

Informe del Programa ICCAT de recopilación de datos e investigación sobre tiburones (SRDCP) (Informe de actividades del periodo octubre de 2023 - septiembre de 2024)

Contexto y objetivos del Programa

Durante la reunión de la Comisión de 2014 se decidió asignar un presupuesto general de 135.000 euros al Programa de recopilación de datos e investigación sobre tiburones (SRDCP). Durante la Reunión de 2015 de preparación de datos sobre tiburón azul (Tenerife, España 23-27 de marzo de 2015) (ICCAT, 2016a), el Grupo de especies de tiburones (SSG) examinó la propuesta de implementación del SRDCP preparada en 2014, e identificó a los científicos nacionales que se encargarían de preparar las propuestas para la recepción de fondos con el fin de desarrollar cada uno de los temas de investigación enumerados en la propuesta original. Durante la Reunión de evaluación de stock de tiburón azul de 2015 (Lisboa, Portugal, 27-31 de julio de 2015) (ICCAT, 2016b) y, poco tiempo después, se presentaron las siguientes cuatro propuestas de proyectos que cubrían diferentes aspectos del ciclo vital, la estructura de la población y las pesquerías de marrajo dientuso: un estudio de crecimiento y edad para todo el Atlántico, un estudio de genética de la población para investigar la estructura de la población y la filogeografía, un estudio de mortalidad posterior a la liberación centrado en las pesquerías de palangre pelágico y un estudio de marcado con marcas satélite para determinar los movimientos y el uso del hábitat. Durante los tres primeros años el programa se centró en dichas propuestas y contempló un amplio trabajo de colaboración entre los científicos nacionales con el objetivo de aportar información para la Reunión de evaluación del stock de marrajo dientuso de 2017 (Madrid, España 12-16 de junio de 2017) (ICCAT, 2018). Las actividades en el marco del SRDCP han continuado y se han ampliado para incluir otras especies de tiburones como el marrajo sardinero, el tiburón jaquetón, el tiburón oceánico, el marrajo carite y los peces martillo.

Actividades en 2024

A continuación, se presentan las actividades del SRDCP llevadas a cabo hasta 2024.

Edad y crecimiento del marrajo dientuso en el océano Atlántico

Los responsables de proyecto para este estudio son el Dr. Rui Coelho, la Sra. Daniela Rosa y la Sra. Catarina Santos, científicos nacionales de UE-Portugal, con participación de otros científicos de UE-Portugal, Estados Unidos, Uruguay, Japón, Namibia y Brasil y con muestras aportadas por dichas CPC. Siguen existiendo incertidumbres sobre los parámetros de crecimiento y edad del marrajo dientuso y el objetivo de este proyecto es actualizar las estimaciones disponibles mediante la determinación de la edad de ejemplares procedentes de ambos stocks del Atlántico. Para ello, un primer paso fue crear un inventario de las muestras de vértebras existentes en cada laboratorio nacional y llevar a cabo muestreos adicionales. Las muestras de vértebras fueron procesadas y las imágenes digitales se han publicado en un repositorio en línea de ICCAT.

Un primer taller de edad y crecimiento fue organizado en junio de 2016 por NOAA-NEFSC (Laboratorio de Narragansett de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica), con la participación de los científicos involucrados, y se estableció un conjunto de referencia inicial para la determinación de la edad de las muestras (Coelho *et al.*, 2017). Un biólogo de cada institución de lectura de la edad (UE-Portugal, Estados Unidos y Uruguay) leyó y estimó las edades de todas las muestras, basándose en edades acordadas del conjunto de referencia y se elaboraron modelos de crecimiento basándose en dichas lecturas. Para el Atlántico norte, se analizaron los datos de 375 ejemplares con tallas de entre 57 y 366 cm de longitud a la horquilla (FL) para las hembras y tallas de entre 52 y 279 cm FL para los machos. Este trabajo inicial se completó en 2017 y se presentó en varios documentos del SCRS (Rosa *et al.*, 2017). Los modelos de crecimiento presentados en Rosa *et al.* (2017) para el Atlántico norte se utilizaron en la Evaluación de stock de marrajo dientuso de 2017 (Anón. 2018) Para el Atlántico sur, se disponía en ese momento de datos de 332 ejemplares, con tallas comprendidas entre 90 y 330 cm FL para las hembras y 81 y 250 cm FL para los machos, que han sido analizados (Rosa *et al.*, 2018a). Los modelos de crecimiento presentados en Rosa *et al.* (2017) para el Atlántico norte se utilizaron en la reunión de evaluación de stock de marrajo dientuso de 2017 (ICCAT, 2018). Para el Atlántico sur, se disponía en ese momento de datos de 332 ejemplares, con tallas comprendidas entre 90 y 330 cm FL para las hembras y 81 y 250 cm FL para los machos, que se han analizado (Rosa *et al.*, 2018). Habida cuenta de la escasa estimación de los parámetros, en ese momento el Grupo no recomendó el uso de las curvas de crecimiento del stock del Atlántico sur, y se observó que todavía

se necesitaban más muestras para elaborar curvas de crecimiento más creíbles, en particular para los ejemplares de la región sudoriental.

