

Estrategias y metodologías para la conservación de especies marinas pelágicas: pasantía Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos

Estudiante
Andrea Ocampo Londoño

Director
Felipe Ladino Archila

Codirectora
Lizette Irene Quan Young

Trabajo de Grado
En la modalidad de *Pasantía*

Programa de Biología
Universidad CES
Medellín
Junio 2023

Estrategias y metodologías para la conservación de especies marinas pelágicas: pasantía Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos

Andrea Ocampo Londoño

Resumen

En la actualidad, organizaciones internacionales como la ONU, la UICN, CITES, los gobiernos y otras entidades tienen el ojo puesto en los océanos. Se están destinando fondos para investigación en temas que ayuden a mitigar el cambio climático desde diferentes puntos y se cree que una gran parte de la solución se encuentra en la salud de los ecosistemas marinos. La fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos promueve la investigación, conservación y protección de los océanos, especialmente del SFF Isla Malpelo, ubicada en Colombia en el Pacífico Este Tropical (PET), junto con otras Áreas Marinas Protegidas que conforman el Corredor Marítimo del Pacífico Este Tropical (CMAR). Esta fundación realiza estudios que justifican la conectividad de las áreas marinas protegidas, entendiendo los procesos ecológicos y biológicos, priorizando la conservación de los ecosistemas y reforzando la relación que tienen estos con las actividades económicas marítimas y los servicios ecosistémicos que este ofrece a la humanidad. Durante la pasantía se realizó una publicación en el SIB Marino con datos de fauna de los montes submarinos de la dorsal de Yuruparí del pacífico colombiano, se adquirieron habilidades en temas relacionados con conservación marina en el proyecto de identificación de áreas de crianza de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, tanto en las actividades de captura, marcaje y liberación, como en la divulgación del proyecto con la comunidad de Jurubirá, un corregimiento de Nuquí, Choco, Colombia, zona en tierra más cercana a los puntos de muestreo. Se revisó una nueva metodología de fotometría acuática que se quiere emplear en el SFF Malpelo para identificar especies de peces y estimar su talla, se realizó la primera base de datos sobre este tema y se espera proponer luego de un análisis de datos una publicación en una revista indexada. Se fortaleció el conocimiento sobre ecosistemas marinos pelágicos y costeros a partir de literatura, artículos publicados por la fundación y otros investigadores, talleres y eventos realizados por otras organizaciones que trabajan con especies de interés como tiburones, rayas y quimeras del pacífico en Latinoamérica. A partir de los resultados se dan por cumplidos los objetivos propuestos para la pasantía y culminar con éxito el pregrado en biología.

Palabras clave: Áreas marinas protegidas, Áreas de crianza de tiburones, BRUVS, Montes Submarinos, Pacífico Este Tropical, *Sphyrna lewini*, Tiburones.

TABLA DE CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN	1
2. RESEÑA DE LA INSTITUCIÓN	2
3. OBJETIVOS	3
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4. LOGROS ALCANZADOS	4
5. DIFICULTADES	4
6. RESULTADOS	5
6.1 PUBLICACIÓN DE DATOS EN EL SIB MARINO COLOMBIA	5
6.2 PROYECTO: ÁREAS DE CRIANZA TIBURÓN MARTILLO <i>SPHYRNA LEWINI</i>	6
6.3 ACTUALIZACIÓN DEL ESTADO DE CONOCIMIENTO	12
METODOLOGÍAS APRENDIDAS.....	12
PROYECTOS DE CONSERVACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL CON OTRAS ENTIDADES	14
6.4 PRIMEROS PASOS PARA UNA PUBLICACIÓN EN UNA REVISTA INDEXADA	15
7. CONCLUSIONES	16
8. RECOMENDACIONES	17
9. ANEXOS	17
10. AGRADECIMIENTOS	18
11. BIBLIOGRAFÍA	18

