

CONAMA 2024

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Área Importante para Tiburones y Rayas (Sureste español)

Diversidad y distribución de
elasmobranquios



CONAMA 2024

ÁREA IMPORTANTE PARA TIBURONES Y RAYAS (SURESTE ESPAÑOL)

Autor Principal: Elisa Arroyo Martínez (Universidad de Alicante)

Otros autores: Isabel Abel Abellán (Centro de Investigación Marina de Santa Pola, Universidad de Alicante); Antonio Esteban (Instituto Español Oceanográfico (IEO-CSIC) de San Pedro del Pinatar); Alfonso A. Ramos Esplá (Universidad de Alicante); José Luis Sánchez Lizaso (Universidad de Alicante); María Francisca Giménez Casalduero (Centro de Investigación Marina de Santa Pola, Universidad de Alicante)

Agradecimientos:

Esta publicación se enmarca en dentro del proyecto e-Lasmobranc: Nuevas tecnologías y avances en el conocimiento de elasmobranchios del levante español, cofinanciado por el Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura (FEMPA).

"Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de la persona o personas que ostentan la autoría de la misma, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto".

RESUMEN

Un 37 % de los tiburones, rayas y quimeras han sido clasificados como especies amenazadas de extinción, especialmente en hábitats costeros. Este declive afecta la estructura de los ecosistemas marinos, especialmente en el Mediterráneo, donde 20 especies actúan como depredadores clave. Para abordar esta crisis, la UICN creó las ISRAs, áreas clave para la conservación de elasmobranquios (*Important Shark and Ray Areas*, por sus siglas en inglés). En 2023 se aprobó la ISRA "Murcia pockmarks", situada en el sureste de España, con solamente dos especies (*Etmopterus spinax* y *Raja asterias*), a pesar de haber reportado la presencia de al menos otras diez especies. El proyecto *e-Lasmobranc* busca: i) seguir completando la información que hay respecto a la presencia de elasmobranquios en dicha zona; ii) ayudar en la clasificación de tiburones y rayas implementando *machine learning*; y iii) cambiar la percepción pública que se tiene hacia este grupo de animales marinos, especialmente los tiburones. A partir de datos de abundancia y biomasa capturada de elasmobranquios en las campañas MEDITS, se han calculado las tallas de los ejemplares de *E. spinax* y *R. asterias* mediante la ecuación longitud-peso. *E. spinax* es frecuente en la ISRA, y los ejemplares capturados han sido principalmente neonatos e inmaduros. A pesar que *R. asterias* es una especie de ecología más costera, se han capturado tanto inmaduros como maduros en la zona profunda.

INTRODUCCIÓN

En 2021, el Grupo de Especialistas en Tiburones (*Shark Specialist Group*, SSG por sus siglas en inglés) completó la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), a nivel mundial, de tiburones, rayas y quimeras señalando que el 37 % de las especies están amenazadas de extinción (IUCN, 2021; SSG Annual Report, 2023). Los niveles de amenaza son más elevados en los hábitats costeros, donde se encuentran el 75 % de las especies amenazadas. Esto convierte a los tiburones en uno de los taxones más amenazados del medio marino (<https://sharkrayareas.org/isra/>).

Los grandes tiburones suelen encontrarse en la cúspide de las cadenas tróficas, desempeñando un papel importante en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas marinos (Stevens *et al.*, 2000); por lo que, el declive de los grandes tiburones puede tener consecuencias ecológicas notables (Ferretti *et al.*, 2008). En el mar Mediterráneo, al menos 20 especies pueden considerarse depredadores principales en ecosistemas costeros y pelágicos (Serena, 2005). También, son especialmente vulnerables al aumento de las tasas de mortalidad debido a su lento crecimiento, su tardía edad de madurez y su baja tasa de reproducción (Myers y Worm, 2003). Dadas sus características biológicas, la mayoría de las poblaciones de tiburones y rayas sólo pueden soportar niveles modestos de pesca sin agotamiento y colapso de la población (Camhi, 1998; Musick, 1999).