Desde entonces, se han facilitado muestras adicionales de Brasil, Japón y Namibia, hasta un total de 883 muestras de vértebras que están ahora a disposición del SRDCP para el stock de marrajo dientuso del Atlántico sur. Debido a la pandemia de COVID-19, el trabajo del laboratorio se retrasó mucho durante 2020, pero se reanudó con algunas restricciones en 2021. El procesamiento de las muestras ya ha concluido, y todas las vértebras se han fotografiado digitalmente y cargado en una plataforma de lectura de edades. Desde entonces se han realizado lecturas y análisis de la edad. La falta de muestras de los extremos de la distribución por talla, sobre todo de marrajos dientusos grandes, ha dado lugar a algunos problemas de convergencia en la estimación de las curvas de crecimiento o parámetros estimados no razonables desde el punto de vista biológico. Los enfoques para solventar la falta de muestras de ejemplares de talla pequeña y/o grande se están explorando mediante la modelación de crecimiento una vez finalizadas las lecturas de edad (por ejemplo, modelos bayesianos). Durante la reunión de septiembre de 2024, se presentaron los resultados obtenidos y las curvas de crecimiento preliminares, que incluían el uso de modelos de crecimiento alternativos, como los enfoques bayesianos (Marquez *et al.*, 2024), que representan una gran mejora. Se están realizando más trabajos y análisis y se presentarán resultados actualizados durante la reunión de preparación de datos sobre marrajo dientuso prevista para 2025.

Edad y crecimiento de otras especies de tiburones en el océano Atlántico

Durante el Taller del programa de recopilación de datos e investigación sobre tiburones (SRDCP) de 2023 (formato híbrido, Madrid, España, 13-15 de julio 2023) (ICCAT, 2023), el Grupo de especies de tiburones acordó que, dado que el estudio de edad y crecimiento del marrajo dientuso estaba a punto de finalizar, sería importante empezar a trabajar en la edad y el crecimiento de algunas de las otras especies prioritarias. Por lo tanto, en 2024 se iniciaron los trabajos de edad y crecimiento de otras especies. El primer paso consistió en realizar una recopilación de las muestras de vértebras de que dispone actualmente cada laboratorio para cada especie, lo que ayudará a establecer prioridades para los próximos años, teniendo en cuenta que la recogida de nuevas muestras es ahora más complicada debido a las inclusiones en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Seis CPC completaron la hoja de cálculo que se distribuyó y se puso a disposición de los participantes para que la rellenaran con las muestras disponibles. Las especies incluidas fueron: tiburón azul, tiburón oceánico, cornuda cruz, zorro ojón, tiburón jaquetón, marrajo sardinero, tiburón cocodrilo y marrajo carite. Los resultados obtenidos, número de muestras, área de cobertura y distribución de tallas, se presentaron durante la reunión del Grupo de especies de septiembre. A partir de estos resultados, se decidió dar prioridad a las tres especies siguientes: marrajo carite (*Isurus paucus*), tiburón oceánico (*Carcharhinus longimanus*) y tiburón jaquetón (*Carcharhinus falciformis*). En 2025, los objetivos incluirían finalizar la recopilación del estado del procesamiento de las vértebras de los distintos laboratorios y continuar con el procesamiento y la obtención de imágenes digitales de las especies que hayan sido seleccionadas y priorizadas por el Grupo.

Análisis genético del marrajo sardinero en el océano Atlántico

El componente del SRDCP relacionado con la estructura genética de la población se introdujo en 2015, centrándose en el marrajo dientuso (véanse los informes anteriores para más detalles). Este componente del estudio estuvo dirigido en un principio por un científico nacional de Japón, Sr. Kotaro Yokawa, y desde 2017 por la Dra. Yasuko Semba. El análisis genético de la estructura de la población de marrajo sardinero comenzó en 2022.

Durante la reunión del Grupo de especies de tiburones (formato híbrido, Madrid, España, 20-21 de septiembre de 2022) se presentó una perspectiva de la estructura genética del stock de marrajo sardinero, basada en muestras de tejido muscular recogidas en el Atlántico noroccidental, nororiental y suroriental (Merino *et al.*, 2022). Los avances de este estudio (Semba and Takeshima, 2023) se presentaron durante el Taller sobre el SRDCP (ICCAT, 2023) y durante la Reunión del Grupo de especies de tiburones (Takeshima *et al.*, 2023). Los resultados del análisis se basaron en la genotipificación del polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) en todo el genoma nuclear de 96 ejemplares de marrajo sardinero del Atlántico. Se retuvieron un total de 1.427 loci y 95 individuos como conjuntos de datos finales del genotipo del genoma nuclear tras varios procesos de filtrado. Los resultados de los gráficos del análisis de componentes principales (PCA) y de la agrupación basada en el individuo utilizando conjuntos de datos de

genotipificación del genoma nuclear fueron coherentes, en el sentido de que en el océano Atlántico existen dos grupos genéticos distintos de marrajo sardinero, el del norte y el del sur. En 2024, se mejoró considerablemente la cobertura de las localizaciones de muestreo analizadas y la resolución de los análisis, incluyendo muestras del Atlántico sudoccidental, el océano Índico meridional y el océano Pacífico meridional con la aplicación del proyecto de genoma de referencia del marrajo sardinero. Los resultados de los análisis genéticos basados en conjuntos de datos procedentes de la mitogenómica y los genotipos del genoma nuclear demostraron claramente la existencia de dos grupos genéticos distintos, uno en el Atlántico norte y otro en el hemisferio sur: se trata de dos especies hermanas. Los resultados de ambos análisis genómicos también apoyan firmemente la ausencia de diferenciación genética entre las muestras recogidas en los océanos Atlántico nororiental y noroccidental, así como entre las muestras recogidas en los océanos del hemisferio sur. Los próximos pasos incluirán la incorporación al análisis de nuevas muestras para colmar lagunas en zonas geográficas importantes (por ejemplo, el mar Mediterráneo en el océano Atlántico norte y el sudeste del océano Pacífico), y se centrarán en la migración transoceánica entre el Atlántico SE y el Índico SW a partir de las muestras existentes. Estos dos puntos mejorarán nuestra comprensión de la naturaleza de esta especie, lo que podría conducirnos a la comprensión de la conectividad de esta especie entre zonas de gran interés (por ejemplo, las migraciones entre el Atlántico sudoriental y sudoccidental, el Atlántico sudoriental y el Océano Índico sudoccidental).