1. Presentación

Los océanos cubren alrededor del 70% de la superficie del planeta tierra, están involucrados desde el primer momento en los ciclos biogeoquímicos como el ciclo del agua y el carbono, dándole paso a la vida y nuevas formas de vida a través del tiempo (Cicin-Sain, 2014). Al estar sometidos a diferentes condiciones ambientales y geológicas, en los océanos se han formado diversos ecosistemas marinos, muchos aún sin explorar, donde habitan múltiples grupos de organismos, tanto en las costas, como en aguas internacionales, en la columna de agua, en el fondo y en la superficie. Una cuarta parte de la proteína animal que se consume en el mundo proviene de los océanos y mares, se estima que alrededor de 3.2 mil millones de personas depende directa e indirectamente de estos como fuente de alimento y medio de vida. Además, es la fuente principal de oxígeno, gracias a los organismos fotosintéticos que habitan en la superficie, también juega un papel clave en la regulación de la temperatura y el clima del planeta (Bender et al., 2022; National Academies of Sciences, 2017).

Por estas y otras razones, la Organización de las Naciones Unidas ha propuesto “La Década de los Océanos” desde el 2021 hasta 2030, donde se cumplirán 10 desafíos que incluyen combatir la contaminación, mejorar las prácticas de pesca, proteger y restaurar los ecosistemas marinos, abordar soluciones al cambio climático basadas en los océanos, aumentar la investigación y la generación de datos acerca del océano, para fomentar una buena relación océanos – humanidad. Colombia hace parte de esta iniciativa y es un actor importante en la implementación de políticas a favor del océano, tiene el deber de ejercer gobernanza para desarrollar una economía sostenible y equitativa (Bender et al., 2022).

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad a nivel internacional, tanto en territorio continental como en territorio marítimo. Este último abarca entre el 44 - 47% del área total del país según el INVEMAR, cuenta con costas en el Mar Caribe y Océano Pacífico, donde han sido declaradas diferentes zonas para pertenecer al Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP- por sus características únicas (PNN, 2023). Para la correcta administración y gestión de estas áreas de alta importancia ecológica para el país, se ha asignado al Sistema de Parques Nacionales Naturales la autoridad, con apoyo de otras organizaciones. Existen 35 Áreas Marinas Protegidas entre el caribe y el pacífico, las cuales se distribuyen en tres categorías de manejo: 1) Parque Nacional Natural -PNN- ,2) Vía Parque -VP-; y 3) Santuario de Fauna y/o Flora -SFF-. Dentro de las AMP se destacan los ecosistemas costeros como manglares, pastos marinos y arrecifes de coral. Según Alonso & Corredor-Rubiano, 2020 el mayor esfuerzo de conservación en AMP se ha concentrado sobre la plataforma continental (≤ 200 m), que sólo equivale a 6 % de las aguas jurisdiccionales del país, dejando claro la necesidad de incrementar la investigación y conocimiento de los hábitats bentónicos profundos para incluirlos dentro del sistema, por ejemplo, los montes o montañas submarinas (Lizano, 2012).

Considerando lo mencionado anteriormente y la gran pasión que siento por los ecosistemas oceánicos y las especies que allí habitan, nace la necesidad de realizar una pasantía que uniera los conocimientos adquiridos en el pregrado de biología y abriera las posibilidades de unir a la Universidad CES con organizaciones que trabajen en estos temas. En este informe presento el trabajo realizado durante el segundo semestre del 2022, los resultados destacados y los desafíos que representan.

2. Reseña de la institución

La Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos es una organización no gubernamental y sin ánimo de lucro, creada en el año 1999 con el objetivo de trabajar y apoyar al gobierno de Colombia en la investigación, conservación y protección de los ecosistemas marinos. Su área de estudio se sitúa principalmente en la Isla Malpelo, ubicada en Colombia en el Océano Pacífico Oriental Tropical aproximadamente a 500 km al oeste del puerto de Buenaventura, Valle del Cauca. Fue declarada como área protegida por Parques Nacionales Naturales en el año 1995 por su alta y sensible biodiversidad, por la presencia de especies amenazadas que habitan o migran a la isla y sus alrededores. En 2006, la UNESCO designa el santuario como Patrimonio Natural de la Humanidad (Fundación Malpelo, 2023). Esta hace parte de las cinco áreas protegidas del corredor marítimo del Pacífico Este Tropical (PET), que tiene una extensión de dos millones de kilómetros cuadrados, desde Isla del Coco en Costa Rica hasta Las Islas Galápagos en Ecuador. Estas islas se encuentran dentro de la zona climática ecuatorial, cuentan con una alta productividad marina gracias a las características oceanográficas y complejos procesos geológicos, donde convergen múltiples corrientes marinas, que favorecen un alto de endemismo, formando ecosistemas únicos en el mundo (Bessudo et al., 2021; CMAR - Corredor Marino del Pacífico Este Tropical, 2023).