En respuesta a esta problemática, el Grupo de Especialistas en Tiburones de la Comisión de Supervivencia de Especies (*Species Survival Commission*, SSC por sus siglas en inglés) con el apoyo del Equipo de Océanos de la UICN y el Grupo de Trabajo de la UICN sobre Áreas Protegidas de Mamíferos Marinos, ha desarrollado la ISRA (*Important Shark and Ray Area*, por sus siglas en inglés), que la definen como una zona específica delimitada por su importancia para una o más especies de tiburones, rayas y/o quimeras con alto potencial de ser gestionada para la conservación de estas especies (<https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2022.968853/full>).

En 2023, se elaboró una propuesta de ISRA en una zona profunda del sureste español, frente a las provincias de Alicante y Murcia y entre 300 y 800 m de profundidad, que finalmente fue aceptada (IUCN SSC Shark Specialist Group, 2023). Esta propuesta surgió a partir de los resultados obtenidos en el proyecto CAMONMAR3 en 2019, financiado por la Fundación Biodiversidad.

Todo ello, sumado a la imprecisión de las estadísticas pesqueras debido a la agrupación de varias especies en una sola categoría (p. ej. “tiburones” o “rayas”), que pueden ocultar cambios básicos en la estructura de la comunidad y reducciones de las poblaciones de las especies más vulnerables (Dulvy *et al.*, 2000), surgió el proyecto *e-Lasmobranc*. Dicho proyecto pretende seguir recabando información y aplicar nuevas tecnologías de *machine learning*, cuyo objetivo es ayudar en la clasificación de tiburones y rayas. Además, de otros objetivos relacionados con la divulgación y el cambio de percepción que se tiene hacia los elasmobranquios y quimeras, en particular, los tiburones.

METODOLOGÍA

Los datos utilizados provienen de las campañas MEDITS (MEDiterranean Trawl Surveys en inglés) desde 1994 hasta 2022 (Arroyo *et al.*, 2020). A partir de la abundancia (número de ejemplares) y biomasa (kg) capturada, se estimaron las tallas de los ejemplares del tiburón “negrito” (*Etmopterus spinax*) y la raya “estrellada” (*Raja asterias*) presentes en la ISRA. En los lances con más de un individuo capturado, la biomasa total se dividió por la abundancia para obtener el peso promedio por ejemplar. Posteriormente, se aplicó la ecuación longitud-peso de Froese *et al.* (2014), cuya fórmula es:

$$W = a * L^b$$

Donde:

- W es el peso del pez
- L es la longitud del pez
- a es el factor de forma o constante de proporcionalidad
- b es la tasa de crecimiento relativo entre el peso y la longitud

Los parámetros a y b de cada especie se obtuvieron de la base de datos *FishBase* (<https://fishbase.se/search.php>).

Se elaboraron distintos mapas utilizando el software QGIS (QGIS Development Team, 2016), principalmente: i) un mapa de “calor” que pondera la abundancia de cada especie; y ii) un mapa basado en los estadios del ciclo biológico de cada especie (neonato, juvenil o adulto inmaduro, y juvenil o adulto maduro) según las tallas calculadas. La batimetría se obtuvo de EMODnet (European Marine Observation and Data Network), y la Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE) en formato *Shapefile* del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Por último, el área delimitada de la ISRA se solicitó a través de <https://sharkrayareas.org/resources/isra-spatial-layers/>.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se conoce la presencia de al menos 10 especies de elasmobranquios (tiburones, rayas y torpedos) en la ISRA profunda del campo de “pockmarks” de Murcia (Arroyo *et al.*, 2020, 2021). Estas especies son: *Etmopterus spinax*, *Dalatias licha*, *Scyliorhinus canicula*, *Galeus melastomus*, *G. atlanticus*, *Raja montagui*, *R. asterias*, *Heptranchias perlo*, *Hexanchus griseus* y *Tetronarce nobiliana*. Sin embargo, esta ISRA se designó, solamente, a dos especies: el tiburón linterna velludo (*E. spinax*) y la raya estrellada (*R. asterias*), por cumplir con uno o varios de los criterios establecidos de la ISRA (IUCN SSC Shark Specialist Group, 2023).