Mortalidad posterior a la liberación del marrajo dientuso en el océano Atlántico

El responsable de proyecto de este estudio es el Dr. Andrés Domingo, científico nacional de Uruguay. La finalidad principal de este proyecto es proceder a una cuantificación de la mortalidad posterior a la liberación del marrajo dientuso del Atlántico en los palangres pelágicos para contribuir potencialmente a su evaluación y ordenación. Estos datos no existían cuando se inició el proyecto. Se adquirieron marcas transmisoras de archivo pop-up por satélite de supervivencia (sPAT) y se distribuyeron a los laboratorios participantes para que las colocaran en las tres principales zonas del Atlántico: el Atlántico noroccidental, el Atlántico nororiental tropical y la región ecuatorial, y el Atlántico sudoccidental. Los observadores científicos del IPMA (UE-Portugal), Dirección Nacional de Recursos Acuático (DINARA) (Uruguay) y NOAA (Estados Unidos), Brasil y UE-España han colocado hasta ahora un total de 14 sPAT, y también está disponible información adicional de 29 miniPAT para estimar la mortalidad posterior a la liberación. De los 35 ejemplares con información disponible, ocho murieron (22,9 %), mientras que los 27 restantes (77,1 %) sobrevivieron, al menos durante los 30 primeros días tras su marcado. Los resultados actualizados de este estudio se comunicaron y publicaron en Miller *et al.* (2020). La colocación de las marcas ha continuado y la colocación de las miniPAT restantes se realizó durante el segundo semestre de 2023 y durante 2024, dependiendo de las oportunidades. El estado y los avances de este estudio (Semba and Takeshima, 2023) se presentaron durante el Taller sobre el SRDCP de 2023 (ICCAT, 2023). Los resultados obtenidos hasta ahora se actualizarán para la próxima evaluación de stock de marrajo dientuso de 2025. Se incluirá información de las últimas marcas colocadas, así como de otros programas nacionales de marcado que se compartirán con el SRDCP.

Movimientos, líneas divisorias del stock y utilización del hábitat del marrajo dientuso en el océano Atlántico

Los responsables de este estudio son el Dr. Rui Coelho y la Sra. Catarina Santos, científicos nacionales de UE-Portugal. La finalidad principal de este estudio es utilizar la telemetría por satélite para recabar y proporcionar información sobre las líneas divisorias de los stocks, los patrones de movimiento y la utilización del hábitat del marrajo dientuso en el océano Atlántico para contribuir potencialmente a su evaluación y ordenación. Se han colocado todas las marcas de la fase 1 (2015-2016) y la fase 2 (2016-2017) (36 marcas: 22 miniPAT y 14 sPAT). Respecto a la fase 3 (2017-2018), de las 13 marcas asignadas al marrajo dientuso (de las 21 marcas adquiridas, véase la **Tabla 1** a continuación), se colocaron cinco en el océano Atlántico y está previsto la colocación de ocho en el océano Índico (siete marcas ya se han colocado) con el fin de evaluar los movimientos entre océanos del marrajo dientuso. De las 20 marcas adquiridas durante la fase 4 (2018-2019), se asignaron y se colocaron cinco en ejemplares de marrajo dientuso. Más recientemente, se desplegaron otras tres marcas en el océano Índico (2021 y 2022), que eran marcas de fases anteriores del proyecto.

Los resultados de este proyecto hasta finales de 2019 con respecto al marrajo dientuso se publicaron recientemente en Santos *et al.* (2021). En general, un total de 53 marcas (31 miniPAT, 14 sPAT y 8 miniPAT adicionales de otros proyectos) fueron colocadas por los observadores embarcados en buques de UE-

Portugal, Uruguay, Brasil, UE-España y Estados Unidos en las zonas templadas del Atlántico nororiental y noroccidental, ecuatorial y sudoccidental. Estaban disponibles datos de 34 de las 53 marcas/ejemplares, para un total de 1.877 días de seguimiento registrados. El análisis de movimiento mostraba que los tiburones marcados en el Atlántico noroeste y central se habían alejado de los sitios de marcado mostrando patrones de residencia poco o nada aparentes, mientras que los tiburones marcados en el Atlántico nordeste y sudoeste pasaban largos periodos de tiempo cerca del archipiélago canario y del noroeste de África, y en aguas de la plataforma u oceánicas en aguas meridionales de Brasil y Uruguay, respectivamente. Estas zonas presentaban pruebas de fidelidad al sitio y se identificaron como posibles zonas clave para el marrajo dientuso. Los marrajos dientusos pasaron la mayor parte del tiempo en aguas templadas (18–22 °C) por encima de los 90 m; no obstante, los datos indicaban que el rango de profundidades se extendía de la superficie hasta 979 m de profundidad, con temperaturas del agua de entre 7,4 y 29,9 °C. El comportamiento vertical de los tiburones parecía estar influido por características oceanográficas y oscilaba entre movimientos verticales nictimeriales pronunciados, caracterizados por profundidades medias menores durante la noche, y comportamientos en inmersión yo/yo sin que se haya observado un patrón nictimerial claro. Desde la publicación del artículo se han desplegado marcas adicionales (Santos *et al.*, 2021), así como marcas de otros programas nacionales, que se analizarán para actualizar el estudio.

