



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTE**M**ARES



Actuaciones dirigidas a mejorar el estado de conservación del cormorán moñudo (*Gulosus aristotelis*) en Asturias, Cantabria y Galicia

LICITACIÓN FB 16/2023 LOTE 1

INFORME TAREA 3a

ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EFECTO DE LA INSTALACIÓN DE LUCES LED EN LAS REDES FIJAS DE ENMALLE SOBRE LA CAPTURA ACCIDENTAL DEL CORMORÁN MOÑUDO EN EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA.

Marzo de 2025

LIFE IP INTEMARES

Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

Actuaciones dirigidas a mejorar el estado de conservación del cormorán moñudo (*Gulosus aristotelis*) en Asturias, Cantabria y Galicia.

INFORME TAREA 3a

ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EFECTO DE LA INSTALACIÓN DE LUCES LED EN LAS REDES FIJAS DE ENMALLE SOBRE LA CAPTURA ACCIDENTAL DEL CORMORÁN MOÑUDO EN EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA.

Autoría: CORY'S – Investigación y Conservación de la Biodiversidad



Autores: Álvaro Barros López, Marcel Gil Velasco, Clara Morey Rubio y Juan Bécares de Fuentes

Coordinación y revisión: Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Edita:

El proyecto LIFE IP INTEMARES, que coordina la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, avanza hacia un cambio de modelo de gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la participación activa de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas para la toma de decisiones.

Participan como socios el propio ministerio, a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación; la Junta de Andalucía, a través de la Consejería Sostenibilidad y Medio Ambiente, así como de la Agencia de Medio Ambiente y Agua; el Instituto Español de Oceanografía; AZTI; la Universidad de Alicante; la Universidad Politécnica de Valencia; la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución financiera del Programa LIFE de la Unión Europea.



Fecha de edición: 18 de marzo de 2025

Indice

1.	CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
2.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	3
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	3
3.1.	Área de estudio	3
3.2.	Embarcación y arte empleados	5
3.3.	Diseño experimental	7
3.4.	Análisis estadísticos.....	9
4.	RESULTADOS	10
4.1.	Distribución del esfuerzo y condicionantes.....	10
4.2.	Capturas accidentales de cormorán moñudo	12
4.2.1.	Análisis estadístico de la mortalidad accidental de cormorán moñudo	15
4.3.	Capturas comerciales	16
4.3.1.	Análisis estadístico de las capturas comerciales	18
4.4.	Distribución y abundancia de aparejos calados en el entorno de las Islas Cíes.....	19
5.	CONSIDERACIONES FINALES.....	20
5.1.	Dificultades encontradas durante la realización del estudio	20
5.2.	Sobre la escasez de cormoranes en las zonas de alimentación tradicionales	21
5.3.	Efecto de las luces LED en la captura accidental del cormorán moñudo.....	22
5.4.	Sobre la problemática actual de los artes de enmalle en las Islas Cíes.....	24
6.	CONCLUSIONES	25
7.	AGRADECIMIENTOS.....	26
8.	REFERENCIAS.....	26

ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EFECTO DE LA INSTALACIÓN DE LUCES LED EN LAS REDES FIJAS DE ENMALLE SOBRE LA CAPTURA ACCIDENTAL DEL CORMORÁN MOÑUDO EN EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA

1. CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La Fundación Biodiversidad (en adelante FB) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (en adelante MITECO) coordina el proyecto LIFE IP-PAF INTEMARES “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español”. Este proyecto tiene como objetivo conseguir una red consolidada de espacios marinos Natura 2000 gestionada de manera eficaz e integrada, con la participación de los sectores implicados, con la investigación como herramienta básica para la toma de decisiones y bajo la oportunidad de contribuir a un modelo de desarrollo asentado en la sostenibilidad y en la innovación. Para ello, el MITECO como responsable de esta acción en el proyecto INTEMARES ha impulsado un proceso de diálogo con cada Ciudad y Comunidad Autónoma costera, con el objetivo de identificar diferentes problemáticas y necesidades en cuanto a la gestión de los hábitats, especies y espacios de la Red Natura 2000 marina y poner en marcha experiencias demostrativas o piloto que puedan aportar resultados replicables en otras áreas con problemáticas similares.

Como resultado de esta acción, surge un proyecto dirigido a mejorar la conservación del cormorán moñudo (*Gulosus aristotelis*) en Asturias, Cantabria y Galicia. Esta especie está incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas) en la categoría de vulnerable. Este proyecto plantea la necesidad y la oportunidad de abordar conjuntamente la mejora del estado de conservación de esta especie y las amenazas de origen antrópico (como las molestias en las zonas de cría o alimentación, la mortalidad accidental en aparejos de pesca, la contaminación, los vertidos de hidrocarburos y la introducción de especies exóticas) a las que se enfrenta, buscando soluciones dialogadas y conjuntas con la participación de los actores y sectores clave implicados e intercambiando experiencias y aprendizajes.

Como resultado de esta necesidad, la Fundación Biodiversidad licita la contratación de los servicios para la ejecución de una serie de actuaciones dirigidas a mejorar el estado de conservación del cormorán moñudo en Asturias, Cantabria y Galicia. La licitación se divide en dos lotes. El objeto del LOTE 1 consiste en la contratación de los servicios para analizar y elaborar información técnica acerca de las amenazas de origen antrópico y las afecciones sobre el cormorán moñudo e implementar medidas innovadoras para mejorar la conservación de esta especie con la participación y colaboración de los sectores implicados. El objeto del LOTE 2 es la contratación de los servicios para diseñar, dinamizar y acompañar un proceso participativo con los actores y sectores clave en la conservación del cormorán moñudo. El LOTE 1, en cuyo marco se sitúa el presente informe, incluye tres tareas:

- Tarea 1: Recopilación y análisis de la información técnica disponible acerca de las amenazas de origen antrópico y las afecciones sobre el cormorán moñudo en Asturias, Cantabria y Galicia.
- Tarea 2: Elaboración de un programa de propuestas, recomendaciones y medidas para mejorar la conservación del cormorán moñudo en Asturias, Cantabria y Galicia, en colaboración con el adjudicatario del Lote 2 (de llevarse a cabo por entidades diferentes).
- Tarea 3: Diseño y puesta en práctica de tres medidas innovadoras para mejorar la conservación del cormorán moñudo con la participación y colaboración de los sectores implicados. El objetivo principal de esta tarea es aplicar, en cooperación con los sectores implicados (especialmente con el sector

pesquero), cuatro medidas de mitigación diferentes que contribuyan a, entre otros aspectos, evitar las capturas accidentales del cormorán y, en general, a mejorar la conservación de la especie en los ámbitos de estudio del proyecto en Asturias, Cantabria y Galicia. Una de las tres medidas a testar debe ser la **instalación de dispositivos luminosos en los aparejos de pesca** como medida disuasoria. La licitación específica que la experiencia que se ponga en marcha debe garantizar que los resultados alcanzados sean concluyentes para poder asegurar o no la eficacia de la medida. En este informe se recoge el desarrollo, resultados y conclusiones de esta medida llevada a cabo entre mayo y octubre de 2024.

2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

En el año 2021, la Fundación Biodiversidad, en el marco de la convocatoria del Programa Pleamar, cofinanciado por el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP), concedió ayudas para el fomento e impulso de la sostenibilidad pesquera y acuícola. Una de las entidades beneficiadas por estas ayudas fue la Universidad de Vigo, la cual llevó a cabo el proyecto “Acciones para reducir la mortalidad accidental del cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*) en artes de pesca de enmalle en la Demarcación Marina Noratlántica” (Noguera et al., 2022). El objetivo principal de este proyecto fue la experimentación en la mencionada demarcación de un método que había tenido efectos muy positivos en la disminución de la captura accidental de otra especie de cormorán, el cormorán guanay (*Phalacrocorax bouganvillii*), en las costas de Perú (Mangel et al., 2018). De manera resumida, este método consistió en la instalación en las redes de enmalle fijas de unas luces LED que ayudarían a los cormoranes a detectar la presencia de un obstáculo (las redes) dentro del agua. Lamentablemente, la interpretación de los resultados de este experimento, que se llevó a cabo en una localidad gallega y en otra asturiana, se vio lastrada por el reducido tamaño de muestra. En este sentido, y en consonancia con lo especificado en la descripción de la Tarea 3 del anterior apartado, donde se especifica que la experiencia debe obtener unos resultados concluyentes, la empresa adjudicataria (Cory’s, Investigación y Conservación de la Biodiversidad), de acuerdo con la dirección del proyecto de la FB-MITECO, decidió realizar una prueba de esta metodología en aguas del Parque Nacional marítimo-terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia (de ahora en adelante, PNMTIAG), la zona con mayor abundancia de cormorán moñudo de toda la demarcación noratlántica. Los objetivos de dicha experiencia han sido:

1. Determinar la efectividad de la instalación de luces LED en las redes fijas en la reducción de la captura accidental del cormorán moñudo.
2. Determinar el posible efecto de las luces LED en la captura de las especies comerciales.
3. Discutir, en base a los resultados obtenidos en los dos puntos anteriores, la conveniencia del uso de luces LED para reducir la captura del cormorán moñudo en los artes de enmalle fijos.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El PNMTIAG está constituido por cuatro archipiélagos: Cortegada, Sálvora, Ons y Cíes (Figura 1). El cormorán moñudo cría en todos ellos, si bien la mayor parte de la población se concentra en Cíes y Ons. La población reproductora de cormorán moñudo en el PNMTIAG en 2023 fue calculada en 778 parejas, de las cuales el 59% se situó en las Islas Ons y el 36% en las Islas Cíes (Mardeaves, 2025). Ambos archipiélagos fueron considerados, por lo tanto, como los escenarios ideales para realizar el experimento. Si bien la población de cormoranes de Ons es sensiblemente superior a la de las Islas Cíes, por una cuestión logística, finalmente se decidió trabajar en este último archipiélago.

