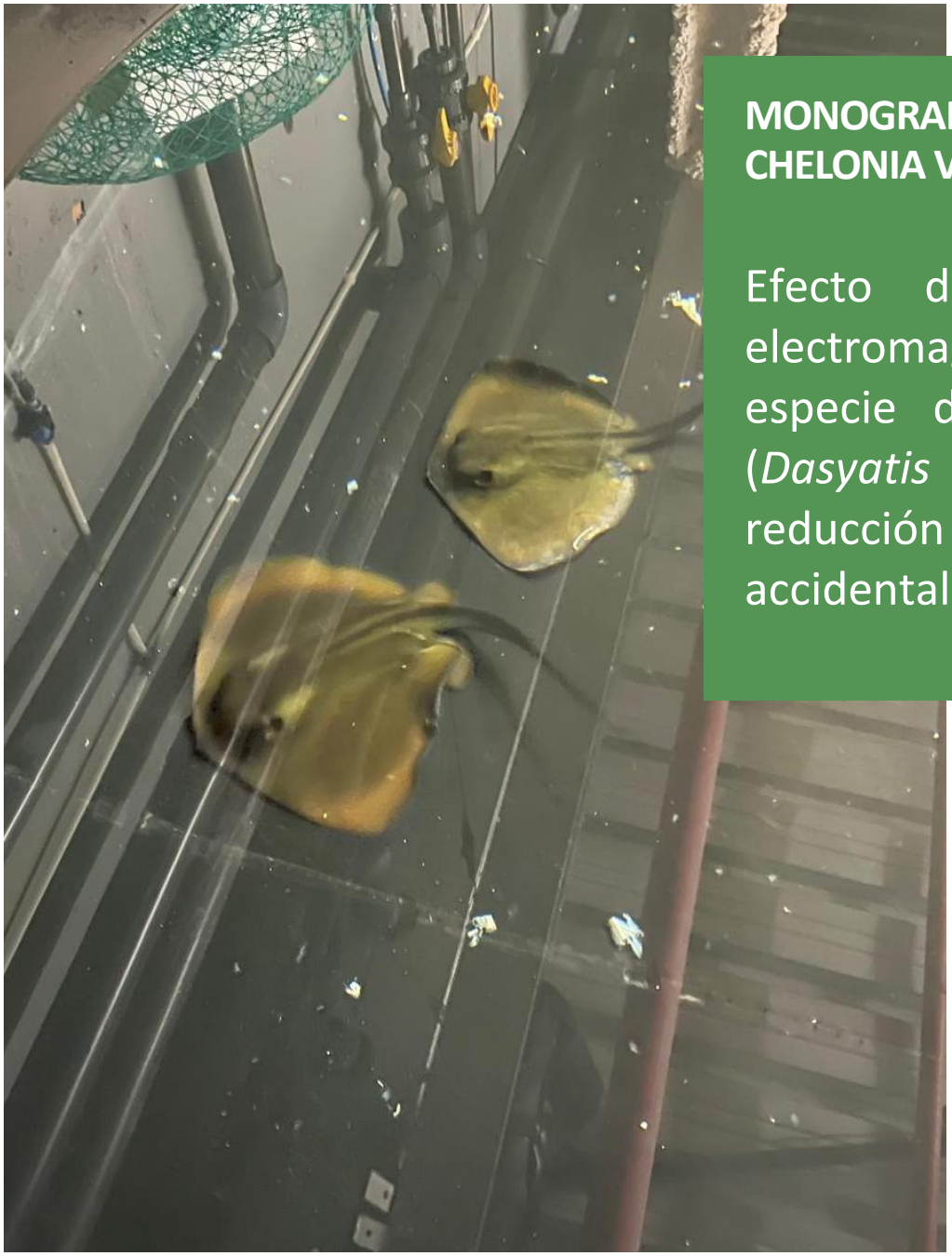
Chelonia
GLOBAL NATURE CONSERVATION

MONOGRAFÍAS DE LA ASOCIACIÓN CHELONIA

VOL XXI

Efecto de un dispositivo electromagnético en una especie de elasmobranquio (*Dasyatis pastinaca*) para reducción de capturas accidentales

Rebecca Arribas Hernández



MONOGRAFÍAS DE LA ASOCIACIÓN CHELONIA VOL XXI

Efecto de un dispositivo electromagnético en una especie de elasmobranquio (*Dasyatis pastinaca*) para reducción de capturas accidentales

Edita: Asociación Chelonia, Madrid (España)
©Asociación Chelonia, 2025
Autora: Rebecca Arribas Hernández

AUTOR
EQUIPO EDITORIAL
COLABORADORES

Rebecca Arribas Hernández. *Autora*. Asesora Científica de la Asociación Chelonia.

Dr. Manuel Merchán Fornelino. *Director de proyecto*. Presidente de la Asociación Chelonia. Universidad Alfonso X El Sabio (Madrid, España).

MSc. Patricia Ureña Imedio. *Equipo editorial*. Coordinadora de Medio Ambiente de la Asociación Chelonia.

Cristina López Casas. *Equipo editorial.* Asesora Científica de la Asociación Chelonia.

Cita recomendada: Arribas Hernández, R. 2025 Efecto de un dispositivo electromagnético en una especie de elasmobranquio (Dasyatis pastinaca) para reducción de capturas accidentales. Monografías de la Asociación Chelonia. Volumen XXI. Madrid: Asociación Chelonia. 34 p.

Primera edición, mayo de 2025
www.chelonia.es
chelonia@chelonia.es
ISBN: 978-84-09-79448-5

Colocación de las cámaras. *Fotografía propia.*

Índice

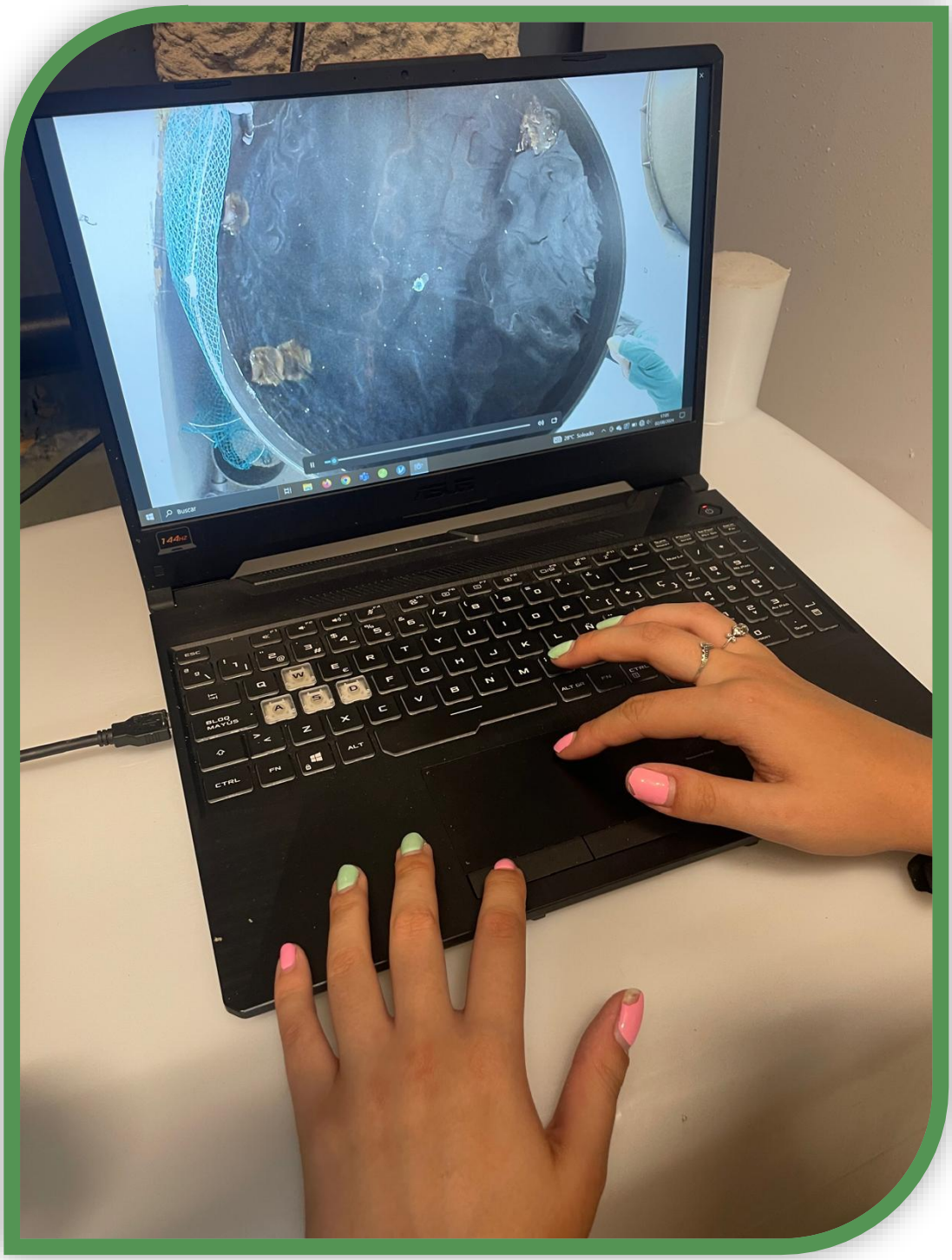
	RESUMEN	06
	1. INTRODUCCIÓN	07
	1.1. Biología y comportamiento de los elasmobranquios	08
	1.2. Dasyatis pastinaca	14
	2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	15
	3. MATERIAL Y MÉTODOS	16
	3.1. Muestra de estudio	16
	3.2. Instalaciones	16
	3.3. Instrumentos	17
	3.4. Procedimiento y toma de datos	20
	3.5. Variables del estudio	22
	3.6. Análisis estadístico	23
	4. RESULTADOS	24
	4.1. Descriptivos	24
	4.2. Inferenciales	25
	5. DISCUSIÓN	26
	6. CONCLUSIONES	28
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

