, aprovechando en algunos casos aquellas que aumentan con el calentamiento del agua. Tambíen se han adaptado sus estrategias de pesca modificando rutas, caladeros y horarios. Además, las nuevas condiciones ambientales han intensificado conflictos internos y sectoriales. La mayoría considera que las políticas pesqueras no se ajustan a las particularidades del sector ni del territorio, generando normativas obsoletas y costes elevados de adaptación. Existe consenso en que potenciar especies locales y de temporada y fortalecer los canales cortos de comercialización podría favorecer la adaptación de la pesca de pequeña escala. También se identificaron impactos en la salud física y mental de los pescadores y dificultades añadidas por la pesca recreativa, el furtivismo o el turismo masivo.

La segunda ronda de talleres permitió identificar soluciones, que tras un proceso de sistematización derivaron en 18 recomendaciones para integrar el CET en investigación y políticas de adaptación al cambio climático, agrupadas en tres bloques:

- Adaptación ecológica: incorporación del CET para proteger, gestionar y restaurar agroecosistemas, preservar servicios ecosistémicos, conservar hábitats y biodiversidad, mediante cogestión, enfoque ecosistémico y gestión adaptativa de la pesca.
- Adaptación social: protección del bienestar físico y político del sector, infraestructuras, modos de vida y tradiciones, mediante gobernanza colaborativa, formación, asociacionismo y fortalecimiento de la pesca sostenible.
- Adaptación económica: protección de la viabilidad y rentabilidad de la pesca artesanal, mediante mecanismos financieros transformadores (remuneración de servicios ecosistémicos, renta agraria básica), valorización de especies locales e invasoras, protección de producciones de proximidad y reconfiguración de cadenas de valor hacia sistemas agroecológicos.

Discusión

El Conocimiento Ecológico Tradicional (CET) sigue vigente y dinámico, aunque en algunos casos corre riesgo de desaparecer por la disminución de la rentabilidad de la pesca artesanal o su sustitución por la pesca industrial. Paralelamente, el CET se hibrida cada vez más con la ciencia y tecnologías contemporáneas, ampliando su aplicabilidad frente a la incertidumbre climática.

Las repercusiones del cambio climático se perciben en todos los territorios, con algunas diferencias entre regiones mediterráneas y atlánticas. Aunque el sector pesquero está acostumbrado a adaptarse, las estrategias implementadas solo parcialmente compensan las alteraciones vividas. Además, el cambio climático interactúa con problemáticas estructurales como la volatilidad de los mercados, la presión del turismo o la falta de interlocución con las administraciones, lo que amenaza la rentabilidad, especialmente de la pesca artesanal. Esto resalta la necesidad de políticas de adaptación que integren dimensiones sociales, económicas y culturales, con participación activa del sector pesquero.

La hibridación de saberes puede favorecer un modelo de pesca más sostenible, pero el CET requiere procesos comparables a los de la ciencia convencional para ser incorporado como evidencia en políticas públicas. Es fundamental reconocer al sector primario no solo como fuente de conocimiento, sino como actor activo en la investigación, estrechando la colaboración entre pescadores, ciencia y administración.

Conclusiones

El proyecto Vía Sabia demuestra que el Conocimiento Ecológico Tradicional (CET) es un recurso valioso para la adaptación de las comunidades pesqueras del Mediterráneo español al cambio climático. Su integración en la investigación y las políticas públicas permitiría avanzar hacia estrategias más holísticas y ajustadas a los territorios.

El proyecto también identificó preocupaciones y demandas del sector, consolidando una visión de pesca más sostenible y resiliente, basada en cercanía, bajo impacto ambiental y alto valor social. Urge repensar el modelo pesquero en España y Europa, aún muy dependiente de la intensificación y la especialización orientadas a abastecer dietas globalizadas, que favorecen la pesca industrial frente a la artesanal o de pequeña escala.

Se requiere una mayor articulación del sector para fortalecer su capacidad de incidencia, no solo en condiciones legislativas, sino también en la modificación de patrones de consumo y en la sensibilización social sobre el papel de la pesca artesanal en nuestras dietas y su potencial para mitigar impactos ecológicos y sociales derivados de la pesca intensiva.