En 2021 y 2022 se desplegaron tres marcas en el océano Índico. Sin embargo, esas marcas eran parte de los lotes que tuvieron problemas con las baterías y se desplegaron antes de que Wildlife Computers comunicará que se devolvieran las marcas. Por ello, esas marcas no transmitieron datos. Todavía hay una marca asignada al marrajo dientuso en el proyecto para el sudoeste del océano Índico, que ha sido devuelta a Wildlife Computers y actualmente está siendo reparada/sustituida. El suroeste del océano Índico sigue siendo una de las prioridades para estudiar la posible conectividad de la especie y determinar posibles movimientos transoceánicos.

Reproducción del marrajo dientuso y del marrajo sardinero en el océano Atlántico

El punto de contacto para este estudio ha sido el Dr. Enric Cortés, científico nacional de Estados Unidos. En 2017, se celebró una sesión de formación práctica de dos días sobre la determinación de la madurez reproductiva del marrajo sardinero en el Laboratorio NEFSC de la NOAA en Narragansett, Rhode Island, dirigida por la Dra. Lisa Natanson. El objetivo de la formación era establecer prácticas estándar de muestreo y disección entre los investigadores con miras a lograr una recopilación más coherente de los datos sobre el ciclo vital. En 2020, se llevó a cabo un taller sobre la reproducción y otros aspectos del ciclo vital del marrajo sardinero y otros tiburones pelágicos en el océano Atlántico en el Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), en Olhão, Portugal. Se presentó un panorama general de los estudios sobre la reproducción del marrajo sardinero en el océano Atlántico noroccidental. La mediana de la talla de madurez de los machos y las hembras, utilizando datos de todos los años, se actualizó en 173,1 y 216,3 cm FL, respectivamente. No hay nueva información sobre el momento del apareamiento, el período de gestación o el número medio de crías. El ciclo reproductivo de al menos una parte de la población es bienal o trienal, basado en el hallazgo de una fase de reposo. Entre las recomendaciones del taller figuraba aumentar los análisis hormonales para determinar la madurez y la gestación de los tiburones pelágicos, así como combinar los datos sobre talla de diversas flotas para obtener estimaciones más sólidas de la talla de madurez y del ciclo reproductivo general del marrajo sardinero. Se destinaron fondos para estos estudios de reproducción, pero por diferentes motivos, algunos de ellos relacionados con la pandemia del Covid-19, no fue posible llevar a cabo el muestreo. Aunque algunos fondos de 2020 asignados para estudios de reproducción se ampliaron por un periodo de seis meses, no se planificaron actividades para 2021 y no fue posible realizar las actividades aplazadas de 2020 en 2021. En 2022 se decidió reactivar las actividades de este componente del SRDCP. Por ello, a finales de 2023 se inició un nuevo estudio sobre la biología reproductiva del marrajo dientuso del Atlántico norte, basado en la cuantificación de las concentraciones de hormonas reproductivas (testosterona y 17 β -estradiol) a partir de muestras de tejido muscular recogidas de vértebras almacenadas. Se ha comprobado que esta técnica sirve, como medio no letal, para recopilar datos críticos sobre la reproducción de los elasmobranchios. Los resultados presentados durante 2024 sugieren que, al igual que en el caso de otros tiburones oófagos, el tejido muscular puede utilizarse para evaluar las características reproductivas (es decir, la madurez y el estado reproductivo) y puede proporcionar información fundamental sobre los hábitats reproductivos importantes para el marrajo dientuso del Atlántico norte. En los machos, las concentraciones de T muscular están relacionadas con las influencias combinadas de la madurez y la estacionalidad reproductiva. Esto subraya la importancia de tener en cuenta la estacionalidad reproductiva en relación con el momento en que se recogieron las muestras a la hora de predecir la madurez sexual basándose en las concentraciones de T. En las hembras, las concentraciones de E2 en el músculo

fueron muy variables, observándose con frecuencia concentraciones muy bajas o incluso indetectables en tiburones inmaduros. Debido a la falta de muestras a lo largo de los meses y a la situación proporcionada por los datos morfológicos, se determinó que las muestras de hembras adultas procedían de hembras en estado de reposo. En general, las tendencias hormonales observadas en este estudio son coherentes con los conocimientos actuales sobre el papel de las hormonas reproductivas durante la maduración sexual y las etapas reproductivas de los tiburones. La mayor limitación de este estudio fue la falta de muestras disponibles de hembras maduras (tanto grávidas como no grávidas). Los próximos pasos de este estudio irán encaminados a obtener muestras de hembras maduras, probablemente a finales de 2025, para colmar esta laguna.