Etmopterus spinax

Desde 1994 hasta 2022, con excepción de los años 2008 y 2020, se ha registrado la captura del tiburón linterna velludo, también conocido como “negrito”, en las aguas profundas entre Murcia y Alicante (Arroyo *et al.*, 2020, 2021). En total, se capturaron 359 ejemplares con una

biomasa de 15,5 kg, de los cuales 256 ejemplares, que representaron 7,5 kg, se capturaron dentro de la ISRA (Figura 1).

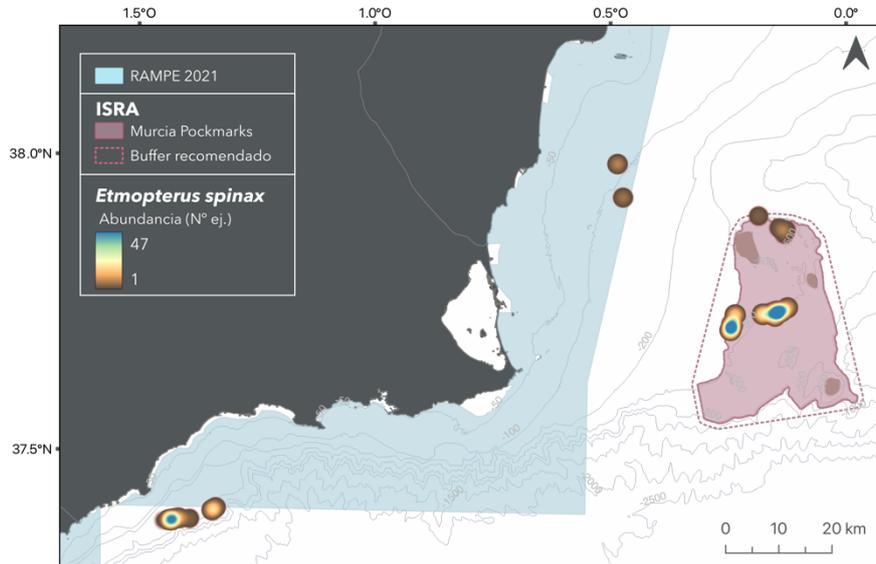


Figura 1. Mapa de calor de la abundancia capturada (número de ejemplares) de *E. spinax* en las campañas MEDITS (Fuente: elaboración propia, límites ISRA basados en <https://sharkrayareas.org/isra/>).

En la Figura 2, se puede observar la distribución de *E. spinax* según las tallas estimadas de los ejemplares capturados. El 70 % de los neonatos, cuya talla oscila entre 8 y 14 cm (Marano *et al.*, 2000; Ebert y Stehmann, 2013), se distribuyen principalmente dentro de la ISRA; así como, el 72,3 % de los individuos inmaduros de hasta 33 cm, según la talla establecida en FishBase. Todos los individuos potencialmente maduros (4 ej.), con tallas entre 33 a 36 cm según FishBase, se encuentran frente a Águilas (Fig. 2). Sin embargo, según Capapé *et al.* (2001) y Cecchi *et al.* (2004), la madurez la alcanzan a los 35 cm los machos y entre 38 y 40 cm las hembras, lo cual reduciría el número de ejemplares maduros.

Las tallas máximas, medias y mínimas, dentro y fuera de la ISRA se recogen en el cuadro 1, siendo la máxima y mínima observadas de 37,32 cm y 10,85 cm, respectivamente.