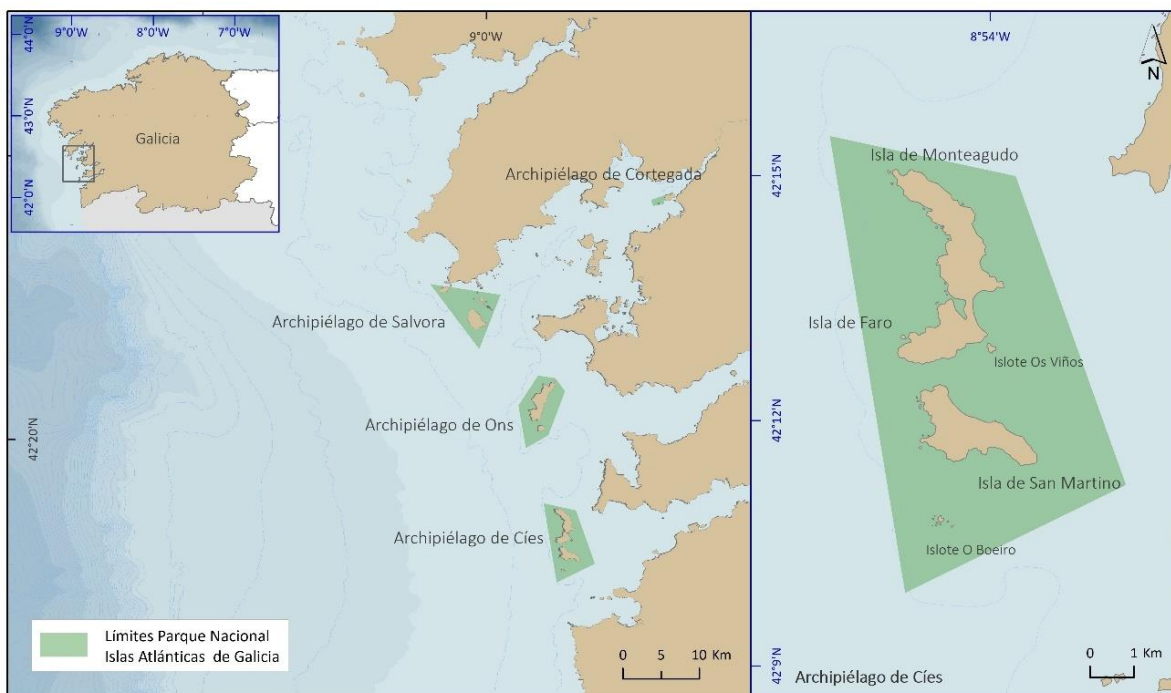


Figura 1. Localización del Parque Nacional marítimo-terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia y del archipiélago de las Islas Cíes.

Las Islas Cíes se encuentran en la boca de la ría de Vigo. Están formadas por tres islas principales, de norte a sur: Monteagudo, Faro y San Martiño, además de por algunos islotes menores como Os Viños y O Boeiro (Figura 1). En las Islas Cíes, el cormorán moñudo nidifica sobre todo en la cara occidental de las tres islas mayores, la más acantilada y expuesta, construyendo sus nidos en paredes acantiladas, *furnas* (cuevas marinas semisumergidas) y, en las zonas de menor pendiente, bajo rocas de gran tamaño.

Históricamente, la población de cormorán moñudo de las Islas Cíes ha sido una de las más estudiadas de Galicia y existen numerosos censos anuales que permiten conocer relativamente bien su evolución en los últimos 50 años. Sin embargo, la serie más completa de censos, que permite tener una visión más detallada de la evolución de la población reproductora empieza con la declaración del PNMTIAG en el año 2002. La población de cormorán moñudo en las Islas Cíes ha pasado de las 1.029 parejas censadas en el año 2004 a las 280 censadas en 2023, un descenso del 63% en menos de 20 años, situándose la media de parejas reproductoras en la última década en poco más de 270 parejas (Mardeaves, 2025) (Figura 2). Dentro de las tres islas, la mayor parte de la población cría en Monteagudo y San Martiño, siendo en la actualidad muy reducida la población que lo hace en la isla de Faro.

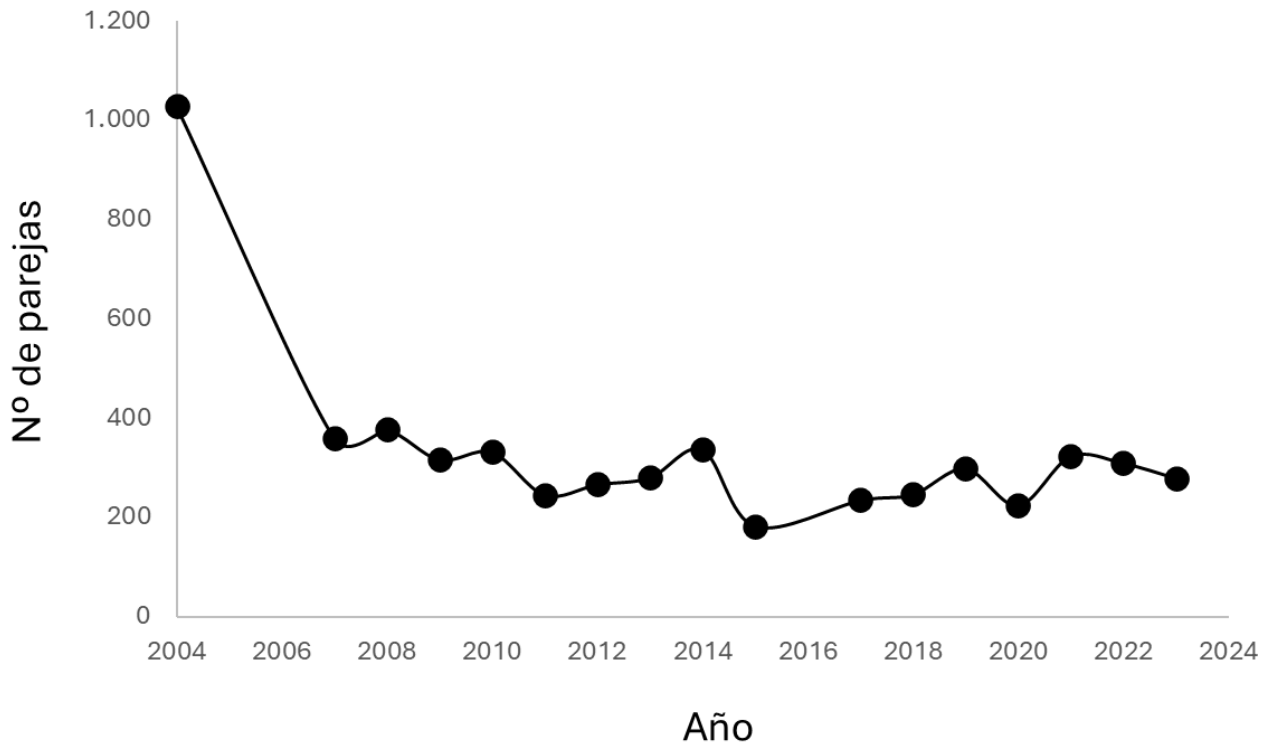


Figura 2. Evolución de la población reproductora de cormorán moñudo en las Islas Cíes en el período 2004-2023. Fuente: Mardeaves (2025).

3.2. Embarcación y arte empleados

El presente estudio está dirigido a mitigar el impacto de la pesca artesanal de bajura en el cormorán moñudo. Por lo tanto, la embarcación seleccionada para realizar el experimento fue una embarcación representativa de este tipo pesquería. En concreto, se trabajó con una lancha de fibra de 5 m de eslora de nombre “Nueva América”, con motor de 30 CV, tripulada por un patrón y un marinero y con Cangas do Morrazo como puerto base (Figura 3). Esta embarcación no contaba con ningún tipo de virador mecánico a bordo, por lo que las maniobras de calado y virada del aparejo se realizaron siempre de forma manual.



Figura 3. La embarcación “Nueva América”, empleada para la realización del experimento. Foto: © Álvaro Barros

El tipo de aparejo empleado fue el *miño*. Se trata de un arte de enmalle pegado al fondo marino, formado por tres paños de red, dos exteriores con una luz de malla amplia y uno interno con una luz más reducida. Es un aparejo muy similar a otro empleado comúnmente en la costa atlántica española, el *trasmallo*, del cual se diferencia por su mayor tamaño y amplitud de las mallas. La función del paño intermedio es la de atrapar a la presa, al tiempo que los paños exteriores la envuelven, evitando que esta pueda escapar (Figura 4).

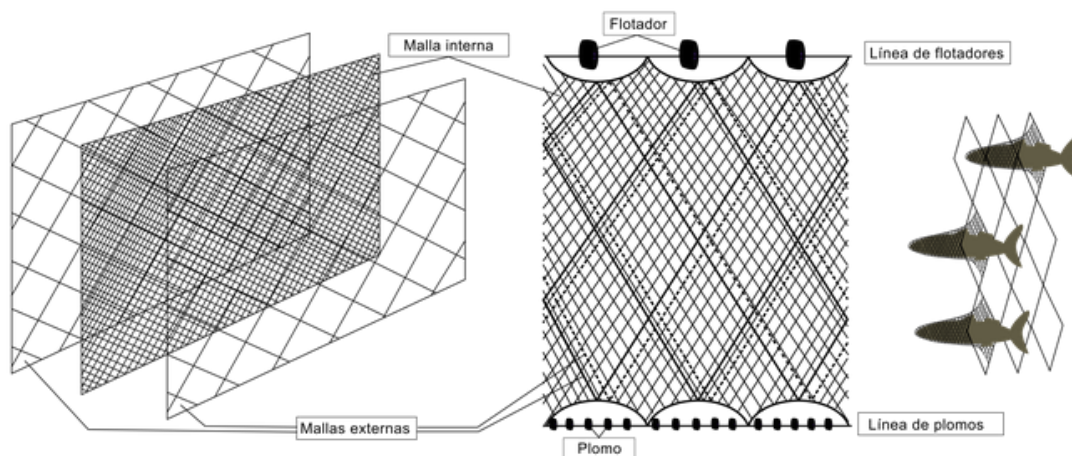


Figura 4. Representación esquemática de un *miño*, el arte experimental empleado en el experimento. Fuente: <https://www.tortugasmarinasespana.org/tortugasmarinas/amenazas/redes-fijas/>



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



Tanto las dimensiones del aparejo, como los horarios y zonas de trabajo se ajustaron estrictamente a la normativa legal, regulada por el Decreto 15/2011 del 28 de enero de la Consejería del Mar de la Xunta de Galicia. Este decreto establece para el *miño* una dimensión mínima de la malla de los paños exteriores igual o superior a los 500 mm y para el paño interior igual o superior a los 90 mm. Así mismo, establece una longitud máxima para cada pieza o aparejo de 50 m y una altura entre relingas (entre la línea de flotadores y la de plomos) de 3 m una vez armadas. En nuestro caso, cada aparejo tuvo una longitud de 50 m, la luz de la malla de los paños exteriores fue de 540 mm y la del interior de 110 mm y la altura de los aparejos armados fue de 2,7 m. Así como en los *trasmallos* el mencionado decreto establece dos horarios de trabajo posibles, diurno y nocturno, en los *miños* no existe esta limitación. Por motivos logísticos, se decidió que los *miños* serían calados a primera hora de la mañana y levantados al día siguiente, permaneciendo en el agua alrededor de 24 horas, incluyendo en todos los casos una salida y una puesta de sol completas. Las limitaciones espaciales para el uso de este arte no afectaron al experimento, al realizarse este en aguas exteriores de la ría de Vigo; por otra parte, se respetó siempre el descanso semanal, que va desde las 15:00h del viernes hasta las 9:00h del domingo.