Índice de figuras

	Figura 1. Aguijón venenoso en Dasyatis pastinaca.	10
	Figura 2. Dasyatis pastinaca camuflada en la arena.	12
	Figura 3. Imagen real de las ampollas de Lorenzini de un tiburón zorro.	13
	Figura 4. (A y B) Distribución de las ampollas de Lorenzini en rayas y tiburones. (C) Red de ampollas de Lorenzini en la piel. (D) Una ampolla individual.	13
	Figura 5. Dentición en raya gavilán (Rhinoptera bonasus).	15
	Figura 6. Puntos calientes o “hotspots” de biodiversidad.	15
	Figura 7. Vista cenital del tanque. En rojo las bocas de las rayas donde se sitúan las ampollas de Lorenzini; la flecha amarilla indica la situación del imán.	19
	Figura 8. Vista cenital del imán utilizado en el estudio.	20
	Figura 9. Vista lateral del imán utilizado en el estudio.	20
	Figura 10. Sentido de magnetización axial.	21

Índice de tablas

	Tabla 1. Metodología utilizada en el estudio.	23
	Tabla 2. Valores descriptivos del estudio.	26
	Tabla 3. Valores de la correción de p (Bonferroni).	27



La autora analizando las imágenes obtenidas. *Fotografía propia.*

RESUMEN

Las capturas accidentales en el sector pesquero cada vez afectan más a los elasmobranquios, uno de los grupos taxonómicos más amenazados, lo que conlleva a una degradación de los ecosistemas marinos debido a su posición tope en la cadena trófica. El objetivo de este estudio es investigar el posible efecto de repulsión que puede tener un imán potente sobre la raya *Dasyatis pastinaca* debido a las ampollas de Lorenzini que poseen en la zona rostral, como medida de conservación para la reducción de las capturas accidentales en la pesca de palangre. Los resultados obtenidos no han sido los esperados ya que, gracias al ANOVA de medidas repetidas analizado y su respectivo *post-hoc*, hemos observado que el emisor no tiene ningún efecto repelente en esta especie. Sería ideal realizar estudios adicionales con otras especies de elasmobranquios o con distintos imanes para poder llegar a una solución en la reducción de las capturas accidentales.

Palabras clave: Elasmobranquios, rayas, *Dasyatis pastinaca*, imán, ampollas de Lorenzini, captura accidental, conservación.

ABSTRACT

Bycatch in the fishing system is increasingly affecting elasmobranchs, one of the most threatened taxonomic groups, leading to the degradation of marine ecosystems due to their position at the top of the food chain. The aim of this work is to investigate the possible repulsion effect that a powerful magnet may have on the stingray *Dasyatis pastinaca* due to the ampullae of Lorenzini they possess in their rostral area, as a conservation measure to reduce bycatch in longline fishing. The results obtained were not as we expected because, thanks to the repeated measures ANOVA analyzed and its respective *post-hoc* analysis, we observed that the magnet has no repellent effect on this species. It would be ideal to do additional studies with other elasmobranch species or with different magnets to find a solution to reduce bycatch.

Keywords: Elasmobranchs, stingrays, *Dasyatis pastinaca*, magnet, ampullae of Lorenzini, bycatch, conservation.

1. INTRODUCCIÓN

La captura accidental o "bycatch" como se denomina en inglés es, según Báez *et al.* (2016), "el componente de la captura realizada durante una operación de pesca, que no incluye las especies objetivo a las que va dirigido el esfuerzo de pesca, y que puede ser retenido a bordo o devuelto al mar". Los ejemplares que se devuelven al mar pueden estar en buen o mal estado de salud, aunque se asume que una gran parte de estos morirán debido a la interacción con la pesca (Báez *et al.*, 2016). Dentro de las capturas accidentales se encuentran los descartes que son la parte del "bycatch" que vuelve al mar viva o muerta y que incluye animales y material inerte, los cuales han tenido una interacción con el sistema de pesca pero que no han llegado hasta la cubierta del barco (Eayrs, 2007).

Este tipo de descartes pueden ser especies de bajo valor mercantil, como peces de tamaño menor al comercial o detritos del fondo marino, los cuales se suelen descartar ya que económicamente no son beneficiosos para los pescadores. También, el descarte puede ser el resultado de desechar la captura que se ha almacenado previamente con la intención de hacer espacio a una captura con más valor o que esté más fresca, denominándose "mayor clasificación" (Eayrs, 2007).

Se estima que cada año se descarta un promedio de 27 millones de toneladas de peces en pesquerías comerciales (Alverson *et al.*, 1994), por lo que el Código de Conducta de Pesca Responsable de 1995 de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) exige a los pescadores reducir su "bycatch" y, gracias a esta medida, se han modificado redes de arrastre para utilizar dispositivos reductores de "bycatch", que son: TEDs (Turtle Excluder Devices) para evitar la captura de tortugas marinas y demás animales de gran tamaño, y los BRDs (Bycatch Reduction Devices) que previenen la captura de peces (Eayrs, 2007).

Este estudio, financiado y dirigido por la Asociación Chelonia, se ha realizado para descubrir si un dispositivo electromagnético, como un imán de neodimio de alta potencia, es capaz de repeler a un elasmobranquio, siendo en este caso una especie de raya llamada comúnmente chucho, pastinaca o raya látigo (*Dasyatis pastinaca*).

1.1. Biología y comportamiento de los elasmobranquios

Los elasmobranquios son un grupo de condrictios (peces cartilaginosos), que son una clase de vertebrados acuáticos que se distinguen por carecer de osificación en los huesos, es decir, sus esqueletos están formados por cartílago. Los condrictios se dividen en dos subclases: elasmobranquios (tiburones y rayas) y holocéfalos (quimeras). Tienen su origen hace más de 400 millones de años en el Devónico temprano y gran parte de las especies se encuentran en la parte más alta de la red trófica de los ecosistemas marinos (Matos *et al.*, 2015). Se han adaptado a diferentes estilos de vida colonizando todos los océanos del mundo, estuarios y aguas continentales. Dentro de los elasmobranquios hay tres grupos taxonómicos diferenciados: galeomorfos, escualomorfos y batoideos, siendo las dos primeras divisiones tiburones y la última división rayas (Montero & Autino, 2015).

Se caracterizan por tener la piel formada por queratina y escamas placoideas o también denominadas dentículos dérmicos en tiburones mientras que en rayas la piel es más lisa y presentan un aguijón o tubérculo venenoso (*Figura 1*). Tienen entre cinco y siete aberturas branquiales dependiendo de la especie y pueden presentar espiráculos situados en la cabeza cerca de los ojos. La boca en tiburones se encuentra en posición subterminal mientras que en rayas la boca está situada ventralmente, excepto en las mantarrayas. Carecen de vejiga natatoria y las rayas carecen también de membrana nictitante o tercer párpado (Matos *et al.*, 2015).

Figura 1. Aguijón venenoso en *Dasyatis pastinaca*. *Fotografía de Eleni Abra.*

Los machos poseen unas extensiones del eje endoesquelético de la aleta pélvica llamadas claspers, mixopterigios o pterigopodios que forman los conductos de los espermatozoides para facilitar la fecundación interna de la hembra (Grogan & Lund, 2012). A diferencia de los peces óseos, los elasmobranquios generalmente tienen bajos potenciales reproductivos y tasas de crecimiento lentas alcanzando la madurez sexual de forma tardía, características que emplazan a estos animales dentro de la estrategia de vida "K". También es importante resaltar que las estrategias reproductivas que poseen son lentas, ya que las hembras presentan largos periodos de gestación y son poco fecundas, lo que no ayuda a aumentar las tasas poblacionales de los elasmobranquios (Hoenig & Gruber, 1990).