Figura 2. Distribución espacial de *E. spinax* en función del estadio de madurez (neonato, juvenil o adulto inmaduro, y juvenil o adulto maduro) según las tallas calculadas. Catalogada como Preocupación Menor (*Least Concern* en inglés) en el Mediterráneo por la UICN (Fuente: elaboración propia, límites ISRA en (<https://sharkrayareas.org/isra/>)). La estación de Águilas aparece en la parte inferior de los mapas.

Dado que esta especie está evaluada como vulnerable (Finucci *et al.*, 2021), cumple con el Criterio A de vulnerabilidad. Además, cumple con el subcriterio C1 de áreas reproductivas, por ser esta una zona de cría para esta especie (Figura 2), donde se ha registrado la presencia regular de ejemplares neonatos (IUCN SSC Shark Specialist Group, 2023).

Cuadro 1. Tallas (cm) calculadas (mínima, máxima y media) a partir de los parámetros a y b de *E. spinax* ($a=0,00339$ y $b=3,06$) y *R. asterias* ($a=0,00251$ y $b=3,25$) (Froese *et al.*, 2014) fuera y dentro de la ISRA.

Especie	ISRA	Talla mínima	Talla máxima	Talla promedio	Error estándar
<i>Etmopterus spinax</i>	dentro	13,15	29,44	17,56	0,67
<i>Etmopterus spinax</i>	fuera	13,27	37,32	24,18	2,22
<i>Raja asterias</i>	dentro	12,82	66,48	39,65	26,83
<i>Raja asterias</i>	fuera	17,40	77,73	42,90	1,93

Fuente: Elaboración propia basada en FishBase

Raja asterias

La raya estrellada (*R. asterias*) es una especie endémica del Mediterráneo (Serena, 2005), por lo cual, cumple con el Criterio B de rango de distribución restringido (IUCN SSC Shark Specialist Group, 2023).

R. asterias comenzó a capturarse en 2002 y se extendió hasta 2022, con la excepción de los años 2004 y 2020 (Arroyo *et al.*, 2020). En total, se capturaron 141 ejemplares con una biomasa total de 79 kg. Dentro de la ISRA, solo se registraron dos ejemplares, con un peso de 2,1 kg (Figura 3). El 98,6 % de la abundancia y el 97,3 % de la biomasa capturada provienen de áreas fuera de la ISRA. En zonas adyacentes, a profundidades entre 158 y 269 m, se capturó el 59,6 % de la abundancia numérica y el 31,3 % de la biomasa. Por otro lado, en áreas más cercanas a la costa, a profundidades entre 43 y 115 m de profundidad, se obtuvo el 39 % de la abundancia y el 66 % de la biomasa.