3.3. Diseño experimental

El diseño experimental se basó en la experiencia previa de Noguera et al. (2022), basada a su vez en el trabajo de Mangel et al. (2018), y consistió básicamente en la comparación de las capturas entre unos aparejos control (no modificados) y otros aparejos problema (modificados con la adición de las luces LED). El esfuerzo de muestreo se estableció en 40 pares de lances, es decir, 40 lances control y 40 lances problema, los cuales se distribuirían al azar en la cara interna de las Islas Cíes. Se decidió trabajar exclusivamente en esta cara de las islas por varios motivos: Por una parte, debido a la topografía de las islas, en la cara externa se alcanzan grandes profundidades a poca distancia de tierra, por lo que es una zona mucho menos usada por los cormoranes para alimentarse que la cara interna. Por otro lado, la cara externa está muy expuesta al oleaje y al viento, por lo que con condiciones meteorológicas adversas sería muy complicado, cuando no imposible, trabajar en ella. Además, trabajar exclusivamente en la cara interna facilitaría la interpretación estadística de los resultados al reducir la variabilidad ambiental. Todas estas circunstancias fueron consideradas a la hora de decidir la zona de trabajo. Sin embargo, el motivo fundamental por el que se decidió que todos los lances se realizasen en la cara interna de las islas fue la existencia de información previa que definía precisamente esta zona como la de mayor conflicto entre los barcos de pesca y los cormoranes moñudos (Velando y Munilla, 2008).

Cada uno de los 40 pares de lances consistió en dos caceas, la cacea control y la cacea problema, de 10 piezas o aparejos de 50 m de longitud cada uno, teniendo por tanto cada cacea una longitud de 500 m. La cacea control no se modificó en absoluto, mientras que en la cacea problema se instalaron 50 luces, a razón de una luz cada 10 metros (Figura 5, A). Las luces empleadas en el estudio fueron idénticas a las empleadas por Mangel et al. (2018), luces de color verde de emisión fija modelo "Economy" del fabricante CENTRO, con una longitud de onda de 527 nm y una intensidad luminosa de 2500 mCd (Figura 5, B).

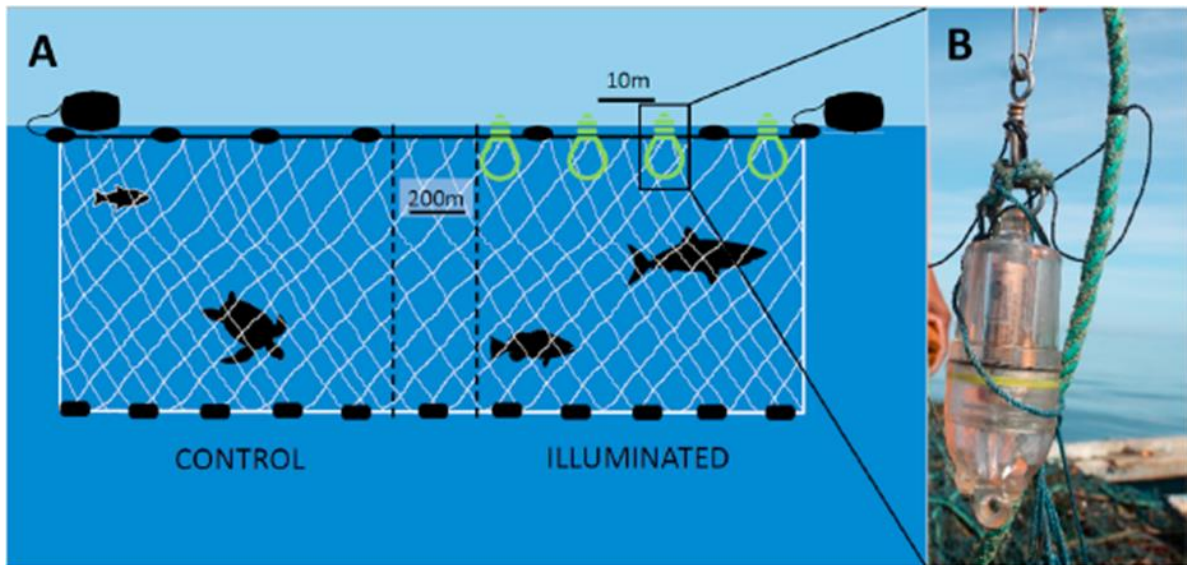


Figura 5. Esquema de la disposición de las luces LED en el aparejo (A) y detalle de una de las luces empleadas (B) (modificado de Bielli et al., 2020).

Cada luz LED estuvo provista de un mosquetón mediante el cual se enganchó en la relinga superior del arte, en la línea de flotadores. Una vez seleccionada la zona diaria de trabajo, se procedió a calar aleatoriamente una de las dos caceas. Al terminar, se navegó alrededor de 50 metros para separar las caceas entre sí y se largó la segunda. Para evitar complicaciones con la maniobra de calado, los aparejos con luces fueron siempre embarcados con estas ya enganchadas en la red y encendidas. Para evitar que un aumento de la profundidad al alejarse de las islas pudiese tener algún efecto en las capturas, ambos aparejos se dispusieron uno a continuación del otro, paralelamente con respecto a la costa. Una vez dispuestos los aparejos en el agua, se navegó de vuelta a puerto. Al día siguiente, transcurridas alrededor de 24 horas, se procedió a subir a bordo los aparejos, procurando recoger primero la cacea que había sido calada en primer lugar. De cada cacea se registraron las posibles capturas accidentales, así como todas las capturas objetivo (peces y crustáceos), tuviesen o no valor comercial en lonja.

En cada jornada de pesca y para cada cacea se registró la siguiente información referida a las maniobras:

- Fecha
- Zona de trabajo
- Número de piezas caladas (habitualmente 10),
- Número de luces (normalmente 50),
- Coordenadas iniciales y finales de la maniobra de calado,
- Hora de inicio y final del calado y de la virada
- Número de horas que los aparejos permanecieron en el agua.

Además, para analizar el posible efecto de las condiciones ambientales en las capturas, se tomó nota de las siguientes variables:

- Estado del mar (altura de las olas en metros)
- Dirección e intensidad del viento
- Cobertura de nubes en tanto por ciento y presencia de lluvia y niebla.

Además, en la virada se determinó la presencia de algas enganchadas en los aparejos en base a un valor del 0 al 4, siendo 0 cuando el aparejo no tenía algas adheridas y 4 cuando la presencia de algas era masiva. Por varios motivos (fallo en la sonda, movimiento de las mareas) el registro exacto de la profundidad en los puntos de inicio y final de calado fue problemático, por lo que fue estimado en base a la cartografía, si bien generalmente se trabajó en profundidades comprendidas entre los 5 y los 15 metros. Se registró también la presencia de todas las aves que interactuaron con el barco o que permanecieron próximas a este durante las distintas maniobras. Finalmente, para tener una idea de la presión actual de la flota de pesca de bajura sobre las aves marinas buceadoras en el entorno de las islas, durante todo el estudio se tomó nota y se cartografiaron todos los aparejos calados por otras embarcaciones susceptibles de capturar aves buceadoras.

3.4. Análisis estadísticos

Como ya se apuntó en la presentación de este informe, se procuró que la robustez de los resultados de este estudio, positivos o no en el sentido de reducir la mortalidad del cormorán moñudo, fuese máxima. Esto incluyó también al análisis estadístico de los resultados, al que se le dio la mayor importancia. Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó el programa R 4.2.1, implementado a través del IDE (Entorno Integrado de Desarrollo) RStudio 2023.09.1. Los análisis se hicieron con el paquete lme4 y MASS, y se utilizaron los paquetes Performance y DHARMA para la bondad de ajuste. El efecto de la principal hipótesis del trabajo, que las luces LED instaladas en las redes afectan a la mortalidad de cormorán moñudo, se analizó por medio de modelos lineales generales, con distribución de Poisson y una función de enlace logarítmica. La variable *led* indica, por lo tanto, la presencia o no de luces LED en la red. Además de esta, se incluyeron otras variables explicativas en los modelos, con el objetivo de probar las siguientes hipótesis:

1. El número de luces en las redes afecta directamente a la captura accidental de cormorán moñudo. La variable *n_luces* indica el número de luces que funcionaban adecuadamente al recoger la red.
2. El volumen de algas atrapadas en el aparejo afecta a la captura accidental de cormorán moñudo, al disminuir la visibilidad de la red según aumenta la cantidad de algas. Se definió la variable *algas*, que indica, en una escala ordinal de cuatro niveles, el volumen de algas enmalladas.
3. Las condiciones de visibilidad reducida causada por lluvias y nieblas incrementan la captura accidental del cormorán moñudo. La variable definida en este caso es una variable dicotómica, que indica la presencia de lluvia o niebla en el momento de largar o de recoger las redes.

Los modelos puestos a prueba fueron, por tanto, los siguientes:

1. $ncormoranes \sim constante + led$
2. $ncormoranes \sim constante + led + n_luces$
3. $ncormoranes \sim constante + led + n_luces + algas$
4. $ncormoranes \sim constante + led + algas$
5. $ncormoranes \sim constante + led + lluvia_niebla$
6. $ncormoranes \sim constante + led + n_luces + lluvia_niebla$

Los modelos ajustados inicialmente asumiendo una distribución de Poisson, presentaron sobredispersión en todos los casos (de entre 1,4 y 2,2), por lo que se probaron dos formas alternativas de modelado del parámetro de dispersión: un modelo binomial negativo o un modelo de Poisson que incorpora un efecto aleatorio a nivel de individuo (ORLE, por sus siglas en inglés). Se compararon estas dos alternativas para el modelo más simple considerado (que incluye exclusivamente la variable *led*) y para el modelo completo (que incluye todas las variables consideradas).

Con respecto al posible efecto de las luces sobre la captura de especies objetivo o comerciales el análisis fue doble. Por un lado, se analizó el efecto de las variables explicativas sobre las capturas totales del lance (número de individuos de todas las especies juntas). En este caso, la distribución binomial negativa no corregía suficientemente el problema de sobredispersión y fue necesario incluir un efecto aleatorio a nivel de individuo, tanto para los modelos simples (sólo con la variable *led*) como para los modelos completos (todas las variables). Para cada una de las variables respuesta analizadas (capturas accidentales de cormorán moñudo y capturas totales de peces y mariscos del lance), se compararon los 6 modelos alternativos expuestos por medio de criterios de información (AICc). En caso de que varios modelos presentasen cambios en los valores de AICc menores de 4, se calcularon los coeficientes del modelo por medio de medias ponderadas de los parámetros, con regularización. Finalmente, se repitieron los análisis de las mismas variables explicativas sobre la captura exclusivamente de las siete especies más representativas de la pesca (ver Resultados).