Enlaces a los resultados del proyecto Vía Sabia:

- Caracterización del conocimiento ecológico tradicional (CET) asociado a sistemas agroecológicos y pesqueros y su vínculo con el cambio climático: https://alimentta.com/tendiendo-puente-entre-saberes/
- El conocimiento ecológico tradicional (CET) de las comunidades pesqueras y su vínculo con el cambio climático: https://alimentta.com/wp-content/uploads/Alimentta_ViaSabia_CETpesca_2025.pdf
- Acciones clave para fortalecer la adaptación al cambio climático del sistema agroalimentario: https://alimentta.com/wp-content/uploads/Alimentta_ViaSabia_acciones_2025.pdf
- 10 claves para comprender las necesidades de adaptación al cambio climático en el campo y en el mar: https://alimentta.com/wp-content/uploads/Alimentta_Via-Sabia_10claves_2025.pdf
- Manifiesto por una pesca sostenible en España: https://alimentta.com/manifiesto-por-una-pesca-sostenible-en-espana/

Referencias

Abalo Morla, S., 2015. El rol del conocimiento tradicional en la sostenibilidad ambiental: El caso de los pescadores de Cullera y Gandia.

Alegret, J.L. and Garrido, A. eds., 2018. *Per a una història de la pesca dels Països Catalans: recerca i reflexions historiogràfiques*. Universitat de Girona. Càtedra d'Estudis Marítims.

ARCOS, F.D., VILLOT, X.L. and GARCÍA, M.L., 2011. Políticas contra el cambio climático y preferencias sociales en Galicia y España. *Revista Galega de economia*, *20*(1), pp.1-20.

Calzadilla, P.V. and Pentinat, S.B., 2023. Vulnerabilidades climáticas y desplazamiento interno en España: dos realidades complejas e interconectadas. *Revista catalana de dret ambiental*, *14*(1).

García Dueñas, R.Y., Soler Marchán, S.D., Castellanos González, M.E. and Morales Calatayud, M., 2022. Contribuciones desde la gestión del conocimiento tradicional a la implementación de la agenda 2030. Estudio de caso. *Revista Universidad y Sociedad*, *14*(4), pp.138-155.

Pita, P., Fernández-Vidal, D., García-Galdo, J. and Muíño, R., 2016. The use of the traditional ecological knowledge of fishermen, cost-effective tools and participatory models in artisanal fisheries: towards the co-management of common octopus in Galicia (NW Spain). *Fisheries Research*, *178*, pp.4-12.

Villasante, S., Macho, G., Silva, M.R., Lopes, P.F., Pita, P., Simón, A., Balsa, J.C.M., Olabarria, C., Vázquez, E. and Calvo, N., 2022. Resilience and social adaptation to climate change impacts in small-scale fisheries. *Frontiers in Marine Science*, *9*, p.802762.

Conclusiones de la reunión del foro científico para la pesca española en el Mediterráneo celebrada en Castellón días 17 y 18 de septiembre de 2025

El Foro ha celebrado su reunión anual en Castellón con una importante representación de científicos, administraciones y, particularmente, del sector pesquero. Destaca la cantidad, calidad y diversidad de las comunicaciones presentadas y el interés de los debates que se han producido.

El Foro quiere hacer un reconocimiento al Plan Experimental de pesca de arrastre de Castellón y sur de Tarragona. Por primera vez en el Mundo se gestionaba una pesquería con criterios científicos y los resultados fueron espectaculares. Mejoraron las poblaciones y los ingresos de los pescadores se triplicaron trabajando menos tiempo y con mallas más claras. Fue la primera experiencia de cogestión. Otras experiencias posteriores de cogestión en el Mediterráneo también han sido muy positivas y constituyen ejemplos a seguir.