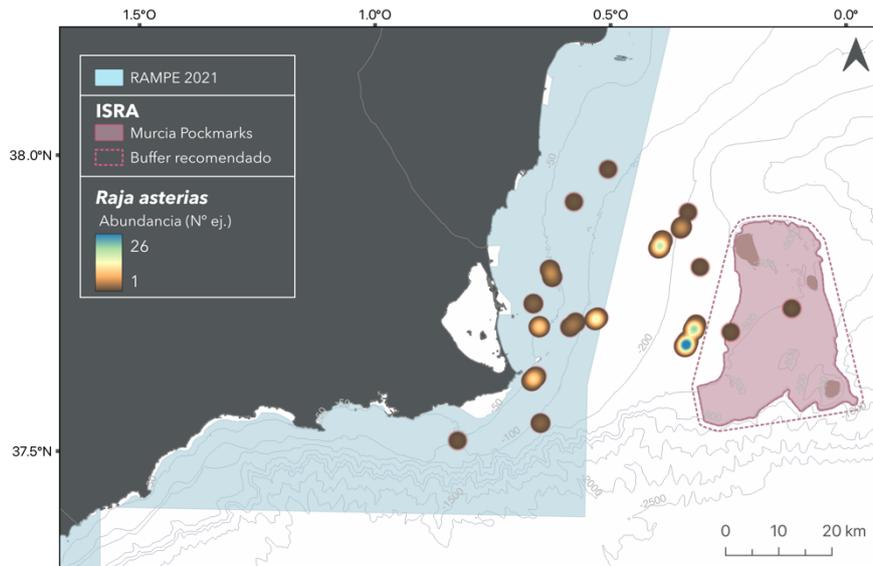


Figura 3. Mapa de calor de la abundancia capturada (número de ejemplares) de *R. asterias* en las campañas MEDITS (Fuente: elaboración propia, límites ISRA basados en (<https://sharkrayareas.org/isra/>)).

El ejemplar más pequeño se capturó dentro de la ISRA (12,82 cm), talla cercana a la de nacimiento, 8 cm (Serena *et al.*, 2016). Por otro lado, se capturaron 2 ejemplares de 73,75 cm, a 41 m de profundidad; y 1 ejemplar de 77,73 cm, a 114 m (Figura 4). Las tallas máximas reportadas para machos y hembras son de 72 cm y 76 cm, respectivamente (Serena y Abella, 1999; Bono *et al.*, 2005), por lo que se tratarían de ejemplares hembras, y uno de ellos (77,73 cm) superaría dicha máxima talla.

Según Coll *et al.* (2013), los machos alcanzan la madurez entre los 45 y 51 cm en el mar Catalán. En este contexto, los ejemplares inmaduros representan el 59,6 % de la abundancia total, con un 88,1 % de estos ejemplares capturados, principalmente, entre 161 y 261 m de profundidad. Además, el 70,1 % de la biomasa corresponde a inmaduros.

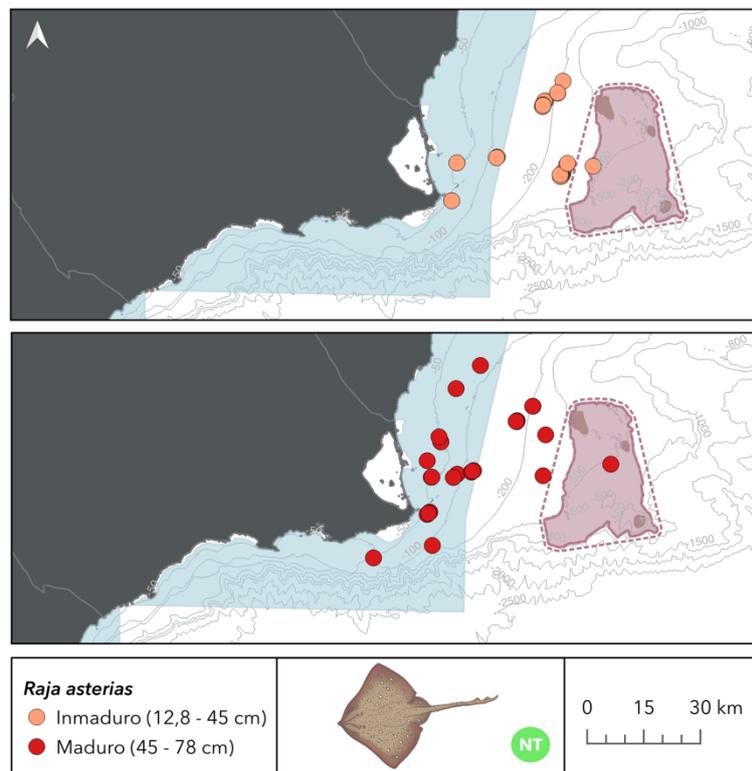


Figura 4. Distribución espacial de *R. asterias* en función del estadio de madurez (juvenil o adulto inmaduro y juvenil o adulto maduro) según las tallas calculadas. Catalogada como Casi Amenazada (*Near Threatened* en inglés) en el Mediterráneo por la UICN (Fuente: elaboración propia, límites ISRA en (<https://sharkrayareas.org/isra/>)).