4. RESULTADOS

4.1. Distribución del esfuerzo y condicionantes

Se realizaron los 40 pares de lances inicialmente contemplados entre los meses de mayo y octubre de 2024. La distribución temporal de los mismos fue irregular al estar condicionada por varios factores, fundamentalmente por la meteorología, de tal forma que más de la mitad de los embarques se realizaron en dos meses, junio y julio (Tabla 1, Figura 6).

Por islas, la distribución de las jornadas de pesca también fue irregular, forzada por los condicionantes que se detallan a continuación, de manera que 15 se realizaron en la isla de Monteagudo, 9 en la de Faro y 13 en la de San Martiño. En otras tres jornadas se trabajó en el estrecho de A Porta, entre las islas de Faro y San Martiño (Tabla 1, Figura 6). Como ya se dijo, todos los lances de pesca tuvieron lugar en la cara interna de las islas. Aunque según el planteamiento teórico inicial los lances se debían concentrar en los fondos arenosos de las islas, principalmente frente a la playa de Rodas en la isla de Faro y en el estrecho de A Porta, que separa esta isla de la de San Martiño, finalmente la determinación de los puntos concretos de pesca se vio condicionada por varios factores externos.

Por un lado, en las Islas Cíes durante la primavera y el verano de 2024 la meteorología fue particularmente adversa, por lo que con frecuencia no hubo más remedio que trabajar con mal tiempo, con vientos fuertes y marejada; esto motivó que en muchas ocasiones hubiese que buscar zonas protegidas para calar los aparejos, lejos de los fondos arenosos, muy expuestos. En segundo lugar, debido a las corrientes marinas, en algunas zonas concretas de estas áreas de fondos arenosos se suelen acumular enormes cantidades de algas, sedimentadas en el fondo. Esta circunstancia se comprobó ya en el primer lance del experimento, realizado en A Porta, donde las redes vinieron repletas de algas y fue extremadamente complicado subirlas a bordo. Por este motivo, en adelante se evitó en lo posible trabajar en las zonas arenosas. Un tercer factor limitante, de gran importancia, fue la presencia masiva en las islas de embarcaciones dedicadas a la pesca del pulpo tras el inicio de la temporada de pesca de esta especie el 1 de julio. A partir de ese día, la enorme cantidad de caceas de nasas caladas en la cara interna de las islas provocó que muchos puntos previamente seleccionados para trabajar tuviesen que ser sustituidos por otros donde no hubiese nasas caladas. Finalmente, algunos lances previstos en las playas de Rodas y Nosa Señora, en la isla de Faro, tuvieron que ser anulados debido a la numerosa presencia de embarcaciones de recreo fondeadas. De esta manera, estas cuatro circunstancias introdujeron en el diseño experimental el factor de aleatoriedad a la hora de decidir los puntos concretos de pesca dentro de las áreas seleccionadas para trabajar.

Por otra parte, a mayores de todos los inconvenientes comentados, durante la realización del experimento hubo otro factor crucial, absolutamente imprevisto, que motivó que se decidiese centrar el esfuerzo de

muestreo fuera de las zonas de fondos arenosos; este factor no fue otro que la falta de cormoranes. En este sentido, lejos de localizarse grandes concentraciones de cormoranes moñudos alimentándose en grupo en las zonas de fondo arenoso, como se describe de manera reiterativa en la bibliografía (por ejemplo, Velando, 1997; Velando y Munilla, 2008), durante la realización de este trabajo en estas zonas situadas fundamentalmente frente a las playas y en A Porta, sólo se detectaron algunos cormoranes moñudos aislados, nunca agrupaciones relevantes. Por contrapartida, sí se detectaron agrupaciones de cormoranes en otras zonas de fondos rocosos, fuera de las ensenadas, lo que finalmente determinó que una parte sustancial del esfuerzo se centrara en estas zonas.

Tabla 1. Distribución de los 40 pares de lances experimentales realizados en las Islas Cíes.

Lance	Fecha	Isla	Zona
1	27/05/2024	San Martiño	Pau da Bandeira-playa
2	28/05/2024	San Martiño	Playa-muelle
3	29/05/2024	San Martiño	Muelle-faro de Bicos
4	30/05/2024	Faro	Islotes Os Viños
5	10/06/2024	Monteagudo	Faro de O Peito
6	11/06/2024	Faro	Playa de Rodas-O Parador
7	12/06/2024	Monteagudo	A Cantareira
8	13/06/2024	San Martiño	Faro de Bicos
9	17/06/2024	Monteagudo	Playa de Figueiras
10	18/06/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo
11	19/06/2024	Faro	Islotes Os Viños
12	20/06/2024	San Martiño	Playa-estrecho de A Porta
13	23/06/2024	San Martiño	Muelle-faro de Bicos
14	24/06/2024	San Martiño	Muelle-faro de Bicos
15	25/06/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo
16	01/07/2024	Faro	Playa de Rodas
17	02/07/2024	Faro-San Martiño	Estrecho de A Porta
18	03/07/2024	Faro-San Martiño	Estrecho de A Porta
19	04/07/2024	San Martiño	Faro de Bicos-ensenada de A Concela
20	08/07/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo
21	09/07/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo
22	10/07/2024	Monteagudo	Playa de Figueiras-A Cantareira
23	11/07/2024	Faro	Muelle de Carracido-faro de A Porta
24	14/07/2024	Faro-San Martiño	Estrecho de A Porta
25	15/07/2024	Faro	Playa de Rodas
26	16/07/2024	Faro	Islotes Os Viños
27	17/07/2024	San Martiño	Playa-muelle
28	18/07/2024	Monteagudo	Playa de Figueiras-A Cantareira
29	21/08/2024	Monteagudo	Playa de Figueiras-A Cantareira
30	22/08/2024	San Martiño	Playa-muelle
31	25/08/2024	San Martiño	Playa-muelle
32	26/08/2024	Faro	Islotes Os Viños
33	03/09/2024	Faro	Faro de A Porta
34	04/09/2024	San Martiño	Playa-muelle
35	05/09/2024	San Martiño	Playa-muelle
36	10/09/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo
37	11/09/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo

Lance	Fecha	Isla	Zona
38	12/09/2024	Monteagudo	Playa de Figueiras-A Cantareira
39	01/10/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo
40	02/10/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo

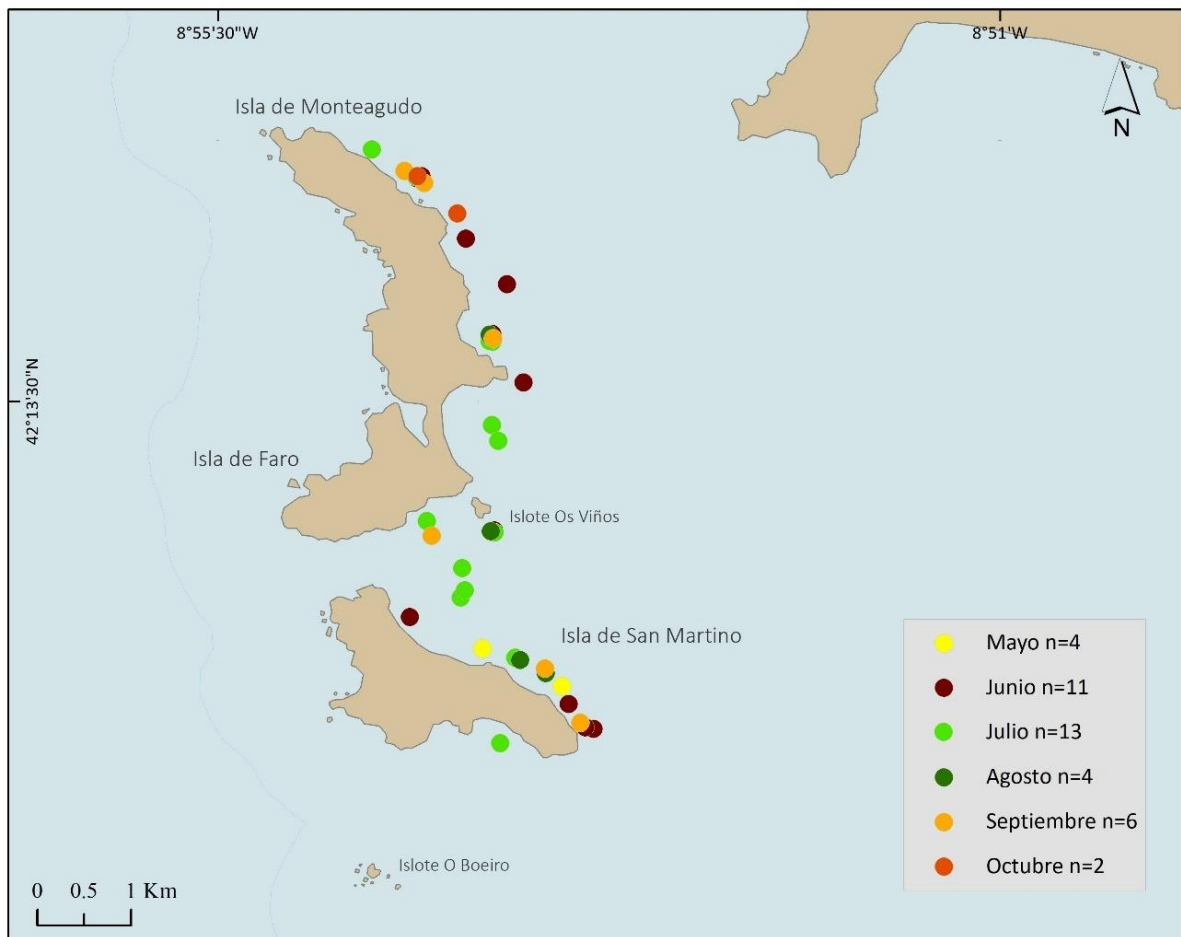


Figura 6. Situación de los 40 pares de lances experimentales en las Islas Cíes. Para facilitar la visualización de la figura, se indica mediante un punto únicamente la posición final del primer lance, muy próxima siempre al inicio del segundo lance. Las coordenadas exactas de inicio y final de cada lance se muestran en el Anexo I. La leyenda muestra el número de embarques realizados por mes.