Pueden ser ovíparos (huevos cargados de vitelo que se adhieren con unos filamentos a cualquier superficie firme), vivíparos (desarrollan una placenta en la que nutren a la cría hasta expulsarla mediante contracciones) y ovovivíparos (hay un saco vitelino dentro del útero y las crías nacen dentro de la madre pudiendo haber canibalismo intrauterino también denominado oofagia cuando se comen los huevos o adelfofagia cuando el más grande depreda a los embriones más pequeños). Carecen de cuidado parental (Matos *et al.*, 2015).

Los elasmobranquios son animales carnívoros con un amplio espectro trófico, que va desde plancton hasta mamíferos marinos (Wetherbee & Cortés, 2004). Se sabe que puede haber cambios en sus dietas debido a variables ambientales como, por ejemplo, variaciones estacionales de temperatura, explicando así su carácter migratorio o la segregación espacial donde explotan distintos hábitats (Abrantes & Barnett, 2011).

También, en elasmobranquios es frecuente que haya cambios ontogenéticos en las preferencias alimentarias ya que, a medida que la especie se desarrolla, va cambiando su tamaño de manera considerable, por lo que modifican sus hábitos alimentarios y su velocidad de desplazamiento. Algunos cambios ontogenéticos que han sido documentados son, por ejemplo, de poliquetos a crustáceos (Navia *et al.*, 2011), de crustáceos y moluscos a grandes cefalópodos (Espinoza *et al.*, 2013) o de grandes cefalópodos a tortugas y mamíferos marinos (Lowe *et al.*, 1996).

Todos los tiburones son depredadores y se alimentan de una amplia gama de presas que va desde crustáceos, cefalópodos, peces óseos y cartilaginosos hasta presas más grandes como mamíferos y aves marinas (Matos *et al.*, 2015). En cambio, la dieta de las rayas en general se basa en peces, moluscos, plancton y crustáceos que viven sobre todo en el fondo marino donde excavan hoyos poco profundos utilizando sus aletas pectorales para buscar estas presas o para elaborar una madriguera donde camuflarse (*Figura 2*) (Gray *et al.*, 1997) como estrategia para evitar la depredación (Matos *et al.*, 2015).

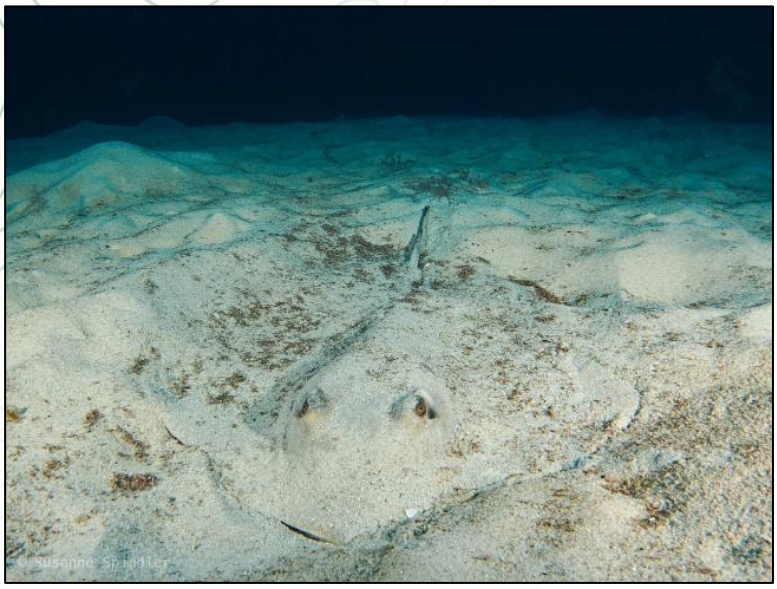


Figura 2. *Dasyatis pastinaca* camuflada en la arena**.** *Fotografía de Susanne Spindler.*

Los condrictios cuentan con unos órganos exclusivos que detectan campos electromagnéticos denominados ampollas de Lorenzini (*Figura 3*) que usan para la localización de presas además de servirles como guía en las migraciones mediante las señales del campo magnético terrestre. Los canales que forman estas ampollas están rellenos de una sustancia gelatinosa (*Figura 4D*) que comunica las células sensitivas de la piel con el exterior (*Figura 4C*). Debido a este mecanismo, pueden detectar cualquier organismo ya que las señales eléctricas que generan todos los seres vivos cuando contraen sus músculos, incluido el propio latido del corazón, atraviesan el canal hasta llegar a las células electrorreceptoras que, mediante las fibras nerviosas, trasladan la información hasta el cerebro. En las rayas estos órganos se encuentran entre la cabeza y las aletas pectorales (*Figura 4A*) (Hamlett, 1999).

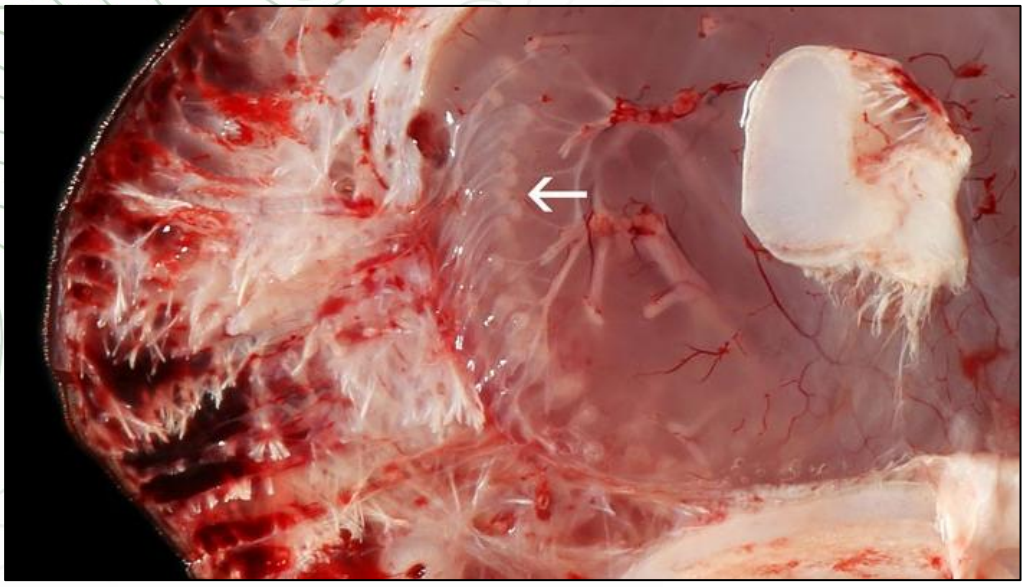


Figura 3. Imagen real de las ampollas de Lorenzini de un tiburón zorro. *Fotografía de Anna Pons (Universidad Autónoma de Barcelona).*

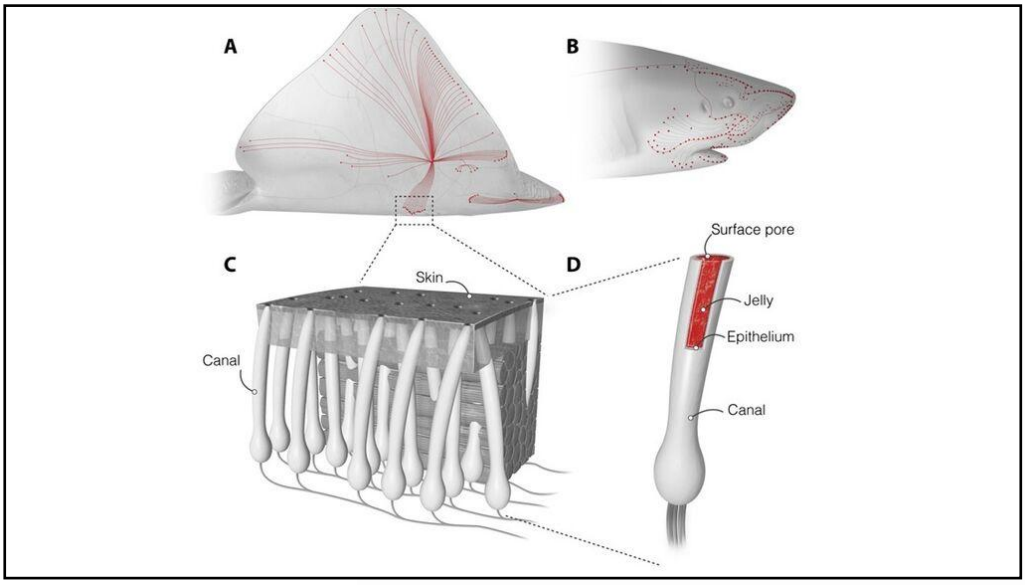


Figura 4. (A y B) Distribución de las ampollas de Lorenzini en rayas y tiburones. (C) Red de ampollas de Lorenzini en la piel. (D) Una ampolla individual. *Imagen del artículo de Josberger, E. E., et al (2016).*

La forma del cuerpo de los animales y sus hábitos alimentarios también contribuyen de cierta manera a la localización de las ampollas de Lorenzini en el cuerpo de cada especie. Las especies de rayas que se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos poseen mayores cantidades de poros en la superficie ventral, sobre todo alrededor de la boca, para ayudarles a localizar presas, incluso si éstas se encuentran enterradas bajo la arena (Tricas,

2001). Sin embargo, las rayas que se alimentan de peces tienen una densidad de poros menor, ya que se ayudan más con el sentido de la vista (Collin, 1988).