Movimientos, líneas divisorias del stock y utilización del hábitat del marrajo sardinero en el océano Atlántico

Los responsables de proyecto de este estudio son el Dr. Andrés Domingo y el Dr. Rui Coelho, científicos nacionales de Uruguay y de UE-Portugal. La finalidad principal de este estudio es utilizar la telemetría por satélite para recabar y proporcionar información sobre las líneas divisorias de los stocks, los patrones de movimiento y la utilización de hábitat de marrajo sardinero en el océano Atlántico para contribuir potencialmente a su evaluación y ordenación. Desde el inicio del programa, un total de 13 miniPAT adquiridas para este proyecto se distribuyeron entre los científicos de UE-Francia, UE-Portugal y Noruega para su colocación en el Atlántico norte, y entre científicos de Uruguay para su colocación en el Atlántico sur. En lo que concierne a esta actividad y a las actividades relacionadas con el marrajo sardinero, se informó al Grupo de especies de tiburones de otros programas nacionales en curso que pueden aportar datos. Otros programas incluyen el de Canadá, el de EE. UU./NOAA y el de Noruega. Los resultados obtenidos con el marcado proporcionarán información importante para el estudio genético.

Hasta la fecha, un total de nueve marcas han sido colocadas por UE-Portugal, UE-Francia y Noruega en marrajos sardineros. En los años iniciales del proyecto, en 2018/2019, se marcaron cinco tiburones en el Atlántico nororiental, concretamente tres en la zona del golfo de Vizcaya/mar Céltico y uno en el Atlántico nororiental central. De los ejemplares marcados en el golfo de Vizcaya, tres tendieron a permanecer en la misma zona general y uno viajó hacia el oeste tras un periodo de residencia de tres meses en el golfo de Vizcaya. El tiburón marcado en el Atlántico norte central parecía haber muerto poco después del marcado. Las marcas restantes disponibles para el marrajo sardinero en ese momento tenían problemas de batería y tuvieron que ser devueltas a Wildlife Computers para ser sustituidas. Parte de estas ya han sido devueltas, y el programa se reanudó a finales de 2022 y 2023. En este periodo más reciente, Noruega ha colocado cuatro marcas, una de las cuales muestra una larga migración (~5.000 km) de un ejemplar de marrajo sardinero desde las aguas más frías del Atlántico norte en verano hasta las aguas más cálidas del Atlántico nordeste en invierno.

Movimientos, líneas divisorias del stock y utilización del hábitat del tiburón jaquetón, tiburón oceánico, marrajo carite, peces martillo, zorro ojón y tiburón azul en el océano Atlántico

Los responsables de proyecto para este estudio son el Dr. Andrés Domingo, el Dr. Rui Coelho, la Sra. Catarina C. Santos y el Dr. John Carlson, científicos nacionales de Uruguay, UE-Portugal y Estados Unidos. En 2018, un examen de las marcas por satélite previamente colocadas en estas especies en el Atlántico reveló que solo tres tiburones jaquetones se habían marcado en aguas de Cuba y que los tiburones oceánicos fueron marcados solo en el Atlántico noroeste, pero en casi ningún sitio más del Atlántico. Estos tiburones se consideran especies prioritarias, ya que se han clasificado con una alta vulnerabilidad en las evaluaciones de riesgo ecológico (ERA) de tiburones de ICCAT (Cortés *et al.*, 2010 y Cortés *et al.*, 2015), y la retención de algunos de ellos está actualmente prohibida en las pesquerías de ICCAT (es decir, [Recomendación de ICCAT sobre la conservación de los tiburones oceánicos capturados en asociación con las pesquerías en la zona del Convenio de ICCAT \(Rec. 10-07\)](#), [Recomendación de ICCAT sobre peces martillo \(familia Sphyrnidae\) capturados en asociación con las pesquerías gestionadas por ICCAT \(Rec. 10-08\)](#) y [Recomendación de ICCAT sobre la conservación del tiburón jaquetón capturado en asociación con las pesquerías de ICCAT \(Rec. 11-08\)](#)). El SCRS decidió que de las 17 marcas por satélite adquiridas en 2019 para el SRDCP, nueve deberían colocarse en tiburones oceánicos y peces martillo y ocho en tiburones jaquetones. Un total de cinco tiburones jaquetones, tres tiburones oceánicos y una cornuda común se marcaron con miniPAT en 2018 y 2019 por científicos/observadores científicos de UE-Portugal, Uruguay y Estados Unidos (en colaboración con el instituto Cape Eleuthera y la universidad estatal de Florida) en el mar Caribe y en el océano Atlántico y en el golfo de México de Estados Unidos. Estas marcas se adquirieron en años anteriores (2017-2018),