4.2. Capturas accidentales de cormorán moñudo

En el total de 40 pares de lances se capturaron 5 cormoranes moñudos, todos ellos juveniles y todos muertos (Tabla 2). No se capturó ninguna otra especie de ave marina, ni viva ni muerta.

La sucesión de capturas fue la siguiente: en la jornada de pesca número 20, el 8 de julio, se capturaron 2 cormoranes moñudos en la cacea de las luces en la isla de Monteagudo (Figura 7). Para determinar si estas capturas habían estado condicionadas por el factor zona, al día siguiente se intercambié el orden de las caceas, de tal manera que la cacea de las luces se caló donde el día anterior se había calado la cacea sin luces y viceversa. Hecho esto, al día siguiente, en la jornada de pesca 21, 9 de julio, volvieron a caer otros dos cormoranes, otra vez en la cacea de las luces (Figura 7). Estas cuatro capturas se produjeron en el extremo norte de la isla de Monteagudo, entre la llamada *furna* de Marín y el faro de O Peito. La quinta captura se

produjo en la isla de Faro, en la jornada 33, el 3 de septiembre, esta vez en un aparejo sin luces (Figura 8). En la Figura 9 se indica la localización exacta de cada captura accidental de cormorán moñudo.

Tabla 2. Capturas accidentales de cormorán moñudo ocurridas en el proyecto.

Fecha	Isla	Tipo de aparejo	Edad
08/07/2024	Monteagudo	con luces	juvenil
08/07/2024	Monteagudo	con luces	juvenil
09/07/2024	Monteagudo	con luces	juvenil
09/07/2024	Monteagudo	con luces	juvenil
03/09/2024	Faro	sin luces	juvenil



Figura 7. Cormoranes moñudos juveniles capturados en isla de Monteagudo el 8 de julio (izq.) y 9 de julio (dcha.). Foto: © Álvaro Barros



Figura 8. Cormorán moñudo juvenil capturado en la isla de Faro el 9 de septiembre. Foto: © Álvaro Barros

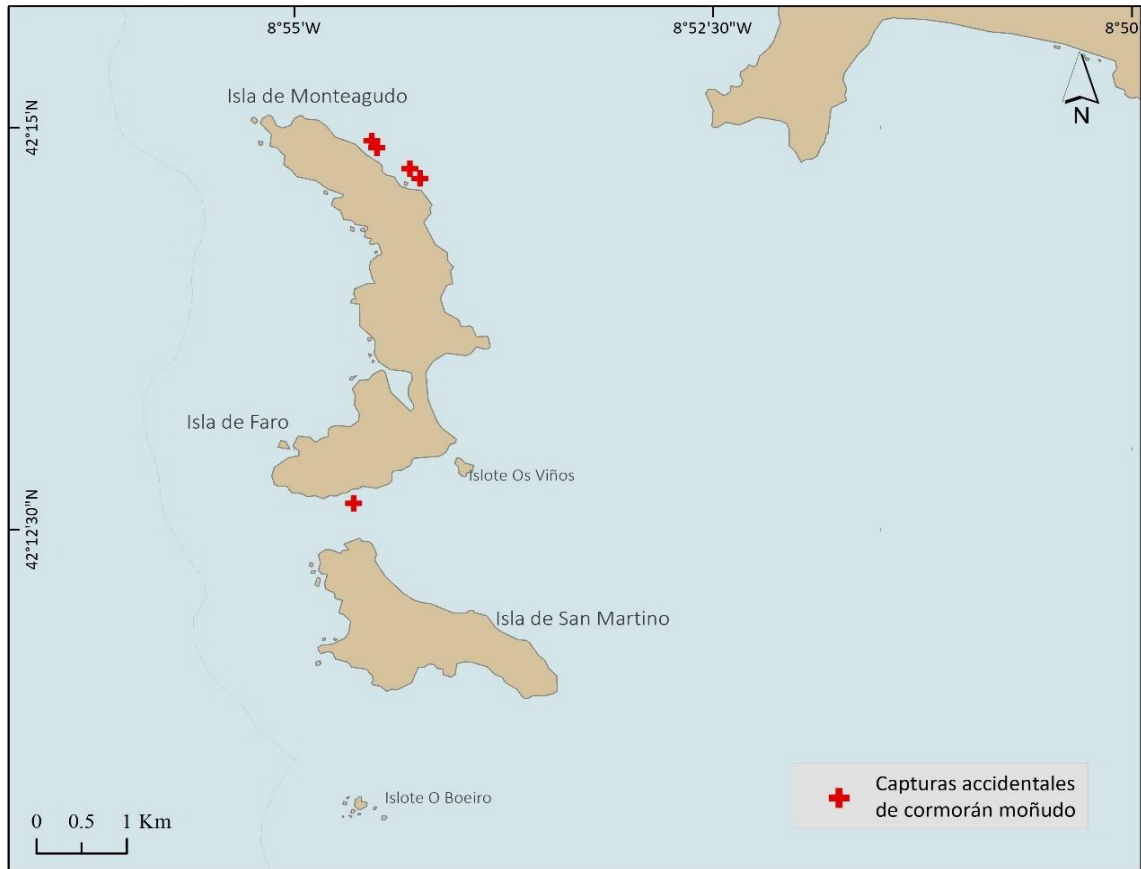


Figura 9. Localización exacta de los cinco cormoranes moñudos capturados accidentalmente durante la realización del experimento en las Islas Cíes.

4.2.1. Análisis estadístico de la mortalidad accidental de cormorán moñudo

De entre todos los modelos desarrollados, el que tuvo un mejor ajuste fue el que incluye el efecto de la presencia de las luces LED y la presencia de lluvia y/o niebla. Aun así, la diferencia en los valores de AICc fue reducida y cinco de ellos presentaron valores de $\Delta AICc$ menores de 4 (Tabla 3), por lo que fueron incluidos en el cálculo de los coeficientes medios.

Tabla 3. Resultado de los modelos seleccionados para determinar los factores que influyeron en la captura accidental del cormorán moñudo.

```
## Model selection based on AICc:
##
##      K  AICc Delta_AICc AICcWt Cum.Wt  LL
## mod_lluvia      4 37.45      0.00  0.39  0.39 -14.46
## mod_led          3 38.32      0.87  0.26  0.65 -16.00
## mod_luces_lluvia 5 39.72      2.28  0.13  0.78 -14.46
## mod_lim_aparejo  4 40.14      2.69  0.10  0.88 -15.80
## mod_nluces       4 40.51      3.06  0.09  0.97 -15.99
## mod_luces_aparejo 5 42.31      4.86  0.03  1.00 -15.75
```

Todos los efectos presentan intervalos de confianza que incluyen el cero, por lo que no se puede confirmar ningún tipo de efecto del uso de las luces LED en la captura accidental del cormorán moñudo. Tampoco influyó



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEWARES



en la captura de cormoranes el número de luces caladas ni el volumen de algas en la red, así como los factores meteorológicos lluvia y niebla.

4.3. Capturas comerciales

En los 40 pares de lances se capturó un total de 44 especies entre peces, crustáceos y moluscos. La mayoría de estas especies tuvieron valor comercial y fueron vendidas en la lonja de Cangas, si bien algunas se destinaron únicamente para consumo particular por los tripulantes, o para su uso como carnada. Fue el caso del cabalón (*Scomber japonicus*), la boga (*Boops boops*), el serrán (*Serranus sp.*), la faneca brava (*Trachinus draco*), la lisa o mújol (*Liza aurata*) y la zamborca (*Alosa alosa*). Otras tres especies fueron directamente descartadas: las rayas águila (*Myliobatis aquila*), eléctrica (*Torpedo torpedo*) y mosaico (*Raja undulata*). Para todas las especies, y en todo momento, se respetaron siempre las vedas y cupos existentes, devolviéndose inmediatamente al agua todos los ejemplares de las especies vedadas, como fue el caso de la raya mosaico. Finalmente, también se descartaron y se devolvieron al mar todos los equinodermos (erizos, estrellas y pepinos de mar) y pequeños crustáceos de diversas especies que, con frecuencia, vinieron en los aparejos.

De las 44 especies consideradas, un total de 38 fueron peces, mientras que 4 fueron crustáceos y 2 fueron moluscos (Tabla 4). El total de piezas pescadas fue de 2.261, de las cuales 966 (42,72 %) se capturaron en los aparejos con luces y 1.295 (57,27 %) en los aparejos sin luces. Del total de la pesca, en realidad la mayor parte de la biomasa estuvo compuesta por unas pocas especies. Así, si se consideran únicamente las especies que acumularon más de 40 ejemplares entre todos los lances y estuvieron presentes en al menos 10 de las 40 jornadas de pesca, la lista queda reducida a 9 especies: 6 peces (maragota *Labrus bergylta*, sargo *Diplodus sargus*, faneca *Trisopterus luscus*, acedía *Dicologlossa cuneata*, boga y serrán), dos crustáceos (centolla *Maja brachydactyla* y nécora *Necora puber*) y 1 molusco (pulpo *Octopus vulgaris*). Estas 9 especies, con un total conjunto de 1.585 piezas, supusieron el 70,1 % del total de capturas, de las cuales 797 (50,28%) se capturaron en los aparejos iluminados y 788 (49,72%) en los no iluminados.

Tabla 4. Capturas de las especies objetivo. Se indica el nombre común en castellano, el nombre científico, el total de ejemplares capturados y el número de jornadas de pesca en que estuvieron presentes. Se muestran en gris las especies que formaron la mayor parte de la biomasa.