Además, los elasmobranquios son polifiodontos, es decir, reemplazan los dientes continuamente durante toda su vida (Moss, 1972). Gran parte de los batoideos poseen la capacidad de proyectar la mandíbula para alimentarse, reduciendo la distancia hasta las presas y utilizando mecanismos de succión para su captura, además de poder remover la arena en busca de alimento (Dean *et al.,* 2005). En tiburones, los dientes se disponen en varias hileras una detrás de otra donde la forma y el número de ellos depende de la especie, pudiendo producir cientos de ellos a lo largo de su vida. Por el contrario, las rayas poseen dientes en forma de bandas (*Figura 5*) que utilizan para moler el alimento (Matos *et al.*, 2015).

Figura 5. Dentición en raya gavilán (Rhinoptera bonasus). *Fotografía de James St. John.*

García-Gómez (2000) propuso que algunas especies de tiburones son fundamentales para regular la densidad de poblaciones de peces, crustáceos, cefalópodos e incluso de algunos mamíferos marinos, ya que la gran mayoría son depredadores oportunistas que están en lo más alto de la cadena trófica actuando como depredadores-tope por lo que, si sus poblaciones disminuyen, se incrementan considerablemente las de sus presas, afectando negativamente a la biodiversidad marina. Además, se han observado interacciones indirectas a través de la conducta que hay entre elasmobranquios y sus presas para entender la actividad que hay dentro de una comunidad, observando que estas interacciones condicionan el comportamiento y la utilización del hábitat de las presas en función de la presencia o la ausencia de estos depredadores (Heithaus *et al.*, 2008).

Debido a su importante papel en los ecosistemas marinos como reguladores de densidad de otras especies por ser depredadores-tope y debido a la estrategia de vida que han adoptado, viene la importancia de intentar conservar a este tipo de animales mediante un proyecto donde se pretende disminuir el "bycatch" en el que cada día caen miles de tiburones y rayas, estimando que aproximadamente el 50% de las capturas mundiales de elasmobranquios son individuos que han sido capturados accidentalmente en pesquerías de palangre pelágico (Alverson *et al.*, 1994), sin posibilidad de escape y con unas probabilidades ínfimas de supervivencia si resultan ser liberados tras la interacción con el sistema pesquero.

Además, se sabe que los tiburones y las rayas acarrean beneficios económicos de millones de euros gracias a actividades de observación turística como el buceo o el esnórquel en todas las zonas donde pueden ser avistados como, por ejemplo, en los "hotspots" o puntos calientes de biodiversidad acuáticos (*Figura 6*). En España, salvo el archipiélago canario, los resultados de las investigaciones relativas a este tipo de acciones con elasmobranquios dan que pensar sobre el bajo nivel de protección que tienen estos animales y sobre los grandes beneficios económicos que, con una buena gestión en la conservación de estas especies, podrían aportar a la economía del país (De la Cruz, 2011).

En la actualidad, no existen estudios al respecto más allá del que realizó la Asociación Chelonia en el Oceanogràfic de Valencia sobre el uso de dispositivos electromagnéticos en la pesca de palangre para la reducción de las capturas accidentales, el cual se realizó en 2013 (ver Anexo 1).

Figura 6. Puntos calientes o "hotspots" de biodiversidad. *Imagen de Fundación DesQbre.*

1.2. *Dasyatis pastinaca*

La raya látigo común, pastinaca o chucho es una especie de elasmobranquio que se encuentra en el Mar Mediterráneo y en el Atlántico Nororiental en profundidades de al menos 160 metros, siendo así un animal bentónico que vive en los fondos de arena (*Figura 2*) y nerítico ya que vive cerca del litoral (Kraft *et al.*, 2023).

Se caracterizan por tener un cuerpo aplanado en la región dorsal y por tener muy desarrolladas las aletas pectorales que también son aplanadas, formando un disco con la cabeza (López *et al.*, 2014) además de por tener una cola larga donde tienen un aguijón venenoso (*Figura 1*). Por ello, es común matar a estos animales cuando caen en redes de pesca accidentalmente (Tiralongo *et al*., 2018).

Las pastinacas son animales vivíparos que dan a luz unas diez crías aproximadamente. Su temporada reproductiva abarca los meses más cálidos del año con un período de gestación de entre cuatro y seis meses, sugiriendo así un ciclo reproductivo anual. Los machos alcanzan la madurez sexual en tamaños que oscilan entre los 22 y 33 centímetros de ancho

de disco; en cambio, el ancho de disco en las hembras maduras oscila entre los 24 y 42 centímetros (Saadaoui *et al.*, 2015). Además, Yokota (2010) clasificó a los machos en tres estadios de madurez según el grado de calcificación del clasper, que es mayor cuando el animal crece y adquiere mayor madurez sexual, tornándose más duro.

Esta especie presenta comportamientos migratorios estacionales (Kraft *et al.*, 2023) lo que indica que forman agregaciones, es decir, reuniones de individuos en un área y tiempo concretos. El estudio de Kraft *et al.* (2024) reveló que *Dasyatis pastinaca* forma asociaciones firmes y sólidas que se mantienen a lo largo de los períodos intermigratorios. Estas agrupaciones, en la mayoría de los casos, estaban formadas por machos. Además, los adultos de esta especie a diferencia de los juveniles se alimentan más de teleósteos que de crustáceos (Bauchot, 1987). Principalmente, se alimenta de noche mientras que durante el día invierte más tiempo en descansar enterrada en la arena (González, 2013).

La familia Dasyatidae es una de las más amenazadas (Dulvy *et al.,* 2021) y, concretamente, *Dasyatis pastinaca* se encuentra amenazada en categoría de Vulnerable con una tendencia decreciente según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Jabado *et al.*, 2021).

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo general de esta investigación es analizar si el uso de un dispositivo electromagnético (en este caso, un imán de neodimio de alta potencia) es capaz de repeler a los individuos de raya que hemos utilizado en el presente estudio (*Dasyatis pastinaca*) aún en presencia de alimento para poderlos implementar en las artes de pesca y así reducir sus capturas accidentales.

Si el efecto de los imanes o emisores de ondas magnéticas es efectivo para esta especie, se colocarían en los anzuelos del palangre para ser más selectivos y eficientes en las capturas, beneficiando a los propios pescadores ya que sólo tendrían que colocar este imán en el anzuelo a la vez que coloquen el cebo, y contribuyendo a la conservación de estos elasmobranquios.

Los objetivos específicos serían:

- Descubrir si existe un efecto repelente de las ondas magnéticas del imán sobre la especie de elasmobranquio en la que nos hemos centrado para este estudio, *Dasyatis pastinaca*.
- Determinar cuál es la potencia adecuada del dispositivo.
- Las hipótesis que se barajan con el estudio son que:
- Debido a la presencia de las ampollas de Lorenzini, las ondas electromagnéticas presentarán un efecto repelente observando un aumento de la distancia del animal hasta la comida.

Si existe un efecto repelente de los imanes, su presencia en condiciones de pesca reales debería implicar una disminución de las capturas.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Muestra de estudio

Esta investigación se realizó entre los meses de junio y agosto de 2024, sobre 6 individuos de *Dasyatis pastinaca* juveniles en las instalaciones interiores del Atlantis Aquarium de Madrid, 5 machos y 1 hembra nacidos en cautividad en las citadas instalaciones (tres de ellas nacieron en julio del 2023 y las otras tres nacieron en abril de 2024) y todas ellas eran de tamaño similar, entre 20-25 centímetros de ancho de disco.

3.2. Instalaciones

Este proyecto se ha llevado a cabo íntegramente en las instalaciones del Atlantis Aquarium de Madrid que es un acuario situado en la localidad de Arroyomolinos en el centro comercial Intu Xanadú. Este acuario tiene como función principal ayudar a la conservación del planeta y de los mares en particular, desarrollando actividades de sensibilización y educación para concienciar sobre la importancia del desarrollo sostenible y el aprendizaje sobre los ecosistemas acuáticos con el propósito de promover su conservación. Además, se implica especialmente en acciones de conservación e investigación relacionadas con el mar y sus habitantes mediante diferentes proyectos gestionados por la Fundación Parques Reunidos.