pero no se colocaron hasta finales de 2018 y en 2019. Con respecto a las marcas adquiridas en 2019, un total de dos tiburones jaquetones y tres tiburones oceánicos fueron marcados por observadores científicos de UE-Portugal en la región ecuatorial del océano Atlántico. Además, una cornuda cruz fue marcada por el equipo uruguayo en el suroeste del océano Atlántico. Debido a los problemas de batería de las marcas Wildlife Computer, a principios de 2020 se tuvieron que devolver un total de 11 marcas para ser reemplazadas. Durante 2021 y 2022, se colocaron seis marcas en ejemplares de tiburón jaquetón en el golfo de México estadounidense y dos marcas en ejemplares de tiburón oceánico en la región ecuatorial del océano Atlántico. En 2023, se colocaron otras tres marcas en ejemplares de tiburón jaquetón en el Atlántico noroccidental. De entre las especies que se están marcando actualmente, se observa que el tiburón jaquetón tiene ahora una cobertura relativamente buena en el Atlántico noroccidental. El tiburón oceánico también tuvo un marcado relativamente bueno en la región ecuatorial, y los peces martillo están siendo prioritarios sobre todo en el Atlántico sudoccidental y el Atlántico oriental tropical. Se ha debatido que las especies seleccionadas para estas actividades de marcado son en su mayoría capturas fortuitas y no habituales, lo que representa un mayor reto para alcanzar el objetivo propuesto. Por lo tanto, el Grupo acordó que sería útil realizar una campaña de marcado de ICCAT específica para estas especies. La primera campaña se realizó en el segundo trimestre de 2024 en la zona ecuatorial, y tuvo como resultado la colocación de 15 marcas PSAT, incluidos 8 ejemplares de tiburón jaquetón, 3 ejemplares de zorro ojón, 2 ejemplares de cornuda cruz, 1 ejemplar de tiburón oceánico y 1 ejemplar de tiburón azul.

Otras actividades

Se ha debatido sobre las perspectivas de CKMR para el marrajo dientuso, como una forma robusta de evaluar la abundancia y la productividad. Al principio de los debates, se señaló que ya existía un sólido programa de muestreo en Brasil, así como la capacidad de realizar el muestreo necesario en Namibia y Sudáfrica a partir de programas de observadores, sin las complicaciones de los permisos de la CITES en alta mar que parecen ser un impedimento para el muestreo en el Atlántico norte. Basándose en el diseño del estudio de 2019, esos tres programas podrían, en pocos años, proporcionar suficientes muestras de una amplia zona geográfica para evaluar la sostenibilidad de las capturas combinadas actuales del stock de marrajo dientuso del Atlántico sur. Sin embargo, debido principalmente a la pandemia de Covid-19 y los problemas de CITES, desde las primeras discusiones en 2019, no ha habido avances recientes en el SRDCP en relación con los estudios CKMR. Durante el Taller sobre el SRDCP de 2023 (ICCAT, 2023), se retomó el debate sobre la posibilidad de realizar este estudio. Los participantes acordaron que no es posible iniciar este estudio hasta que se encuentre una forma de superar los problemas CITES relacionados con el envío de muestras entre países, y acelerar así el proceso.

Además, en 2021, se buscó financiación externa a través de la Oficina de Recursos Protegidos de Pesca de la NOAA para determinar la conectividad genética y la abundancia absoluta a través del marcado y recaptura de individuos estrechamente emparentados de tiburón oceánico. Inicialmente, el proyecto se centrará en la secuenciación del genoma del tiburón oceánico usando muestras archivadas, pero se ampliará conforme más muestras puedan estar disponibles a través de programas de observadores. Se ha presentado una solicitud de permiso de Introducción procedente del mar a CITES.

En 2023, el Taller sobre el SRDCP (ICCAT, 2023) tuvo como objetivo hacer balance de los 10 años del SRDCP, presentar y debatir los resultados obtenidos y las actividades en curso, así como las perspectivas para los próximos años. Se presentó una visión histórica del SRDCP. Se abordaron las siguientes actividades realizadas: estudios de edad y crecimiento; genética; movimientos y utilización del hábitat; mortalidad posterior a la liberación; estudios de reproducción; mejora de la información disponible para la evaluación de stock; otras actividades. También se debatieron las dificultades a las que se enfrenta el programa y las posibles formas de superarlas. También se presentaron y debatieron los pasos futuros para la segunda fase del programa, incluidas las nuevas especies que forman parte del acuerdo de ICCAT, los avances en la información disponible sobre tiburones pelágicos fuera del SRDCP, las actividades que deben continuarse y las nuevas actividades que deben incluirse.

En cuanto al marcado convencional, ICCAT adquirió en 2024 marcas dardo de acero inoxidable. Este cambio en el tipo de dardo de las marcas convencionales que se utilizará en tiburones se basa en un estudio de Mas *et al.* (2022) presentado al Grupo que demuestra una mayor eficacia de estas marcas en comparación con las marcas de una sola lengüeta habitualmente utilizadas para otras especies. Ya se han distribuido nuevas marcas para algunos programas de observadores que tienen la oportunidad de marcar tiburones.

Tabla 1. Lista de marcas de ICCAT colocadas y por colocar, por especie. (Notas: * las marcas que se van a desplegar identificadas con * están todas combinadas en la línea con "LMA/FAL/OCS/SMA/BSH/peces martillo"; ** las marcas desplegadas en esas especies se enumeran como específicas de cada especie en las líneas anteriores; *** algunas de esas marcas están actualmente (a fecha de enero de 2025) en Wildlife Computers para solucionar problemas de batería y/o para su sustitución).

<i>Especie</i>	<i>Colocada (n. º)</i>	<i>Por colocar (n. º)</i>
SMA	52	(*)
POR	9	2
SPL	1	(*)
SPZ	6	(*)
OCS	10	(*)
FAL	33	(*)
BSH	7	
BTH	4	
LMA/FAL/OCS/SMA/BSH/Peces martillo	(**)	36
Total	122	38 (***)
Total final		140

Actividades y plan para 2025

Edad y crecimiento de tiburones pelágicos en el océano Atlántico

En cuanto a los trabajos en curso para el marrajo dientuso, el principal objetivo para 2025 es completar el análisis de edad y crecimiento del stock del Atlántico sur y presentarlo durante la reunión de preparación de datos. Todas las muestras han sido procesadas y las lecturas de edad se llevaron a cabo durante 2023 y 2024. Se presentaron los resultados durante la reunión de septiembre de 2024, en la que el Grupo realizó comentarios y sugerencias a los autores, que actualizarán y mejorarán el documento.