Nombre común	Nombre científico	Total	Jornadas
Peces			
Maragota*	<i>Labrus bergylta</i>	860	34
Caballa	<i>Scomber scombrus</i>	206	5
Sargo**	<i>Diplodus sargus</i>	138	28
Cabalón	<i>Scomber colias</i>	92	6
Acedía	<i>Dicologlossa cuneata</i>	70	17
Faneca	<i>Trisopterus luscus</i>	69	28
Boga	<i>Boops boops</i>	62	20
Cabrilla, serrano	<i>Serranus sp.</i>	61	22
Jurel	<i>Trachurus trachurus</i>	46	7
Rapeta	<i>Zeugopterus punctatus</i>	37	19
Pargo	<i>Pagrus pagrus</i>	34	14
Lenguado	<i>Solea solea</i>	29	13
Choupa	<i>Spondylisoma cantharus</i>	27	17
Pancho	<i>Pagellus acarne</i>	22	12
Salema	<i>Sarpa salpa</i>	16	2
Raya eléctrica	<i>Torpedo torpedo</i>	13	9
Raya de clavos	<i>Raja clavata</i>	10	6
Pez ballesta	<i>Balistes capriscus</i>	9	6
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>	9	5
Salmonete de fango	<i>Mullus barbatus</i>	9	7
Cabracho	<i>Scorpaena scrofa</i>	8	7
Lubina	<i>Dicentrarchus labrax</i>	8	6
Congrio	<i>Conger conger</i>	7	6
Raya mosaico	<i>Raja undulata</i>	6	6
Pintarroja	<i>Scyliorhinus canicula</i>	5	5
Faneca brava	<i>Trachinus draco</i>	4	3
Lisa	<i>Liza aurata</i>	4	3
Raya águila	<i>Myliobatis aquila</i>	4	4
Zamborca	<i>Alosa alosa</i>	4	4
Abadejo	<i>Pollachius pollachius</i>	3	3
Dorada	<i>Sparus aurata</i>	3	2
Barbada	<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	2	2
Listado	<i>Katsuwonus pelamis</i>	2	2
Brétola de roca	<i>Phycis phycis</i>	1	1
Doncella, julia	<i>Coris julis</i>	1	1
Rubio	<i>Trigla sp.</i>	1	1
Pagel, breca	<i>Pagellus erythrinus</i>	1	1
Solla	<i>Platichthys flesus</i>	1	1
Crustáceos			
Centolla	<i>Maja brachydactyla</i>	151	29
Nécora	<i>Necora puber</i>	129	28
Bogavante	<i>Homarus gammarus</i>	13	11
Buey	<i>Cancer pagurus</i>	1	1
Moluscos			
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	45	18
Sepia	<i>Sepia officinalis</i>	19	13

4.3.1. Análisis estadístico de las capturas comerciales

Se analizó por un lado el efecto de las variables explicativas (número de luces, volumen de algas en las redes y condiciones meteorológicas) sobre el total de las capturas (número de individuos de todas las especies juntas) y, por otro, exclusivamente sobre las especies mayoritarias en la pesca. En este segundo caso, se excluyeron de los análisis 2 de las 9 especies inicialmente consideradas (boga y serrán) al carecer estas de importancia comercial. Con respecto al primero de los análisis, el mejor ajuste lo ofreció el modelo que incluyó el efecto de la presencia de luces LED y el efecto del volumen de algas enmalladas. Aun así, la diferencia en los valores de AICc fue reducida y todos los modelos presentaron valores de Δ AICc menores de 4 (Tabla 5), por lo que fueron incluidos en el cálculo de los coeficientes medios.

Tabla 5. Resultado de los modelos seleccionados para determinar los factores que influyeron en la captura del total de las especies comerciales (número de individuos de todas las especies juntas).

```
## Model selection based on AICc:
##
##      K   AICc Delta_AICc AICcWt Cum.Wt   LL
## mod_lim_aparejo  4 687.65      0.00  0.26  0.26 -339.56
## mod_led          3 687.90      0.24  0.23  0.49 -340.79
## mod_nluces       4 687.97      0.31  0.22  0.71 -339.72
## mod_luces_aparejo 5 688.83      1.18  0.14  0.85 -339.01
## mod_lluvia       4 690.11      2.45  0.08  0.93 -340.79
## mod_luces_lluvia 5 690.24      2.59  0.07  1.00 -339.72
```

Todos los efectos presentaron intervalos de confianza que incluyeron el cero, por lo que no se puede confirmar un efecto de las luces LED en la captura de las especies comerciales, ni tampoco un efecto del número de luces o de factores ambientales como el volumen de algas enmalladas o meteorológicos (presencia de lluvia o niebla). Por su parte, en el análisis del efecto de las variables explicativas sobre la captura de las siete especies comerciales más relevantes (maragota, sargo, faneca, acedía, centolla, nécora y pulpo), se compararon los seis modelos alternativos expuestos por medio de criterios de información AICc. El mejor ajuste lo ofreció el modelo que incluyó el efecto de la presencia de luces LED y la presencia de lluvia y/o niebla. Aun así, la diferencia en los valores de AICc fue reducida y todos los modelos presentaron valores de Δ AICc menores de 4 (Tabla 6), por lo que fueron incluidos en el cálculo de los coeficientes medios. Todos los efectos presentaron intervalos de confianza que incluyeron el cero, por lo que no se puede confirmar un efecto de las luces LED, ni tampoco un efecto del número de luces o de factores ambientales como el volumen de algas enmalladas, o la meteorología, en la captura de las especies más importantes.

Tabla 6. Resultado de los modelos seleccionados para determinar los factores que influyeron en la captura de las siete especies comerciales más importantes.

```
## Model selection based on AICc:
##
##      K   AICc Delta_AICc AICcWt Cum.Wt   LL
## mod_lluvia       4 37.45      0.00  0.39  0.39 -14.46
## mod_led          3 38.32      0.87  0.26  0.65 -16.00
## mod_luces_lluvia 5 39.72      2.28  0.13  0.78 -14.46
## mod_lim_aparejo  4 40.14      2.69  0.10  0.88 -15.80
## mod_nluces       4 40.51      3.06  0.09  0.97 -15.99
## mod_luces_aparejo 5 42.31      4.86  0.03  1.00 -15.75
```

4.4. Distribución y abundancia de aparejos calados en el entorno de las Islas Cíes

Durante la realización de los embarques se tomó nota y se posicionaron todos los aparejos localizados que podrían producir capturas accidentales de aves marinas buceadoras. No se anotaron los aparejos calados en aguas profundas (más de 30 m) donde no es habitual que se alimente el cormorán moñudo. El resultado fue la identificación de un total de 11 aparejos, todos ellos *miños*, en un total de 6 jornadas distintas, lo que supuso el 7,5 % de los días en que se salió al mar (un total de 80 entre la maniobra de calado y la de virado). En la Tabla 7 se describe cada una de las observaciones realizadas. En la Figura 10 se muestra la localización de los aparejos detectados.

Tabla 7. Aparejos (*miños*) identificados en el entorno de las Islas Cíes durante la realización del trabajo de campo (80 jornadas).

Fecha	Isla	Zona	Descripción
29/05/2024	San Martiño	Faro de Bicos	Una cacea calada
29/05/2024	San Martiño	Ensenada de A Concela	Barco calando una cacea
12/06/2024	Faro	O Parador	Barco levantando una cacea
13/06/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo	Una cacea calada
17/06/2024	Monteagudo	Playa de A Cantareira	Una cacea calada
17/06/2024	Faro	O Parador-playa de Rodas	Una cacea calada
18/06/2024	Monteagudo	Playa de Figueiras	Una cacea calada
18/06/2024	Monteagudo	Faro de O Peito	Una cacea calada
18/06/2024	Monteagudo	Punta Cabalo	Una cacea calada
25/06/2024	Monteagudo	Faro de O Peito-punta Escodelo	Una cacea calada
25/06/2024	Monteagudo	Punta Cabalo	Una cacea calada

Resulta muy llamativo el hecho de que a partir de la apertura de la veda del pulpo, el 1 de julio, no se volvieron a observar barcos trabajando con *miños* en el entorno de las islas, dedicándose la mayor parte de la flota exclusivamente a la pesca con nasas de este cefalópodo.

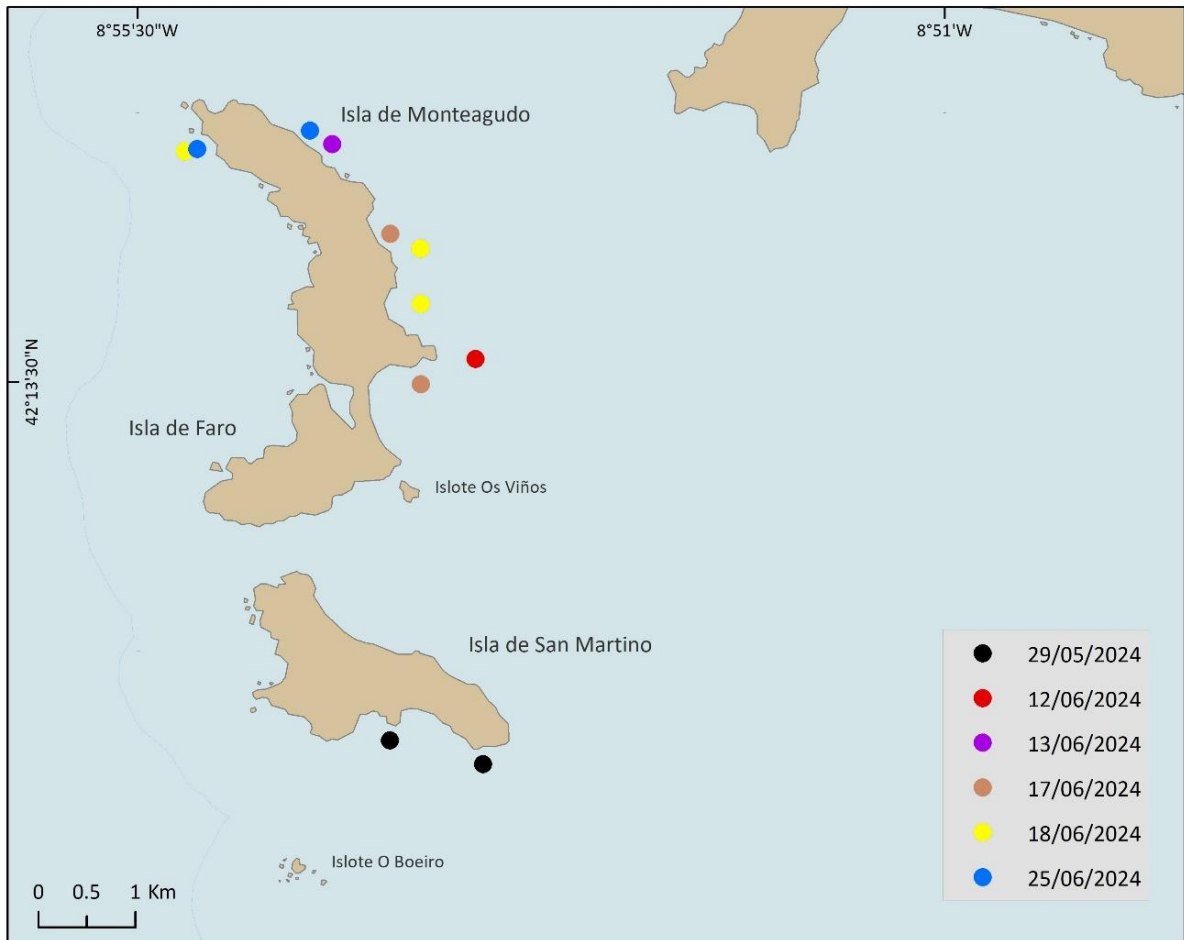


Figura 10. Localización de los aparejos (miños) calados por otras embarcaciones e identificados durante la realización del trabajo de campo en el entorno inmediato de las Islas Cíes. Cada color se corresponde con los aparejos localizados en una fecha concreta.