Las distintas fases experimentales se realizaron en un tanque negro y circular de 2,35 metros de diámetro situado en la zona de cuarentena del acuario, donde existe un acceso restringido al público. El agua tenía una profundidad de 75 centímetros y el tanque medía 1 metro de alto contando con un volumen de 3000 litros de agua salada (*Figura 7*). Dicho tanque disponía de un sifón en el centro por donde se cambiaba el agua manteniéndola siempre limpia y con corriente, además de tener siempre puesto un oxigenador que emitía burbujas inyectando oxígeno al agua; dicho oxigenador había que retirarlo mientras se realizaban las grabaciones para mejorar la posterior visualización de éstas, pero no afectaba a los animales porque era un periodo corto de tiempo (15 minutos).

Los animales comían 3 veces al día: una por la mañana sobre las 09:00 horas, otra al mediodía sobre las 13:00 horas y una última vez por la tarde sobre las 16:00 horas. Su dieta consistía en una mezcla de pescados troceados en la que normalmente había merluza,

mejillón, perlano y puntilla. Durante el estudio, la dieta se administró con un tubo de alimentación que servía de guía para centrar la comida en el tanque (ver apartado de

"Instrumentos"), pero habitualmente se les administraba esparcida por la instalación de manera aleatoria. Mientras duró el experimento no se les varió la dieta en ningún momento, y tampoco se cambiaron las horas a las que los animales estaban acostumbrados a comer, ajustando así las horas de grabación a las de sus comidas.

3.3. Instrumentos

Para la recogida de datos se utilizó una cámara web de alta definición que se colocó en el techo de la instalación justo encima del tanque (ver Fig. 8) de manera cenital donde se viera la posición de los sujetos durante cada evento. La cámara se acopló a un ordenador portátil situado al lado de la instalación con un cable USB con conectores macho/hembra con una extensión de 5 metros. Como software para la filmación se utilizó el que viene provisto de fábrica en el ordenador a través de la aplicación de Cámara de Microsoft Corporation en la versión 2025.2502.17.0.

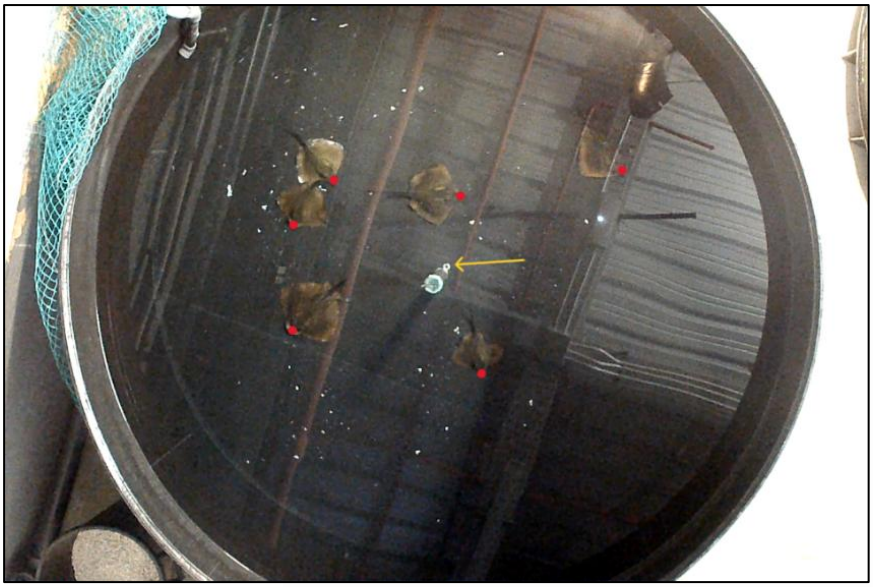


Figura 7. Vista cenital del tanque. En rojo las bocas de las rayas donde se sitúan las ampollas de Lorenzini; la flecha amarilla indica la situación del imán.
Fotografía: elaboración propia.

Se utilizó un tubo de alimentación para localizar el alimento lo más céntrico posible de la instalación, estableciendo así un punto central a partir del cual medir las distancias de los

individuos. El tubo era de color gris oscuro, hueco y de plástico PVC con un largo de 1,45 metros y un diámetro interior de 5 centímetros. A través de este tubo se administraba la comida y el imán en la fase correspondiente, echando agua por dentro del tubo con un vaso para evitar que la comida quedara atascada en el interior del conducto.

El imán utilizado en el estudio tiene forma de aro (*Figuras 8* y *9*) y está fabricado con neodimio (Nd). Estos imanes tienen un recubrimiento NiCuNi (níquel-cobre-níquel) que proporciona resistencia frente a la corrosión, protegiendo al imán y evitando el desgaste del metal, lo que los hace ideales para utilizarlos en agua salada.

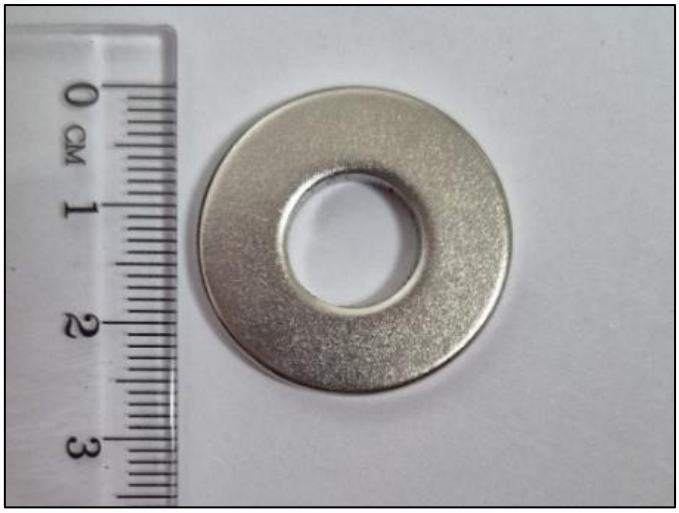


Figura 8. Vista cenital del imán utilizado en el estudio. *Fotografía: elaboración propia.*

Figura 9. Vista lateral del imán utilizado en el estudio. *Fotografía: elaboración propia.*

También, poseen una calidad magnética N35 donde: N representa neodimio y 35 significa que la energía máxima se encuentra entre 33-35 MGOe (millones de Gauss Oersted), siendo un indicador de la fuerza que tiene el imán. La clasificación N o grado del imán es la medida de energía máxima que puede almacenar el material con el que se fabrica el imán, indicando la resistencia máxima a la que se puede magnetizar por lo que, cuanto más alto es el grado, más fuerte es el imán. Este tipo de imanes pueden tener seis veces más fuerza que los imanes de ferrita, incluso siendo de tamaños más pequeños y permitiendo usarse a mayor temperatura, por lo que tienen las mejores propiedades magnéticas del mercado actualmente (Aiman GZ, S.L. – imanes y artículos magnéticos, 2022).

Por último, tiene un diámetro de 26 milímetros (*Figura 8*), un diámetro interior de 11 milímetros, un alto de 4 milímetros y un peso de 13,1 gramos. Tiene un sentido de magnetización axial (*Figura 10*), es decir, el campo magnético del imán discurre a lo largo de su eje.

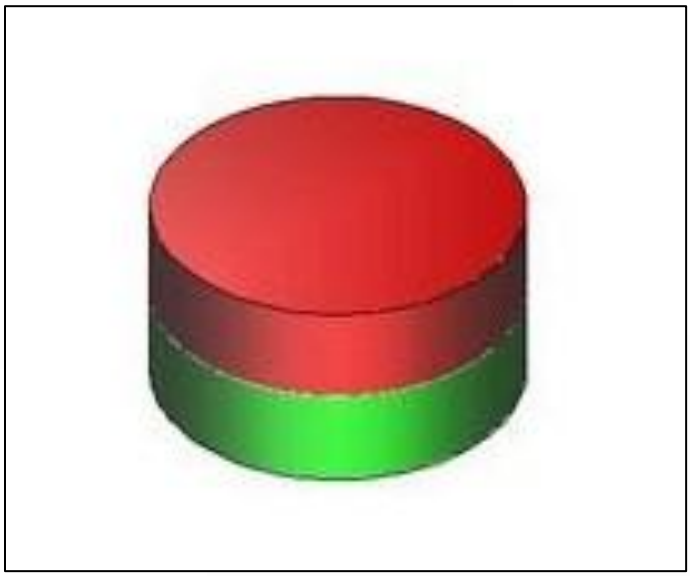


Figura 10. Sentido de magnetización axial.
Imagen de neomagnete.de.

3.4. Procedimiento y toma de datos

Para comprobar el efecto del imán sobre la alimentación de las pastinacas, el estudio se dividió en 3 fases:

1. Control (CO) → Sin ningún tipo de estímulo. No hay comida, no hay tubo de alimentación y no hay imán. En esta fase, la hipótesis de partida sería que los animales deberían distribuirse de forma aleatoria por la instalación.

2. Fase 1 (AL) → Comida situada en el centro de la instalación, con ayuda del tubo de alimentación, para facilitar la medición de las distancias y que sean lo más objetivas posibles. En esta fase, los animales deberían situarse más cerca del punto central al verse atraídos por el alimento.