El Plan Mutianual para la gestión de los recursos demersales del Mediterráneo Occidental (MAP) era necesario e introducía un sistema de gestión basado en el esfuerzo de pesca que había sido demandado para el Mediterráneo para corregir la sobrepesca de muchos stocks demersales. Sin embargo, tenía aspectos muy discutibles, al plantear como objetivo alcanzar el Rendimiento Máximo Sostenible, utilizando como proxi $F_{0.1}$, de la especie más vulnerable, actualmente la merluza cuya estrategia de gestión en el Mediterráneo ha sido siempre controvertida, o la doble gestión por cuotas y esfuerzo para la gamba roja. Se están empezando a observar mejoras en las poblaciones objetivo del plan, pero hay un consenso entre las instituciones científicas que es imprescindible su reforma. La gestión por cuotas de la gamba roja está creando nuevos problemas y es necesario que se elimine, manteniendo solo la gestión del esfuerzo. También es necesario identificar nuevos puntos de referencia para las pesquerías mixtas mediterráneas. Además, la gestión no se debe basar exclusivamente en puntos de referencia y se debe valorar también la evolución y tendencias de las poblaciones de referencia, así como otros indicadores ecosistémicos (p. e. especies vulnerables y comunidades bentónicas).

Además, se ve con preocupación la falta de transparencia en algunos puntos del proceso, como la determinación de los términos de referencia de las reuniones técnicas (TORs), o la metodología de cálculo, que permite pasar de los resultados de las evaluaciones de stocks a las propuestas concretas de normativa. Más allá de la duplicidad de procedimientos de evaluación de stocks por parte de la CGPM y el STECF, que ya se puso de relieve hace algunos años, se concluye que el funcionamiento general del STECF debe ser repensado para proporcionar un asesoramiento que incorpore todo el conocimiento acumulado sobre las pesquerías mediterráneas, en un proceso dinámico, transparente y enfocado a su aplicación práctica. El Foro reivindica una vez más que se debe eliminar la duplicidad de tareas entre el STECF y la CGPM. Además, valoramos muy positivamente la evolución de las capacidades de la CGPM en los últimos 20 años.

La reducción de la mortalidad por pesca en pesquerías demersales mediterráneas no debe basarse exclusivamente en la reducción de días de pesca. Otras medidas efectivas que se están aplicando son las vedas temporales o permanentes, la mejora de la selectividad o el uso de artes de menor impacto y que puedan contribuir a la descarbonización de las actividades pesqueras. Además, es necesario abrir un periodo de reflexión y valoración de las medidas que se han adoptado hasta la fecha, para dar tiempo a la recuperación de las poblaciones antes de abordar medidas adicionales.

Las reservas marinas de interés pesquero solo son efectivas si existe una reducción significativa de la mortalidad por pesca en su interior. Si la regulación no implica reducción de la actividad pesquera o si la vigilancia no es efectiva, estas reservas no funcionan. Se debe mantener una vigilancia suficiente para evitar que las reservas puedan convertirse en parques de papel.

EL Foro reivindica que se mantenga la financiación europea a la pesca y la acuicultura, y que esta financiación sea independiente y con un presupuesto similar al actual. Es muy preocupante la propuesta de recortar dicho programa y diluirlo con otros fondos.

El calentamiento global provoca cambios en la abundancia y distribución de las especies explotadas. Hay que estudiar la vulnerabilidad del sector pesquero a estos cambios y las medidas que pueden hacer aumentar su resiliencia. Es fundamental incorporar el conocimiento ecológico tradicional (CET) de las comunidades pesqueras en las estrategias de adaptación, con el doble propósito de favorecer la participación del sector en la co-creación de políticas públicas y garantizar que las medidas de adaptación y mitigación climática estén arraigadas en el territorio y cuenten con una mayor aceptación

Es necesario estudiar con mayor detalle la comercialización de los productos pesqueros porque, puede representar riesgos económicos para el sector, derivados de una excesiva concentración de especies o compradores. Se debe seguir trabajando para valorizar las especies con menor demanda, ya que puede suponer una mejora de los ingresos del sector.

El Foro valora positivamente las iniciativas en marcha para mejorar el conocimiento científico de las pesquerías recreativas que es imprescindible para poderlas gestionar adecuadamente. Con ello se contribuirá además a mejorar la evaluación y gestión de algunas especies explotadas también por pesca profesional

La siguiente reunión se celebrará el próximo año en Andalucía.