5. CONSIDERACIONES FINALES

5.1. Dificultades encontradas durante la realización del estudio

El esfuerzo invertido en este estudio ha sido muy considerable. De hecho, hasta el momento es el mayor proyecto experimental dirigido a reducir la captura accidental de aves marinas realizado nunca en la Demarcación Marina Noratlántica. Un proyecto de esta envergadura difícilmente podría haber estado libre de complicaciones y en este sentido, a lo largo de las distintas fases del estudio fueron apareciendo diversos contratiempos que seguramente han condicionado los objetivos iniciales, a la vez que lastrado los resultados. Por un lado, la meteorología adversa y otros factores ambientales de difícil predicción, como la presencia de grandes acumulaciones de algas, provocaron que en muchas ocasiones no se pudiese trabajar en las zonas previamente seleccionadas.

Por otra parte, el fin de la veda del pulpo supuso la presencia masiva de barcos trabajando con nasas en todo el entorno de las Islas Cíes, lo que dificultó enormemente el trabajo desde el día 1 de julio en adelante.

Con todo, el impedimento más importante para la consecución del principal objetivo de este trabajo, el testado del uso de las luces LED como una medida efectiva para reducir la captura accidental del cormorán moñudo



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



fue, paradójicamente, la escasez de cormoranes. La selección inicial de las zonas de trabajo, preferiblemente las áreas de fondos arenosos de la cara interna de las islas, se realizó atendiendo a la abundante bibliografía en la que se identifican estas zonas como las áreas de alimentación preferidas por los cormoranes moñudos en las islas Cíes (Velando, 1997; Velando y Freire, 1999; Velando et al., 2005). Estas zonas son también las de mayor riesgo para la especie en lo que tiene que ver con la interacción con las artes de pesca (Velando y Munilla, 2008). Sin embargo, sorprendentemente en la primavera y verano de 2024 esta no fue la situación que se dio en las Islas Cíes. Muy al contrario, las observaciones realizadas en los ochenta días de trabajo en el mar sugieren que en la temporada de cría de 2024 los cormoranes moñudos abandonaron masivamente las islas a primera hora de la mañana para ir a alimentarse en zonas próximas al continente, regresando a las islas paulatinamente a lo largo del día, especialmente hacia el final de la tarde. Este comportamiento se tradujo en que entre mayo y octubre fueron muy pocos los cormoranes que se alimentaron en las cercanías de las islas y aun menos los que lo hicieron en las áreas arenosas frente a las playas y en el estrecho de A Porta.

5.2. Sobre la escasez de cormoranes en las zonas de alimentación tradicionales

El hecho de que en 2024 no se observasen agrupaciones importantes de cormoranes moñudos (el grupo más grande fue de sólo 6 aves y se observó hacia el final de la temporada) en las zonas tradicionalmente utilizadas por esta especie para alimentarse de manera gregaria, podría indicar un cambio en la estrategia de alimentación del cormorán moñudo en las Islas Cíes.

Atendiendo a los estudios publicados hasta la fecha sobre dieta y ecología trófica, referenciados en el apartado anterior, el cormorán moñudo en las Islas Cíes basa su dieta en el lanzón, término genérico que incluye hasta tres especies distintas de pequeños peces pertenecientes a la familia *Ammodytidae*. Según estos estudios, los cormoranes moñudos se alimentan de manera comunal de estas especies en las zonas de fondos arenosos donde habitan, dándose aquí concentraciones muy importantes de cormoranes; tanto es así que incluso existe un nombre popular específico para designar a las mismas: las llamadas *ralleiras*. Cuando los pollos se han emancipado de los adultos y están aprendiendo a pescar en compañía de estos, estas balsas de cormoranes pueden estar formadas por varios cientos de ejemplares. Sin embargo, como se dijo anteriormente, esta no fue ni mucho menos la situación en las Islas Cíes en 2024, lo que podría deberse a varios motivos, entre los cuales podría tener un papel destacado una teórica escasez de lanzón en el entorno de las islas.

La única información existente sobre la abundancia de lanzón en la ría de Vigo proviene de las descargas en lonja y ha sido facilitada por la Consejería del Mar de la Xunta de Galicia para la realización del presente informe. Lamentablemente, esta pesquería tiene unas particularidades muy concretas que hacen que esta información tenga que ser tomada con suma cautela. Por un lado, al no ser una especie económicamente muy rentable, el número de barcos que se dedican a su captura es muy variable según los años, una variabilidad que se refleja en los datos de descargas en puerto. Por otra parte, los barcos que capturan lanzón pueden destinarlo como cebo vivo para la pesca de otras especies más rentables (fundamentalmente lubina) y estas capturas, habitualmente, no se declaran en lonja. Esta situación se traduce en un histórico de descargas enormemente variable y difícilmente interpretable, con una media para los 19 años disponibles dentro del período 2004-2024 de 396,54 kg/año, con un rango amplísimo (de 0 a 1.102 kg) y una desviación típica enorme ($\pm 380,8$), por lo que el valor real de estos datos para determinar la mayor o menor abundancia de lanzón en un año determinado es muy limitado. En cualquier caso, y con la debida precaución, lo cierto es que 2024 fue uno de los años con menos descargas de toda la serie histórica de datos, únicamente 2 kg, lo que podría indicar que realmente sí fue un año de escasez de lanzón en la ría de Vigo.

Del análisis de la dieta del cormorán moñudo en las Islas Cíes se deduce igualmente una gran variabilidad en la disponibilidad de esta presa. Los datos disponibles para el período 2016-2022 indican que el lanzón fue la



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



segunda presa más consumida en los años 2020 y 2021 (Munilla y Lapeña, 2020, 2021), la tercera en 2017, la cuarta en 2022 y la quinta en 2018, mientras que en 2016 no se detectó su presencia en la muestra analizada (Munilla, 2016, 2017, 2018, 2022). Aunque no hay información disponible para el año 2024, los datos de descargas en puerto y las propias observaciones realizadas durante el trabajo de campo realizado en este estudio, que evidenciaron claramente la ausencia de cormoranes en las zonas donde tradicionalmente capturan el lanzón, apuntan de nuevo a que en 2024 el lanzón escaseó mucho en la ría. En este sentido, sería del máximo interés determinar si lo sucedido en 2024 responde a una situación puntual de ausencia de lanzón, en la línea de lo sucedido en 2016, o si se enmarca en una tendencia real de descenso en la disponibilidad de esta presa fundamental para el cormorán moñudo, lo que podría acarrear consecuencias muy importantes en la dinámica de la población de la especie en todo el PNMTIAG.

5.3. Efecto de las luces LED en la captura accidental del cormorán moñudo

La ausencia o acusada escasez de cormoranes en las zonas inicialmente seleccionadas para trabajar fue difícilmente predecible con anterioridad al inicio del trabajo de campo. Más bien fue una situación que se fue comprobando según iban transcurriendo las jornadas de pesca, haciéndose especialmente notoria cuando, llegada la época en que los pollos abandonan los nidos y se unen a los adultos en las zonas de alimentación, principalmente a partir del mes de junio, seguían sin detectarse balsas o agrupaciones significativas de cormoranes. Ante la posibilidad de que el proyecto transcurriera en su totalidad sin que se produjera prácticamente ningún tipo de interacción entre las aves y los aparejos del experimento, se decidió cambiar el plan de trabajo. Así, desde el mes de julio en adelante y con el fin de aumentar las posibilidades de interacción de las aves con los aparejos, las redes fueron caladas mayoritariamente en zonas de fondo rocoso muy próximas las islas, donde se sitúan tanto los posaderos diurnos de los adultos como las denominadas *guarderías* en las que estos acompañan a los juveniles. Fue en estas zonas donde se produjeron las cinco capturas accidentales.

Los resultados obtenidos fueron estadísticamente no significativos. Esto quiere decir que no se puede afirmar que el uso de las luces LED haya tenido algún efecto en la captura accidental de los cormoranes, ni positivo (reduciendo su captura), ni negativo (aumentándola). Esta falta de significación es debida al pequeño tamaño de muestra obtenido ($n=5$), que fue motivado a todo el cúmulo de circunstancias adversas ya descritas. Para tener resultados significativos habría, por lo tanto, que repetir este experimento hasta conseguir un tamaño de muestra suficiente.

Sin embargo, teniendo esto en cuenta y con la precaución debida, nuestros resultados sugieren que las luces LED no solo no evitaron la captura de los cormoranes, sino que en alguna medida la pudieron haber provocado. En este sentido, es de destacar que los cuatro cormoranes juveniles muertos en la isla de Monteagudo perecieron en los aparejos con luces y, además, dos de ellos vinieron enganchados en la red a pocos centímetros de una luz LED. Las dos jornadas en las que murieron estas aves se caracterizaron por ser días muy oscuros, con cielos completamente nublados y lluvia débil o niebla. Con estas condiciones las luces resultaron especialmente visibles dentro del agua y podrían haber atraído, por mera curiosidad, a las aves hacia la red, máxime siendo aves jóvenes, inexpertas y naturalmente curiosas. Parece, por lo tanto, razonable sospechar que las luces LED podrían ejercer un efecto de atracción sobre los cormoranes, al menos bajo ciertas condiciones ambientales. Estos resultados irían en la línea de lo observado en un reciente experimento llevado a cabo en una pesquería en Islandia, donde las luces LED aumentaron la captura accidental de varias especies de aves marinas en una pesquería que emplea redes similares a las nuestras (Sigurdsson, 2023). Por su parte, el cormorán juvenil muerto en la isla de Faro cayó en un aparejo que estaba completamente atestado de algas; en estas circunstancias, es muy probable que la red sea muy difícil de detectar, de nuevo especialmente si se trata de aves jóvenes y poco experimentadas, como fue el caso.



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEWARES



Para terminar, hay que decir que cuando se planteó la realización de nuestro experimento, que las luces LED no evitasen la captura de los cormoranes moñudos era un resultado esperable; sin embargo, en ningún momento se sospechó que estas luces podrían aumentar la tasa de captura de cormoranes. De haber sido así, lógicamente el experimento nunca se hubiese puesto en marcha.

De nuevo, las luces LED ni por sí solas, ni en combinación con las condiciones ambientales, no tuvieron un efecto significativo en la captura de las especies objetivo, independientemente de si se considera el total de ejemplares de todas las especies o únicamente las especies más relevantes en la pesquería. Por lo tanto, con la muestra obtenida no se puede saber si las luces aumentaron o redujeron las capturas comerciales.