3. Fase 2 (IM) → Comida situada en el centro de la instalación como en la Fase 1 pero introduciendo un imán junto al alimento para comprobar el comportamiento de los individuos en presencia del emisor de ondas magnéticas. En esta fase, los animales deberían estar más alejados del centro que en la Fase 1 debido al efecto repelente del dispositivo magnético.

Antes de comenzar el estudio se realizaron filmaciones puntuales introduciendo el tubo de alimentación sin alimento y sin imán para comprobar que el tubo no tenía efecto de distanciamiento en los animales. Se vio que este tubo no suponía ningún cambio de conducta en ellos ya que, además, los sujetos estaban habituados al tubo con el que los cuidadores aspiraban el fondo del tanque para eliminar los restos de comida y desechos orgánicos.

Cabe destacar que se han respetado los horarios, el tipo de alimento y la cantidad de comida suministrada a los animales, como se ha explicado anteriormente en el apartado de instalaciones, por lo que cualquier modificación de conducta en los individuos corresponde a los efectos que puede causarle el emisor. Además, las fechas de grabación se han ajustado en todo momento a los periodos de alimentación que marcó el personal del acuario, respetando siempre el bienestar de los animales. Así mismo, se espaciaron los días de grabación en la fase de alimentación con imán (IM) para proporcionar como mínimo un día de descanso completo entre cada filmación, garantizando la correcta alimentación de todos los sujetos. Las fechas de grabación concretas fueron las que se exponen en la siguiente tabla (*Tabla 1*).

Tabla 1. Metodología utilizada en el estudio. *Elaboración propia.*

Día	Fase	Hora
1	CO	09:00
1	AL	09:30
2	CO	13:00
2	AL	13:30
3	CO	16:00
3	AL	16:30
4	CO	09:00
4	AL	09:30
5	CO	13:00
5	AL	13:30
6	CO	16:00
6	AL	16:30
7	IM	09:00
9	IM	13:00
11	IM	16:00
13	IM	09:00
15	IM	13:00
17	IM	16:00

Se hicieron 6 grabaciones de cada fase, pudiendo grabar en el mismo día el control (CO) y la fase 1 (AL). La fase 2 (IM) se grabó en días diferentes con un día de descanso como se ha explicado anteriormente. Cada grabación consta de 10 minutos, de los cuales se han seleccionado los 5 primeros minutos porque los animales se comían rápidamente el alimento (la grabación comenzaba una vez se retiraba el tubo de alimentación del agua). En estos 5 minutos se realiza un "scan" o muestreo de barrido cada 15 segundos haciendo un registro instantáneo mediante una captura de pantalla de la filmación, obteniendo así 4 "frames" por minuto grabado (15, 30, 45, 60 segundos). Por lo que, cada 5 minutos, obtenemos 20 datos (5 minutos por 4 datos/min). Al multiplicar esos 20 datos por los 6 individuos de la muestra, se consiguen 120 mediciones por cada grabación. Estas 120 mediciones las multiplicamos por 18 (6 filmaciones por 3 fases distintas) y nos da la cantidad de 2160 datos totales conseguidos en el experimento.

El análisis de las grabaciones se hizo de manera manual con una regla de 15 centímetros sobre la pantalla del ordenador, sin ampliar, editar o modificar la imagen capturada para que todas fueran exactamente del mismo tamaño evitando así errores de medición.

Cada grabación se nombró con un código único para cada una (DP-1 para la primera filmación, etc; DP = *Dasyatis pastinaca* y el número hace referencia a la grabación) para saber en todo momento cuál queremos mencionar.

3.5. Variables del estudio

Para poder realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos mediante el procedimiento descrito anteriormente, la variable independiente en este experimento sería el emisor de ondas magnéticas o imán, mientras que la variable dependiente sería la distancia desde la zona rostral del animal hasta el centro de la instalación, haya o no imán.

Las medidas que salieron de la medición a mano con la regla sobre la pantalla del ordenador se pasaron a un Excel donde se apuntaron los milímetros de cada dato. Para convertir esas medidas en distancia real se hizo la siguiente conversión:

$$x = \frac{(dato \cdot 23{,}5)}{17}$$

Esta conversión es necesaria para saber cuál es la distancia a la que está la zona rostral del sujeto hasta el punto central establecido con medidas reales del tanque y no sobre la pantalla de un ordenador.

Ejemplo: 85 milímetros desde el punto central hasta la boca de uno de los individuos (medida de la regla sobre el ordenador) por 23,5 (diámetro del tanque real en centímetros dividido entre diez) serían 1997,5. Este dato lo dividimos entre 17 (diámetro del tanque en centímetros medido con la regla sobre la pantalla del ordenador) daría como resultado 117,5 centímetros, por lo que ese sujeto estaría a 1,18 metros en el tanque desde el centro.

Las variables utilizadas son continuas, y las medidas categóricas o factores son intra-sujetos porque lo que se mide es la distancia desde la zona rostral de cada uno de los animales hasta el centro de la instalación donde se sitúa el imán, antes y durante el uso del dispositivo en el mismo grupo de pastinacas.

Se calculó la fiabilidad intra-juez ya que sólo había un observador a través del ICC (Coeficiente de Correlación Intraclase). Para ello, se volvieron a registrar medidas que ya habían sido tomadas hacía un par de meses atrás. Se obtuvo un ICC de 0.997 lo que implica una fiabilidad excelente según la interpretación de Koo & Li (2016).

3.6. Análisis estadístico

El diseño ha sido intrasujeto y de tipo experimental. Al contar con un tamaño muestral pequeño (n = 6), se comprobó la normalidad de los datos con el test de Shapiro-Wilks, resultando que éstos se ajustaban a una distribución Normal (valor *p* mayor a 0,05).

Así para el análisis de las diferencias entre las fases se realizó un ANOVA de medidas repetidas. Para analizar entre qué fases existían diferencias se realizó la corrección del valor *p* con el *post-hoc* de Bonferroni. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa Jamovi 2.4.14.

4. RESULTADOS

4.1. Descriptivos

Esta investigación se realizó entre los meses de junio y agosto de 2024, sobre 6 individuos de *Dasyatis pastinaca* juveniles en las instalaciones interiores del Atlantis Aquarium de Madrid, 5 machos y 1 hembra nacidos en cautividad en las citadas instalaciones (tres de ellas nacieron en julio del 2023 y las otras tres nacieron en abril de 2024) y todas ellas eran de tamaño similar, entre 20-25 centímetros de ancho de disco.

Durante la fase de control (CO) hay mucha distancia desde la zona rostral de los animales al punto central establecido por lo que los individuos prefieren estar en los bordes del tanque cuando no hay ningún tipo de estímulo (ver media en Tabla 2). En la Fase 1 (AL), la distancia hasta el punto central disminuye en comparación con la fase CO. Por último, en la Fase 2 (IM) también disminuye la distancia de los sujetos hasta el punto central con una diferencia de casi 2 centímetros entre las medias de AL e IM.

La desviación típica en los tres casos es baja (ver desviación en *Tabla 2*) lo que indica poca variabilidad en los datos, es decir, la mayoría de los valores están cercanos a la media por lo que tienden a ser valores más homogéneos. Entonces, cuando no tienen estímulo prefieren la periferia del tanque y cuando hay comida, haya o no presencia de imán, están cerca del centro.

Tabla 2. Valores descriptivos del estudio. *Elaboración propia.*

	CO	AL	IM
Media	70,5	34,5	36,3
Mediana	72,3	33,77	37,8
Desviación típica	4,94	3,49	4,09
Mínimo	61,8	31,2	31,0
Máximo	74,8	40,1	40,0

4.2. Inferenciales

Se realizó un ANOVA de medidas repetidas donde se observó que había resultados significativos (F (2) = 118, $p < 0.001$). Tras ellos, se hizo un análisis *post-hoc* de Bonferroni, donde observamos que había diferencias entre la fase CO y las condiciones de AL e IM, pero no entre AL e IM.

Tabla 3. Valores de la correción de *p* (Bonferroni). *Elaboración propia.*

Fases	gl	t	$p_{Bonferroni}$
CO - AL	5	11,27	< 0,001
CO - IM	5	11,07	< 0,001
AL - IM	5	-1,64	0,486

5. DISCUSIÓN

En el presente estudio, los imanes utilizados no han ejercido un efecto repulsivo sobre los individuos de la especie analizada, no habiéndose detectado un incremento de las distancias de las bocas de los individuos al centro del tanque durante los eventos de alimentación con imán.

Algunos estudios muestran que algunas especies de elasmobranquios muestran respuestas repulsivas a metales electropositivos y aleaciones magnéticas, mientras que otras especies o individuos no muestran estas respuestas. Las razones por las que se producen estas variaciones de respuesta no están claras (Grant *et al.*, 2018).