La fundación se ha dedicado al monitoreo de peces pelágicos que habitan en el SFF Malpelo, especialmente al monitoreo e investigación sobre el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), su especie insignia (**Figura 1**), que se encuentra en peligro crítico de extinción según la clasificación de la Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza - UICN -. Se ha registrado una disminución de su abundancia en Malpelo de aproximadamente el 73,3 % entre 2009 y 2019 (Bessudo-Lion & Ladino-Archila, 2021; López Garro, 2012) junto con otros reportes que han publicado en el resto de AMP cercanas, que se atribuye como consecuencias de la pesca incidental durante la pesca comercial de la zona, además del alto valor comercial que representan las aletas de tiburón en algunos mercados del mundo como el asiático (Chinacalle-Martínez et al., 2021). Por esta razón, han desarrollado en alianza con las AMP del PET estrategias de conservación que permitan disminuir las presiones a las que están sometidas las islas oceánicas, los montes submarinos, las áreas de crianza cerca a las costas y demás ecosistemas indispensables para la vida de las especies marinas (Chávez et al., 2020).

Para realizar los monitoreos la fundación implementa diferentes metodologías como censos visuales y BRUVS por sus siglas en inglés *Baited Remote Underwater Video*, cámaras

subacuáticas cebadas para fotoidentificación (Ladino et al., 2023), telemetría acústica y telemetría satelital en diferentes especies, siendo los tiburones martillos, *S.lewini*, la especie que tiene más individuos marcados hasta el momento. Esta información es de gran importancia ya que permite conocer las rutas, los tiempos que pasa cada individuo en una zona y como se conectan las AMP del Pacífico Este Tropical (Bessudo et al., 2011; Ladino Archila et al., 2021).

Los diferentes trabajos realizados por la fundación, los centros de investigación aliados y toda la información que se ha podido obtener de esta zona, con la participación activa de Costa Rica, Panamá y Ecuador, ha permitido que el gobierno de Colombia aumente en repetidas ocasiones el área protegida, que hoy, en el 2023 cuenta con 4.773.500 ha, lo cual se ajusta a uno de los objetivos que se plantea el país ante las Naciones Unidas sobre los Océanos, donde Colombia supera la meta de protección de océanos 30×30 ocho años antes de la fecha límite de 2030 (Fundación Malpelo, 2023).

Figura 1

Logo institucional Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.



3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Participar y conocer los procesos de investigación, gestión ambiental, divulgación científica y demás acciones realizadas dentro de la Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

3.2 Objetivos específicos

- Publicar datos de fauna encontrada en los montes submarinos por medio de observaciones con binoculares desde la embarcación y BRUVS durante expediciones realizadas por la fundación Malpelo en la plataforma SIB Marino Colombia.
- Participar en el proyecto Identificación de áreas de crianza de tiburón Martillo, *Sphyrna lewini*, durante la captura, marcaje, liberación y divulgación del proyecto con la comunidad.

- Actualizar el estado de conocimiento en temas de conservación de fauna marina asociada a la Isla Malpelo a partir de literatura, talleres y eventos en los cuales tiene presencia.
- Participar en la construcción de una publicación para una revista indexada.