En 2024, el SRDCP inició un trabajo sobre edad y crecimiento para otras especies. El primer paso era realizar una recopilación de las muestras de vértebras de que dispone actualmente cada laboratorio para cada especie, lo que contribuirá a establecer las prioridades para los próximos años. En base a los resultados presentados, se decidió dar prioridad a las tres especies siguientes: marrajo carite (*Isurus paucus*), tiburón oceánico (*Carcharhinus longimanus*) y tiburón jaquetón (*Carcharhinus falciformis*). En 2025, los objetivos incluirán finalizar la recopilación del estado del procesamiento de las vértebras de los distintos laboratorios, y continuar el procesamiento y la obtención de imágenes digitales de las especies que han sido seleccionadas y priorizadas por parte del Grupo de especies sobre tiburones del SCRS.

Cabe señalar que la recogida de nuevas muestras es ahora mucho más complicada debido a las inclusiones en los Apéndices de CITES, a pesar de todos los esfuerzos que está realizando ICCAT, en particular plantear esta cuestión en las reuniones de CITES.

Análisis genético del marrajo sardinero en el océano Atlántico

Durante 2025, se llevarán a cabo nuevos análisis de genoma mitocondrial, con muestras adicionales del Atlántico suroriental y del Índico sudoccidental. Se planificará la incorporación de muestras adicionales de las importantes zonas que faltan (p. ej., el mar Mediterráneo en el Atlántico norte y el Pacífico suroriental).

Mortalidad posterior a la liberación del marrajo dientuso en el océano Atlántico, movimientos, líneas divisorias del stock y utilización del hábitat del marrajo dientuso en el océano Atlántico

En cuanto a la mortalidad posterior a la liberación, los análisis finales de ese proyecto se prepararán durante 2024 y 2025, e incluirán marcas adicionales colocadas por Sudáfrica en el sudoeste del océano Índico (Reunión, Francia) como parte del SRDCP, así como marcas de otros programas nacionales de marcado que se compartirán con el SRDCP.

En cuanto al marcado adicional, tras el Taller sobre el SRDCP de 2023 (ICCAT, 2023), se decidió reabrir el esfuerzo de marcado de marrajo dientuso, dando prioridad a las lagunas de conocimiento sobre la especie. Las principales zonas de interés para el futuro marcado son el Atlántico sudoeste y sudeste, así como otras zonas oceánicas que aún no se han cubierto por completo en el pasado. Otra prioridad es marcar grandes hembras adultas, señalando que hasta la fecha no ha sido posible. La gran mayoría de las hembras de marrajo dientuso capturadas en palangres pelágicos son juveniles, y esta falta de conocimiento sobre la distribución de las grandes hembras es una advertencia actual en términos de conocimiento, que encaja con las peticiones de la Comisión en la [Recomendación de ICCAT sobre la conservación del stock de marrajo dientuso del Atlántico norte capturado en asociación con pesquerías de ICCAT \(Rec. 21-09\)](#) y la [Recomendación de ICCAT sobre la conservación del stock de marrajo dientuso del Atlántico sur capturado en asociación con pesquerías de ICCAT \(Rec. 22-11\)](#). El plan para 2025 en relación con el marcado del marrajo dientuso es dedicar algunos esfuerzos en esas prioridades de marcado.

Movimientos y utilización del hábitat del marrajo sardinero en el océano Atlántico

En 2025, tras la sustitución de las marcas con problemas de batería, se prevé continuar con la colocación de las miniPAT disponibles en esta especie. Está previsto que el marcado lo realicen científicos de Estados Unidos y Noruega en el Atlántico norte.

Movimientos, líneas divisorias del stock y utilización del hábitat, y supervivencia tras la liberación del tiburón jaquetón, del tiburón oceánico, del marrajo carite, de los peces martillo, del zorro ojón y del tiburón azul en el océano Atlántico

Actualmente hay 46 marcas asignadas a esas especies, a saber, tiburón jaquetón, tiburón oceánico, marrajo carite, peces martillo, zorro ojón y tiburón azul. Se espera que sigan desplegándose a finales de 2024 y durante 2025 en diversas regiones del Atlántico y en función de las prioridades y oportunidades de marcado. Dado el éxito de la campaña de marcado realizada en 2024, el Grupo solicitó fondos para realizar nuevas campañas de marcado en 2025, priorizando estas especies, y las siguientes zonas: Atlántico ecuatorial y tropical; costa occidental africana; Atlántico suroccidental. Por lo tanto, se han planificado campañas de marcado específicas para tiburones adicionales para 2025, mientras que el marcado electrónico oportunista también continuará, dependiendo de las oportunidades de marcado en el marco de los programas nacionales de observadores y otros programas nacionales de marcado.