En cualquier caso, consideramos que en realidad la implementación de este tipo de luces de manera generalizada en la pesquería estudiada es inviable, ya que supusieron una dificultad importante en el desarrollo de la actividad normal de los pescadores. Esto se debió a que, debido a su diseño, las luces vinieron habitualmente muy enredadas en las mallas, sobre todo en los días de mala mar, lo que provocó que los pescadores perdiesen mucho tiempo todos los días desenmallándolas del aparejo. Por si fuera poco, fue necesario revisar cada pocos días todas las luces para renovar las baterías y sustituir las que, por distintas causas, habían dejado de funcionar. Todo esto provocó que el uso de las luces LED supusiera una dificultad muy significativa en el trabajo de los pescadores.

En resumen, la mera sospecha de que las luces LED puedan tener un efecto contraproducente en la captura accidental de los cormoranes, unido a su dificultad de empleo, nos lleva a desaconsejar su implementación en la pesquería estudiada.



Figura 12. Una luz LED completamente enredada en el aparejo es izada a bordo. El hecho de que las luces se enreden frecuentemente en el aparejo es un inconveniente muy importante para su uso generalizado en las redes fijas. Foto: © Álvaro Barros.

5.4. Sobre la problemática actual de los artes de enmalle en las Islas Cíes

En la Tabla 7 y en la Figura 11 se identifican todos los aparejos localizados durante la realización de los embarques experimentales que supusieron un peligro potencial para el cormorán moñudo. Se excluyen aquellos localizados en aguas profundas (más de 30 m) y los que raramente pueden acarrear la muerte de los cormoranes (cerco, *boliche* y nasas). Durante el período de estudio no se localizaron palangreros trabajando en aguas conflictivas para los cormoranes moñudos. Los 12 aparejos detectados fueron *miños*, el mismo arte usado en el experimento.

Aunque la detección de los artes empleados por otros barcos no estuvo entre los objetivos principales de este proyecto y esta información se tomó de manera complementaria al trabajo de campo, los datos recabados pueden ayudar a hacerse una idea de la presión que las artes de enmalle menores ejercen actualmente sobre el cormorán moñudo en las Islas Cíes. Contando con las operaciones de calado y virado del arte, en los 80 días en que salió al mar entre mayo y octubre la situación más frecuente (casi en el 90% de las jornadas) fue la de faenar sin otros barcos en las cercanías que estuviesen empleando también *miños*. Por lo tanto, esta presión no parece que sea actualmente muy importante y, desde luego, sería mucho menor que la descrita en estudios

previos realizados a finales de la década de 1990 y comienzos de 2000 (Velando y Munilla, 2008). En esta línea, resulta significativo también el hecho de que, en el estrecho de A Porta, la zona identificada previamente por Velando y Munilla (2008) como de mayor riesgo para los cormoranes moñudos en relación a los artes de pesca en las Islas Cíes, no se haya detectado ni un solo *miño* calado en 2024.

Según Velando y Munilla (2008), las artes de enmalle se usan en las Islas Cíes a lo largo de todo el año, con pocas diferencias estacionales. Sin embargo, en base a las informaciones facilitadas a los autores del presente estudio por la Cofradía de Pescadores de Cangas y por diversos pescadores profesionales que trabajan tradicionalmente con *miños* en la ría de Vigo, en la actualidad este arte no se emplea durante todo el año, sino que la mayor parte de los barcos lo usan principalmente entre los meses de octubre y abril.

Debido a su inexperiencia, se ha sugerido que los cormoranes juveniles forman la clase de edad más proclive a caer en los artes de enmalle y por lo tanto la presencia de redes fijas en el momento de su emancipación supone una grave amenaza para la especie (Velando y Munilla, 2008). Sin embargo, atendiendo a lo comentado hasta ahora, en las Islas Cíes la presencia de redes de enmalle fijas en el agua no coincidiría en el tiempo con la emancipación de la gran mayoría de los juveniles, que se produce mayoritariamente a partir del mes de junio (Barros et al., 2013).

En este sentido cabe destacar que las cinco capturas accidentales se produjeron en los meses de julio y septiembre, meses que sí coincidirían de pleno con la emancipación de los pollos. Un factor muy relevante que, de manera involuntaria, estaría contribuyendo a evitar en gran medida la muerte de los cormoranes en las redes, por lo menos de los cormoranes juveniles, es la pesca del pulpo. Como ya se dijo anteriormente, en 2024 se pudo comprobar *in situ* como con el inicio de la campaña extractiva del pulpo, el 1 de julio, la flota que trabaja en el entorno de las islas se centró mayoritariamente en la captura de esta especie y no se volvieron a localizar *miños* calados hasta la finalización del trabajo de campo, a comienzos de octubre. Por lo tanto, atendiendo a todas estas circunstancias, es poco probable que la flota que trabaja legalmente con redes de enmalle fijas sea en la actualidad la principal causa del declive del cormorán moñudo en las Islas Cíes. Sin embargo, sería interesante estudiar esta presión otros años en que se den otras condiciones, en particular años en que el lanzón sea más abundante y la fenología del cormorán algo más temprana.

6. CONCLUSIONES

- El esfuerzo invertido en este estudio fue importante y el **diseño experimental se demostró correcto**, lográndose cumplir los objetivos inicialmente planteados. Durante la realización del trabajo de campo se encontraron diversos condicionantes y dificultades, entre los cuales el más importante fue la **escasez de cormoranes moñudos** en las zonas previamente seleccionadas para trabajar.
- La escasez de cormoranes pudo estar relacionada con una **baja disponibilidad de lanzón** en las Islas Cíes en 2024. Sería necesario realizar estudios específicos en los próximos años que determinen la disponibilidad de esta presa para determinar si la situación observada en 2024 se pudo deber a un episodio puntual de escasez de lanzón, o si hay una tendencia real hacia la escasez de este recurso clave para el cormorán moñudo en el PNMTIAG.
- El **tamaño de muestra conseguido fue insuficiente** para poder dilucidar si las luces LED afectaron o no y en qué sentido a la captura accidental del cormorán moñudo. Sin embargo, existe una sospecha razonable de que hayan podido provocar la captura de los cormoranes juveniles, por lo que **se desaconseja** totalmente su empleo para reducir la captura accidental del cormorán moñudo en artes de enmalle en la Demarcación Marina Noratlántica.
- Los resultados en cuanto a la captura de las especies comerciales no fueron significativos, ni en su conjunto ni en lo que respecta exclusivamente a las especies más relevantes, por lo que no se puede

determinar si el empleo de las luces LED afectó al rendimiento económico de la pesca. Sin embargo, se comprobó que en el uso generalizado de las luces LED, al menos el modelo empleado en este y otros experimentos similares, **no es realmente viable**, ya que dificulta de manera importante el trabajo de los pescadores.

- Durante la realización de los embarques experimentales, el número de embarcaciones y aparejos localizados potencialmente peligrosos para las aves marinas buceadoras en el entorno de las Islas Cíes fue bajo. Por otra parte, el uso de estos artes por la generalidad de la flota no coincide temporalmente con el período de emancipación de la mayor parte los cormoranes juveniles. Estos datos sugieren que en la actualidad la pesca con **redes de enmalle fijas en las Islas Cíes es una amenaza mucho menor** para el cormorán moñudo de lo que representó en el pasado.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores deseamos agradecer sinceramente la ayuda prestada en todo momento por la dirección del PNMTIAG para la realización de este estudio, en particular a José Antonio Fernández Bouzas (Pepín) y a Vicente Piorno. También agradecemos la colaboración prestada en todo momento por la Cofradía de Pescadores “San Xosé” de Cangas do Morrazo. La Consejería del Mar de la Xunta de Galicia, aportó interesante documentación sobre la captura del lanzón y Juan José Valiella se prestó amablemente a discutir con nosotros los datos. Finalmente, la colaboración del patrón Javier Costa y del marinero Felipe Catalán fue más allá de cualquier obligación contractual y permitió una conclusión satisfactoria del proyecto, pese a las muchas dificultades encontradas.

8. REFERENCIAS

- Barros, A., Alvarez, D., Velando, A. 2013. Cormorán moñudo – *Phalacrocorax aristotelis*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Bielli, A., Alfaro-Shigueto, J., Doherty, P.D., Godley, B.J., Ortiz, C., Pasara, A., Wang, J.H., Mangel, J.C. 2020. An illuminating idea to reduce bycatch in the Peruvian small-scale gillnet fishery. *Biological Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108277>
- Mangel, J.C., Wang, J., Alfaro-Shigueto, J., Pingo, S., Jimenez, A., Carvalho, F., Godley, B.J. 2018. Illuminating gillnets to save seabirds and the potential for multi-taxa bycatch mitigation. *Royal Society Open Science*: 5, 180254.
- Mardeaves (2025). Descargado de <https://mardeaves.org/portfolio/seguimiento-da-poboacion-de-corvo-marino-cristado/> (Fecha de acceso: 04/02/2025)
- Munilla, I., Velando, A. 2008. *Plan Integral de Recuperación e Conservación das Aves Mariñas Ameazadas de Galicia*. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible, Dirección Xeral de Conservación da Natureza, Xunta de Galicia.
- Noguera, J.C., Barros, A., Álvarez, A., Velando, A. 2022. PROYECTO ENCORAT
- *Acciones para reducir la mortalidad accidental del cormorán moñudo (Phalacrocorax aristotelis) en artes de pesca de enmalle en la Demarcación Marina Noratlántica. Informe de resultados*. Informe inédito realizado para la Fundación Biodiversidad. Grupo de Ecología Animal, Universidad de Vigo.
- Sigurdsson, G.M. 2023. Increase in bycatch rates of plunge- and surfacefeeding seabirds observed while setting and hauling bottom set gillnets equipped with LED lights. *Marine Ecology Progress Series*, 720: 191–194.



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



- <https://doi.org/10.3354/meps14408>
- Velando, A. 1997. *Ecología y comportamiento del cormorán moñudo (Phalacrocorax aristotelis) en las islas Cíes y Ons*. Tesis Doctoral, Universidad de Vigo.
- Velando, A., Munilla, I. 2008. *Plan de Conservación del Cormorán moñudo en el Parque Nacional de las Islas Atlánticas*. Universidad de Vigo.
- Velando, A., Freire, J. 1999. Intercolony and seasonal differences in the breeding diet of European shags on the Galician coast (NW Spain). *Marine Ecology Progress Series*, 188: 225-236.
- Velando, A., Munilla, I., Leyenda, P. M. 2005. Short-term indirect effects of the Prestige oil spill on a marine top predator: changes in prey availability for European shags. *Marine Ecology Progress Series*, 302: 263–274.