Los anzuelos SMART (Selective Magnetic and Repellent-Treated Hook), son anzuelos que incorporan metales electropositivos e imanes, que mostraron también una reducción en la captura del tiburón *Squalus acanthius* en experimentos con palangre llevados a cabo en el golfo de Main (USA) (O'Connell *et al.*, 2014). Sin embargo, estos mismos anzuelos no demostraron un efecto repelente sobre el tiburón de Groenlandia (*Somniosus microcephalus*) en experimentos realizados con palangre de fondo en Canadá (Grant *et al.*, 2018).

La Asociación Chelonia realizó experimentos en cautividad con varios modelos de imanes de Neodimio de 3500 y 1550 Gauss sobre pintarrojas (*Scyliorhinus canicula*) en tanques circulares de cuarentena siguiendo una metodología similar al del presente estudio y sobre tiburones grises (*Carcharhinus plumbeus*) en tanque expositor de grandes dimensiones durante eventos de alimentación con pinzas. En el primer caso, detectaron distancias medias más alejadas del centro del tanque durante los eventos de alimentación con imán, por lo que los resultados de repulsión o evasión se consideraron positivos. En el segundo caso, no detectaron efectos repulsivos o disminuciones en la interacción con las pinzas de alimentación. Esta misma entidad realizó pruebas experimentales en condiciones reales de pesca en palangre de superficie, con imanes localizados en los anzuelos cebados, registrando una ligera disminución en la captura de tintorera (*Prionace glauca*), aunque el bajo tamaño muestral no permitió establecer una conclusión clara sobre la efectividad de los imanes utilizados en la disminución de interacciones y, por tanto, de captura de esta especie.

Por otro lado, los individuos utilizados en el presente estudio eran pastinacas jóvenes. Habría que considerar la posibilidad de que este hecho pudiera influir de alguna manera en

la capacidad de detección de campos electromagnéticos en esta especie, al no estar completamente desarrolladas.

El comportamiento de alimentación de elasmobranquios está, por lo general, poco estudiado, por lo que otros factores también podrían estar influyendo en el estudio. El agua de los tanques donde se realizaron los experimentos es filtrada, por lo que su turbidez es prácticamente nula, y también están iluminados, por lo que la vista, además del olfato, pueden jugar también un papel importante durante los eventos de alimentación.

En este estudio se han utilizado imanes de alta potencia, esperando que una mayor fuerza electromagnética pudiera presentar efectos repulsivos más intensos, aunque se han realizado estudios que indican que los campos magnéticos más potentes no tienen por qué ser los más efectivos a nivel repulsivo, por lo que los imanes más potentes por sí solos no significarían un mayor efecto de repulsión o irritación (O'Connell *et al.*, 2012). También se estima que los elasmobranquios se podrían habituar a las condiciones impuestas por un mismo estímulo a lo largo del tiempo, reduciéndose su eficacia como elemento repulsivo (O'Connell *et al.*, 2011). Esta situación no se habría producido en el experimento realizado debido al reducido número de pruebas realizadas con los individuos de la especie objetivo.

También habría que tener en cuenta el bajo tamaño muestral por el reducido número de individuos presente en los tanques de experimentación durante la realización de este estudio.

6. CONCLUSIONES

Después de analizar todas las variables y ver los resultados que se han obtenido tras la realización del estudio, se puede decir que los imanes no han funcionado como esperábamos. Esto puede ser debido a que la potencia del imán no ha sido la adecuada o porque la especie estudiada no posee tanta cantidad de ampollas de Lorenzini, por ejemplo. También, puede ser que *Dasyatis pastinaca* utilice estos órganos mayormente para detectar a sus depredadores ya que debido al tamaño que tienen pueden ser presa de otros. Aun así, queda claro que la presencia de alimento implica una reducción en la distancia de los individuos al punto central establecido.

Para terminar, creo que deberían realizarse estudios adicionales al respecto sobre esta materia ya sea aumentando el tamaño muestral del estudio o utilizando otras especies de elasmobranquios para poder investigar y llegar a una posible solución frente a las capturas accidentales en este tipo de animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes, K.G. & A. Barnett. (2011). Intrapopulation variations in diet and habitat use in a marine apex predator, the broadnose sevengill shark *Notorynchus cepedianus*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 442: 133-148.

Aiman GZ, S.L. – imanes y artículos magnéticos. (24 de mayo de 2022). *¿Qué significa la N, o grado, de los imanes de neodimio?* https://aimangz.es/blog-sobre-imanes/faq-s/que-es-el-grado-o-n-en-los-imanes-de-neodimio#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20un%20im%C3%A1n%20de,m%C3%A1s%20fuerte%20es%20el%20im%C3%A1n.

Alverson, D.L., Freeberg, M.H., Pope, J.G., Murawski, S.A. (1994). Una evaluación mundial de las capturas incidentales y los descartes en la pesca. Documento técnico de pesca de la FAO. Nº 339. Roma, FAO. 233 págs.

Báez, J. C., Camiñas, J. A., & Macías, D. (2016). Definiendo y traduciendo "by-catch" al español: un término inconsistente en biología pesquera. *Anales de Biología vol. 38, 2016*.

Bauchot, M. L. (1987). Raies et autres batoides. *Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche (rev. 1), Méditerranée et mer Noire, Zone de pêche*, *37*, 845-886.

Collin, S. P. (1988). The retina of the shovel-nosed ray, *Rhinobatos batillum* (Rhinobatidae): morphology and quantitative analysis of the ganglion, amacrine and bipolar cell populations. *Experimental biology*, *47*(4), 195–207.

De la Cruz Modinov, R. (2011). Las investigaciones sobre turismo de observación de tiburones y rayas en España. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, *9*(2), 467-476.

Dean, M., C. Wilga & A. Summers. (2005). Eating without hands or tongue: specialization, elaboration and the evolution of prey processing mechanisms in carilaginous fishes. *Biol. Lett.,* doi:10.1098/rsbl.2005.0319:1-5.

Dulvy, N. K., Pacoureau, N., Rigby, C. L., Pollom, R. A., Jabado, R. W., Ebert, D. A., ... & Simpfendorfer, C. A. (2021). Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, *31*(21), 4773-4787.

Eayrs, S. (2007). *Guía para reducir la captura de fauna incidental (bycatch) en las pesquerías por arrastre de camarón tropical* (p. 110). FAO.

Espinoza, M., T.M. Clarke., F. Villalobos-Rojas., I.S. Wehrtmann. (2013). Diet composition and diel feeding behaviour of the banded *guitarfish Zapteryx xyster* along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *J. Fish. Biol.,* 82(1): 286-305.

García-Gómez, G. (2000). *Análisis del papel de los tiburones en el ecosistema y su respuesta ante la explotación*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, México, 125 p.

González, C. G. (2013). Tiburones, Rayas, Quimeras, Lampreas y Mixínidos de la Península Ibérica y Canarias. Ediciones Díaz de Santos.

Grant *et al.* (2018), Greenland shark (*Somniosus microcephalus*) feeding behavior on static fishing gear, effect of SMART (Selective Magnetic and Repellent-Treated) hook deterrent technology, and factors influencing entanglement in bottom longlines. PeerJ 6:e4751; DOI 10.7717/peerj.4751.

Gray, A.E., Mulligan, T.J. y Hannah, R.W. (1997). Hábitos alimentarios, presencia y estructura poblacional de la raya murciélago, *Myliobatis californica*, en la Bahía de Humboldt, California. *Biología Ambiental de Peces*, *49*, 227-238.

Grogan, E. & Lund, R. (2012). The Origin and Relationships of Early Chondrichthyans. *Biology of Sharks and Their Relatives*. 3-31. 10.1201/b11867-3.

Hoenig, J. and S. Gruber. (1990). Life History Patterns in the Elasmobranchs: Implications for Fisheries Management. In: Pratt, Jr., S.H. Gruber and T. Taniuchi (Eds.). *Elasmobranchs as living resources: Advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries.* U.S. Dep. Commer. NOAA Technical Report. NMFS 90: 1-16.

Hamlett, W.C. (1999). *Tiburones, rayas y mantas: la biología de los elasmobranquios*. Prensa de la Universidad Johns Hopkins.

Heithaus, M.R., Frid A., Wirsing A.J. & Worm, B. (2008). Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends. Ecol. Evol*., 23(10): 202-210.

Jabado, R.W., Chartrain, E., De Bruyne, G., Derrick, D., Dia, M., Diop, M., Doherty, P., Leurs, G.H.L., Metcalfe, K., Pacoureau, N., Pires, J.D., Ratão, S., Seidu, I., Serena, F., Soares, A.L., Tamo, A., VanderWright, W.J. & Williams, A.B. (2021). *Dasyatis pastinaca*. *Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN* 2021: e.T161453A124488102. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T161453A124488102.en

Josberger, E. E., *et al* (2016). Proton conductivity in ampullae of Lorenzini jelly. *Science Advances* doi: 10.1126/sciadv.1600112

Koo, T.K. y Li, M.Y. (2016). Guía para la selección y el informe de coeficientes de correlación intraclase para la investigación de la fiabilidad. *Revista de medicina quiropráctica*, *15* (2), 155-163.