En cuanto al tiburón jaquetón, la cobertura actual en el Atlántico noroccidental es ahora buena, por lo que se están priorizando los esfuerzos futuros en otras regiones, especialmente el Atlántico oriental. En cuanto a los peces martillo, las dos zonas prioritarias actuales son el Atlántico sudoccidental y el Atlántico centro-oriental. Las especies tiburón oceánico (*Carcharhinus longimanus*) (OCS) y zorro ojón (*Alopias superciliosus*) (BTH) se están marcando de forma oportunista. En lo que respecta al tiburón azul, la inclusión de esta especie en la lista se decidió en el Taller sobre el SRDCP de 2023 (ICCAT, 2023), dando prioridad a las lagunas en los conocimientos sobre la especie, a saber, el marcado de hembras grandes y posiblemente grávidas en todo el Atlántico, el marcado en el Atlántico noroccidental y el Mediterráneo con el objetivo de determinar posibles vínculos entre dichos stocks, y el marcado en la zona alrededor de Sudáfrica a lo largo de la línea divisoria entre ICCAT y la Comisión del Atún para el Océano Índico (IOTC), también para mejorar los conocimientos en términos de estructura del stock.

Reproducción del marrajo dientuso en el océano Atlántico

Durante la Reunión intersesiones del Grupo de especies de tiburones de 2022 (en línea, 16-18 de mayo de 2022) (ICCAT, 2022) se debatió la oportunidad de continuar los estudios relacionados con la biología reproductiva del marrajo dientuso en el Atlántico norte. Los estudios se centrarán en el análisis hormonal para determinar el estado de madurez y reproductivo de la especie. El SRDCP ya tiene algo de experiencia con este análisis, que se ha realizado para el marrajo sardinero en el Atlántico norte. Lamentablemente, este estudio tuvo que detenerse debido a la pandemia de Covid-19 y la imposibilidad de llevar a cabo el muestreo. El estudio sobre las concentraciones de hormonas para el marrajo dientuso del Atlántico norte comenzó a finales de 2023. El estudio continuará en 2025, con el objetivo de incrementar el número de muestras y de obtener muestras de hembras maduras.

Bibliografia

- Coelho R., Carlson J., Natanson L., Rosa D., Mas F., Mathers A., Domingo A., Santos M.N. 2017. Shark Research and Data Collection Program: Progress on the age and growth of the shortfin mako in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT 73(8): 2842-2850.
- ICCAT. 2016a. Report of the 2015 ICCAT Blue Shark Data Preparatory Meeting (Tenerife, Spain, 23-27 March 2015). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 72 (4): 793-865.
- ICCAT. 2016b. Report of the 2015 ICCAT Blue Shark Stock Assessment Session (Lisbon, Portugal, 27-31 July 2015). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 72 (4): 866-1019.
- ICCAT. 2017. Report of the 2017 ICCAT Shortfin Mako Stock Assessment Meeting. (Madrid, Spain 12-16 June 2017). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 74(4): 1465-1561.
- ICCAT. 2022. Report of the 2022 ICCAT Intersessional Meeting of the Sharks Species Group (Online, 16-18 May 2022). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 79 (4): 61-132.
- Marquez R., Santos C., Semba Y., Rosa D., Jagger C., Forselledo R., Mas F., Domingo A., Sant'Ana R., Coelho R., and Gustavo Cardoso L. 2024. Preliminary results on the age and growth of the shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) in the South Atlantic Ocean. Document SCRS/2024/164 (withdrawn).
- Mas F, Cortés E., Coelho R., Defeo O., Forselledo R., Jiménez S., Miller P. and Domingo A. 2022. Shedding rates and retention performance of conventional dart tags in large pelagic sharks: Insights from a double-tagging experiment on blue shark (*Prionace glauca*). Presentation SCRS/P/2022/053.
- Rosa D., Mas F., Mathers A., Natanson L., Domingo A., Carlson J., Coelho R. 2017. Age and growth SCRS - Progress on the Atlantic-wide study on the age and growth of shortfin mako shark: progress report for SRDCP. Document SCRS/2017/051 (withdrawn).
- Rosa D., Mas F., Mathers A., Natanson L., Domingo A., Carlson J., Coelho R. 2018. Age and growth of shortfin mako in the South Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 75 (3): 457-475.
- Santos C.C., Domingo A., Carlson J., Natanson L.J., Travassos P., Macías D., Cortés E., Miller P., Hazin F., Mas F., Ortiz de Urbina J., Lino P.G., Coelho R. 2021. Movements, Habitat Use, and Diving Behavior of Shortfin Mako in the Atlantic Ocean. Front. Mar. Sci. 8:686343. doi: 10.3389/fmars.2021.686343.
- Semba Y., Takeshima H. 2023. Advances on the porbeagle (*Lamna nasus*) genetics study. Presentation SCRS/P/2023/088.
- Takeshima H., Tahara D., Semba Y. 2023. Population genomics reveal two species of porbeagle (*Lamna nasus*) in the Atlantic Ocean. Document SCRS/2023/156 (withdrawn).
- Cortés E., Arocha F., Beerkircher L., Carvalho F., Domingo A., Heupel M., Holtzhausen H., Santos M.N., Ribera M., Simpfendorfer C. 2010. Ecological Risk Assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. Aquat. Living Resour. 23: 23-34.
- Cortés E., Domingo A., Miller P., Forselledo R., Mas F., Arocha F., Campana S., Coelho R., Da Silva C., Hazin F.H.V., Holtzhausen H., Keene K., Lucena F., Ramirez K., Santos M.N., Semba-Murakami Y., Yokawa K. 2015. Expanded ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 71(6): 2637-2688.