Las tallas máximas, medias y mínimas estimadas de esta raya fuera y dentro del ISRA se indican en el Cuadro 1, siendo el rango entre 77,73 cm y 12,82 cm.

E. spinax y *R. asterias* son capturadas frecuentemente por el arrastre de fondo (Bertrand *et al.*, 2000; Carbonell *et al.*, 2003; Massutí y Moranta, 2003; Damalas y Vassilopoulou, 2011; Pennino *et al.*, 2013; Tugores *et al.*, 2019). Aunque este método no es el más adecuado para su estudio, ha permitido obtener una gran cantidad de datos sobre estas y demás especies de

elasmobranquios (Arroyo *et al.*, 2020, 2021), lo que ha llevado a proponer esta zona como Área Importante para Tiburones y Rayas.

La importancia ecológica de esta ISRA va más allá de los elasmobranquios, ya que se extiende desde profundidades de 300 a 800 m e incluye diferentes formaciones geológicas como montes (Seco de Palos, Planazo y Plis-Plas) y cañones submarinos, y un campo fangoso de pockmarks, que son formaciones generadas a partir de la expulsión de gas (Acosta *et al.*, 2013). Investigaciones recientes sobre montes submarinos han determinado que sus especiales condiciones de topografía, hidrodinámica, penetración de la luz, etc. dan lugar a zonas de elevada diversidad biológica tanto en las comunidades bentónicas como en las pelágicas que rodean a este tipo de elevaciones (Pitcher *et al.*, 2007; Bo *et al.*, 2011; Rossi *et al.*, 2014). Los cañones y montes submarinos crean eventos de surgencia que dan como resultado una rica comunidad bentónica que incluye esponjas grandes (*Pachastrella* spp., *Phakellia* spp., *Poecillastra* spp.), conjuntos de gorgonias (*Bebryce* spp., *Swiftia* spp., *Nicella* spp., *Paramuricea* spp., *Acanthogorgia* spp., *Placogorgia* spp.), corales blancos de agua fría (géneros *Desmophyllum* y *Madrepora*) y coral amarillo (*Dendrophyllia cornigera*) en sustratos duros, y campos de Pennatulaceas y jardines de coral bambú (*Isidella elongata*) en sustratos fangosos en la zona del presente estudio (Cobo-Viveros *et al.*, 2022; Ramos-Esplá *et al.*, 2022). Por último, los campos de pockmarks son considerados hábitats prioritarios según la Directiva Europea de Hábitats (92/43/ECC). La mayoría de estas comunidades bentónicas se consideran ecosistemas marinos vulnerables y hábitat esencial para los peces según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Varias especies constructoras de hábitat protegidas por el Convenio de Barcelona del Plan de Acción para el Mediterráneo en el contexto del Programa de Mares Regionales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA-PAM) se encuentran en la zona.