Kraft, S., Winkler, A. C., Abecasis, D. (2023). *Small coastal marine protected areas offer recurring, seasonal protection to the common stingray (Dasyatis pastinaca),* Ocean & Coastal Management, Volume 246, 106891. ISSN 0964-5691, https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106891

Kraft, S., Winkler, AC, Abecasis, D. y Mourier, J. (2024). Coocurrencia a largo plazo y gregarismo en la raya común migratoria mediante análisis de redes. *Biología Marina*, *171* (9), 176.

López Jiménez, L. N., González Solis, A., Torruco, D. (2014). *Peces bentónicos y demersales de la Sonda de Campeche: sur del Golfo de México.* CONABIO. Biodiversitas, 113:12-16

Lowe, C.G., B.M. Wetherbee, G.L. Crow & A.L. Tester. (1996). Ontogenetic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, in Hawaiin waters. *Environ. Biol. Fish.*, 47: 203-211.

Matos, J, M. Perez & Z. Benítez. (2015). *Condrictios: Tiburones, rayas y quimeras*. Info Zoa Boletín de Zoología, 9, 1-16.

Montero, R. & Autino, A. G. (2018). *Sistemática y filogenia de los vertebrados, con énfasis en la fauna argentina*. Tercera edición. Editorial independiente, San Miguel de Tucumán, Argentina. 627 pp. ISBN: 978-987-42-9556-9.

Moss, S. A. (1972). Tooth replacement and body growth rates in the smooth dogfish, *Mustelus canis* (Mitchill). Copeia. 808-811.

Navia, A.F., A. Torres., P.A. Mejía-Falla & A. Giraldo. (2011). Sexual, ontogenetic, temporal and spatial effects in the feeding ecology of *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchii: Myliobatiformes). J. Fish Biol., 78: 1213-1224.

O'Connell, C.P.; Gruber, S.H.; Abel, D.C.; Stroud, E.M.; Rice, P.H. (2011). The responses of juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*, to a magnetic barrier. *Ocean Coast. Manag. 54*, 225–230

O'Connell, C. P., E. M. Stroud & P. He. (2012). The emerging field of electrosensory and semiochemical shark repellents: Mechanisms of detection, overview of past studies, and future directions. *Ocean & Coastal Management*, http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.11.005

O'Connell CP, He P, Joyce J, Stroud EM, Rice PH. (2014). Effects of the SMART (Selective Magnetic and Repellent-Treated) hook on spiny dogfish catch in a longline experiment in the Gulf of Maine. *Ocean & Coastal Management* 97:38–43 DOI 10.1016/j.ocecoaman.2012.08.002

Saadaoui, A., Saïdi, B., Enajjar, S., Bradai M. N., (2015). *Reproductive biology of the common stingray Dasyatis pastinaca (Linnaeus, 1758) off the Gulf of Gabès (central mediterranean sea)* Cah. Biol. Marzo, 56, pags. 389 – 396

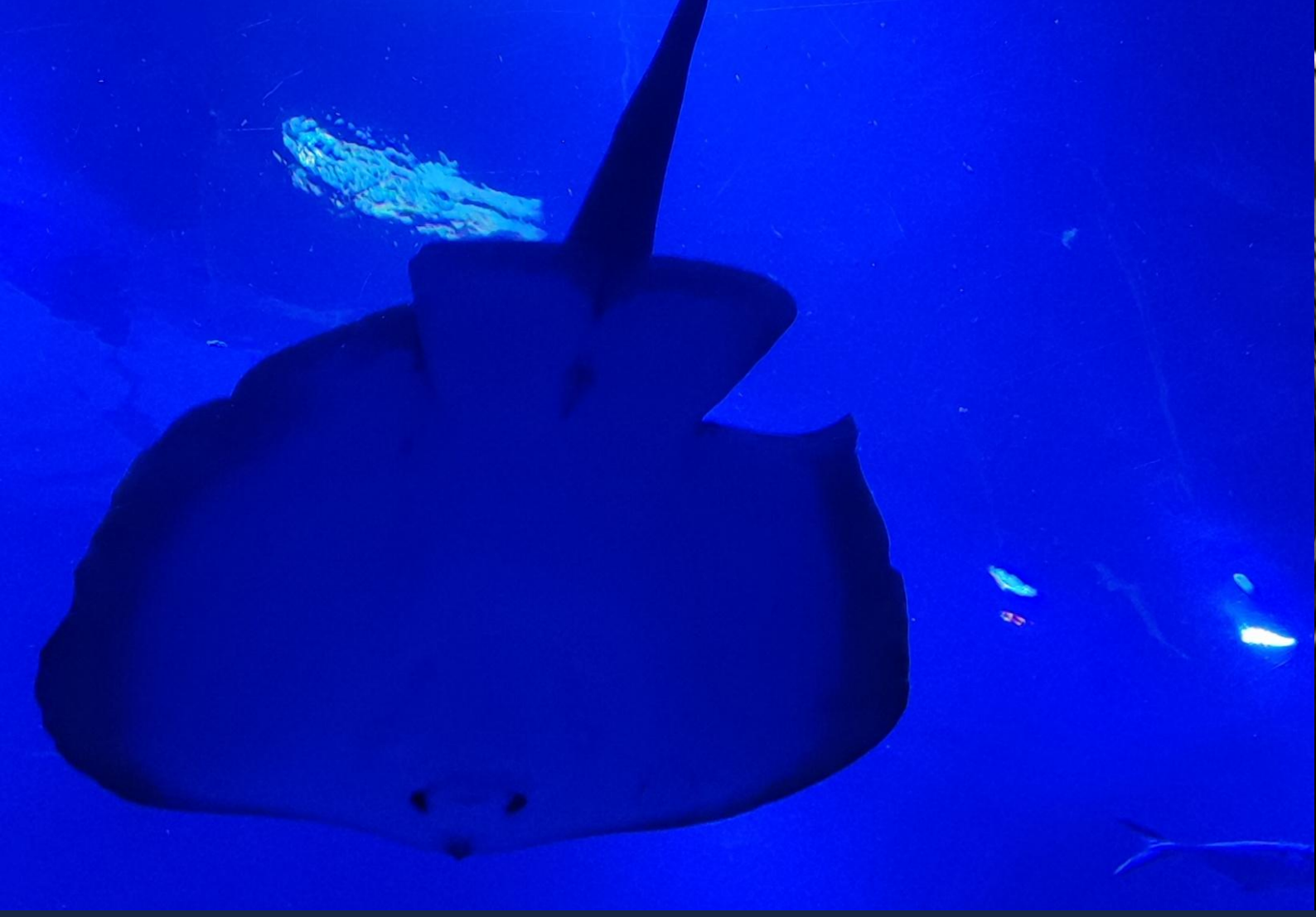
Tiralongo, F., Messina, G., Lombardo, B. M., (2018). *Discards of elasmobranchs in a trammel net fishery targeting cuttlefish, Sepia officinalis Linnaeus, 1758, along the coast of Sicily (central Mediterranean Sea),* Regional Studies in Marine Science, Volume 20, Pages 60-63, ISSN 2352-4855. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352485517303742

Tricas, T.C. (2001). The neuroecology of the elasmobranch electrosensory world: why peripheral morphology shapes behavior. *Environmental Biology of Fishes*. 77-92.

Wetherbee, B. M. & Cortés, E. (2004). Food consumption and feeding habits. En: Carrier, J. C., J. A. Musick & M. R. Heithaus. (Ed.). *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press LLC. E. U. A. 598p.

Yokota, L. (2010). *Taxonomia, biologia reprodutiva e dieta da raia borboleta, Gymnura micrura (Myliobatiformes: Elasmobranchii).* Tesis de Doctorado. Universidade Estadual Paulista. 126 p.

Tanque donde se realizó el estudio. *Fotografía propia.*



Actualmente, las capturas accidentales en el sector pesquero suponen una grave amenaza para los elamosbranquios, lo que no solo afecta a este grupo taxonómico sino también a la degradación de los ecosistemas marinos, ya que cumplen un importante papel en la cadena trófica.

Desde la Asociación Chelonia se está trabajando en un proyecto de conservación para investigar el efecto de la presencia de imanes en el comportamiento de los elamosbranquios, con el objetivo de repeler a estos animales cuando se acerquen a los anzuelos de pesca para evitar que queden atrapados.

En esta monografía, se expone el estudio en cautividad realizado en el Acuario Atlantis dentro del proyecto de reducción de capturas accidentales de elasmobranquios. Durante todo el estudio se aseguró el bienestar y la seguridad de los animales del acuario.

©Asociación Chelonia, 2025
ISBN: 978-84-09-79448-5