En consecuencia, resulta evidente la necesidad de una gestión integrada que implemente medidas de conservación, no solo considerando las dinámicas reproductivas y los patrones de migración de las especies habituales en la zona, sino también integrando acciones específicas para la protección de ecosistemas vulnerables y especies bentónicas clave en la conservación de los elasmobranquios.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Acosta, J., Fontán, A., Muñoz, A., Muñoz-Martín, A., Rivera, J. y Uchupi, E. (2013). The morpho-tectonic setting of the Southeast margin of Iberia and the adjacent oceanic Algero-Balearic Basin. *Marine and Petroleum Geology* 45, 17–41.
- [2] Arroyo, E., Canales Cáceres, R. M., Abel, I. y Giménez-Casalduero, F. (2021). *Tiburones y Rayas de la Región de Murcia*. TIBURCIA, Fondo Europeo Marítimo y de Pesca.
- [3] Arroyo, E., Esteban, A., Ramos-Esplá, A. A., Abel, I., Alonso, F., Gomáriz, F. J., Canales, R., del Pilar, Y., Fernández, Y. y Giménez Casalduero, F. (2020). *Informe preliminar sobre las especies de elasmobranchios en el área de estudio, sus capturas y vulnerabilidad frente a la presión pesquera presente en la zona*. CAMONMAR3 PROJECT. Programa PLEAMAR.
- [4] Bertrand, J., Gil De Sola, L., Papaconstantinou, C., Relini, G. y Souplet, A. (2000). Contribution on the distribution of elasmobranchs in the Mediterranean (from the MEDITS surveys). *Biología Marina Mediterránea* 7, 1–15.
- [5] Bo, M., Bertolino, M., Borghini, M., Castellano, M., Covazzi Harriague, A., et al. (2011). Characteristics of the Mesophotic Megabenthic assemblages of the Vercelli Seamount (North Tyrrhenian Sea). *PLoS ONE* 6(2): e16357. doi: 10.1371/journal.pone.0016357.
- [6] Bono, L., De Ranieri, S., Fabiani, O., Lenzi, C., Mancusi, C. y Serena, F. (2005). Study on the growth *Raja asterias* Delaroché, 1809 (Chondrichthyes, Rajidae) through the analysis of the vertebral sections. *Biología Marina Mediterránea* 12(1), 470-474.
- [7] Camhi, M. (1998). *Sharks and their relatives: ecology and conservation* (No. 20). IUCN.
- [8] Capapé, C., Bradai, M. N., Seck, A. A., Diata, Y., Tomasini, J. A. y Quignard, J. P. (2001). Aspects of the reproductive biology of the velvet belly, *Etmopterus spinax* (Elasmobranchii: Squalidae). *Bulletin de l'Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche de Salammbô* 28, 55-63.
- [9] Carbonell, A., Alemany, F., Merella, P., Quetglas, A. y Román, E. (2003). The by-catch of sharks in the western Mediterranean (Balearic Islands) trawl fishery. *Fisheries Research* 61, 7–18. doi:10.1016/S0165-7836 (02)00242-4
- [10] Cecchi, E., Mancusi, C., Pajetta, R. y Serena, F. (2004). Contributo alla conoscenza della biologia di *Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes, Etmopteridae). *Biología Marina Mediterránea* 11(2), 564-568.
- [11] Cobo-Viveros, A., Aguilar, R., Ramos Esplá, A. A., Escudero-Lozano, P., Terrones, B., Bellido-Millán, J. M., Barcala-Bellod, E., Giménez-Casalduero, F. y Guijarro-García, E. (2022). Vulnerable Marine Ecosystems found in a bathyal zone off the SE Iberian Peninsula (Western Mediterranean). ICES Annual Scientific Conference, Dublin, September.
- [12] Coll, M., Navarro, J. y Palomera, I. (2013). Ecological role, fishing impact, and management options for the recovery of a Mediterranean endemic skate by means of food web models. *Biological Conservation* 157, 108–120.
- [13] Damalas, D. y Vassilopoulou, V. (2011). Chondrichthyan bycatch and discards in the demersal trawl fishery of the central Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Fisheries Research* 108, 142–152. doi:10.1016/J.FISHRES.2010.12.012
- [14] Dulvy, N. K., Metcalfe, J. D., Glanville, J., Pawson, M. G. y Reynolds, J. D. (2000). Fishery

- stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology* 14(1), 283-293.
- [15] Ebert, D. A. y Stehmann, M. (2013). *Sharks, batoids and chimaeras of the North Atlantic*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [16] Ferretti, F., Myers, R. A., Serena, F. y Lotze, H. K. (2008). Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology* 22(4), 952-964.
- [17] Finucci, B., Derrick, D., Dia, M., Ducrocq, M., Neat, F. C., Pacoureau, N., Serena, F. y VanderWright W. J. (2021). *Etmopterus spinax*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T161388A124475610. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T161388A124475610.en>
- [18] Froese, R., Thorson, J. T. y Reyes Jr, R. B. (2014). A Bayesian approach for estimating length-weight relationships in fishes. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(1), 78-85.
- [19] IUCN (2021). The International Union for the Conservation of Nature Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <https://www.iucnredlist.org/statistics>
- [20] IUCN-SSC Shark Specialist Group. (2023). Murcia Pockmarks ISRA Factsheet. Dubai: IUCN SSC Shark Specialist Group.
- [21] Marano, C. A., Marsan, R. y Di Turi, L. (2000). Note sulla distribuzione e biologia dei giovanili di sagra negro *Etmopterus spinax* (L. 1758) sui fondi epe e mesobatiali dell'Adriatico Meridionale. *Biología Marina Mediterránea* 7(1), 452-454.
- [22] Massutí, E. y Moranta, J. (2003). Demersal assemblages and depth distribution of elasmobranchs from the continental shelf and slope off the Balearic Islands (western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science*, 60(4), 753-766.
- [23] Musick, J. A. (1999). *Life in the Slow Lane: Ecology and Conservation of Long-Lived Marine Animals*. American Fisheries Society Symposium 23 (p. 265pp). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA.
- [24] Myers, R. A. y Worm, B. (2003). Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, 423(6937), 280-283.
- [25] Pennino, M. G., Muñoz, F., Conesa, D., López-Quílez, A. y Bellido, J. M. (2013). Modeling sensitive elasmobranch habitats. *Journal of Sea Research* 83, 209-218.
- [26] Pitcher, T. J., Morato, T., Hart, P. J. B., Clark, M., Haggan, N. y Santos, R. S. (Eds.) (2007). Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation. *Blackwell Fish and Aquatic Resources Series 12*, Oxford, U.K
- [27] QGIS Development Team. (2016). QGIS geographic information system. Open Source Geospatial Foundation Project. Retrieved from <http://qgis.osgeo.org>
- [28] Ramos-Esplá, A. A., Aguilar, R., Giménez-Casaldueiro, F., Bellido, J. M., Terrones, B., Barcala, E., Cobo-Viveros, A., Carmona, A. y Guijarro-García, E. (2022). Bathyal megabenthic assemblages in the SE Iberian Peninsula (Western Mediterranean). *3rd Mediterranean Symposium on the Conservation of Dark Habitats*, Genova 21–22 September, 115–116.
- [29] Rossi, V., Ser-Giacomi, E., López, C. y Hernández-García, E. (2014). Hydrodynamic provinces and oceanic connectivity from a transport network help designing marine

reserves. *Geophysical Research Letters* 41(8), 2883–2891.
<https://doi.org/10.1002/2014GL059540>

- [30] Serena, F. (2005). *Field identification guide to the sharks and rays of the Mediterranean and Black Sea*. Food & Agriculture Org.
- [31] Serena, F. y Abella, A. J. (1999). Sheets of the species, *Raja asterias*. In: Relinil, G., J. Bertrand, and A. Zamboni. SYNDEM Synthesis of the knowledge on Bottom Fishery Resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biología Marina Mediterránea* 6(suppl.), 82-86.
- [32] Serena, F., Abella, A., Walls, R. H. L. y Dulvy, N. K. (2016). *Raja asterias (Mediterranean assessment)*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T63120A16527773. Accessed on 27 October 2024.
- [33] SSG Annual Report (2023). Report of the IUCN Species Survival Commission and Secretariat. ISSUE 64.
- [34] Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K. y Walker, P. A. (2000). The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3), 476-494.
- [35] Tugores, M. P., Ordines, F., Guijarro, B., García-Ruíz, C., Esteban, A. y Massutí, E. (2019). Essential fish habitats and hotspots of nekto-benthic diversity and density in the western Mediterranean. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(3), 461-471.