4. Logros alcanzados

- Se adquirieron conocimientos sobre el papel de las organizaciones no gubernamentales y su trabajo junto con la autoridad ambiental, en este caso Parques Nacionales Naturales.
- Participación en el proyecto Áreas de crianza de tiburón Martillo, *Sphyrna lewini*, adquiriendo conocimiento sobre el área estudiada, la especie de interés, la metodología aplicada (telemetría acústica) y cómo se relaciona con la comunidad de Jurubirá. También hice parte de la intervención artística y la logística para llevar a cabo la actividad hecha en colaboración con el *Colectivo Florece*, como parte de la socialización del proyecto. Todas las actividades finalizaron con éxito.
- Estandarización de datos usando hojas de cálculo bajo el estándar Darwin Core (DwC), afianzando conocimientos sobre estas herramientas y garantizando la disponibilidad de datos para el dominio público.
- Se potenciaron habilidades en comunicación y organización laboral, al momento de participar en reuniones para definir tareas a realizar con el director Felipe Ladino, acuerdos con los encargados del SFF Malpelo de Parques Nacionales Naturales, el asesor directo del SIB Colombia y los otros investigadores participantes del WorkShop ISRA – Áreas de importancia para Tiburones y Rayas del Océano Pacífico del centro y sur de América- UICN.
- Se avanzó en conocimientos y destrezas de buceo autónomo como actividad indispensable de un investigador dentro de la Fundación Malpelo, realizando al tiempo el curso PADI *Rescue Diver* Certificación #23040I9714.

5. Dificultades

Durante la pasantía identifiqué que es de gran importancia saber aplicar herramientas de georreferenciación (SIG - sistemas de Información Geográfica), las cuales no están

disponibles dentro de la malla de biología. Se sugiere tomarla como electiva biológica, ya que la facultad si las ofrece dentro de la malla de ecología.

En campo pude notar la dificultad que existe para aplicar metodologías en el estudio de ecosistemas marinos, que al apoyarse de tecnología puede ser muy costosas como lo son las marcas satelitales y acústicas, además de las condiciones ambientales que se pueden presentar en el océano como fuertes lluvias y oleajes. Los hábitos que presentan los tiburones martillo también requieren un esfuerzo de muestreo mayor a comparación de otras especies que caían en la línea de pesca. También suele ser común la pérdida o el daño de equipos como el receptor de marcas acústicas, como pasó en el proyecto áreas de crianza donde se perdió el receptor ubicado en la zona de Guachalito.

6. Resultados

6.1 Publicación de datos en el SIB Marino Colombia

Se publicó una lista de chequeo en el SIB Marino Colombia, según los estándares del Darwin Core (DwC). Se presentó un listado de especies observadas en el monte submarino Bajo Navegador, el más somero de las 18 cadenas de montañas submarinas que se encuentran en la dorsal Yuruparí - Malpelo, área marina protegida del Pacífico Este Tropical (PET), a partir de cuatro expediciones realizadas en los años 2019, 2021 y 2022 por la Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos, donde participaron diferentes investigadores.

Las expediciones tenían como objetivo iniciar la exploración de la zona, dando inicio a la línea base de fauna y a la descripción de los ecosistemas asociados al monte. Las técnicas usadas para el monitoreo de fauna fueron: observaciones con binoculares desde la embarcación, para el registro de aves y mamíferos marinos; el uso de BRUVS (Baited Remote Underwater Video) para el registro de peces pelágicos (Cambra et al., 2021); y monitoreo de fauna desde el submarino tripulado DeepSea, para el registro de invertebrados, peces demersales y bentónicos. A partir de los datos obtenidos en cada expedición, se elaboró un listado de especies con la información taxonómica y el grado de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

El archivo se encuentra dentro de la plataforma del SIB Marino, como Lista de Chequeo/Checklist con los siguientes datos:

Título: Listado de especies del Monte submarino Bajo Navegador en el Distrito Nacional de Manejo Integrado de Yuruparí.

Publicado por: Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Autores: Bessudo S, Ladino F, Ocampo A, Muriel F, Cuellar A, Rojas E, Carvajal J.

Fecha: 18 de noviembre 2022

6.2 Proyecto: Áreas de crianza tiburón martillo *Sphyrna lewini*

El proyecto nació bajo la necesidad de crear estrategias de conservación que tenga en cuenta cada una de las fases de vida de la especie de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, que está catalogado como especie en Peligro Crítico de Extinción (CR) por la UICN, reconociendo que la mayoría de esfuerzos de conservación realizados por la fundación en el SFF Malpelo están dirigidos a los adultos de la especie, notando así el vacío y la importancia de proteger cada uno de los estadios. Después de analizar los datos obtenidos del marcaje de hembras grávidas con tags satelitales realizado en el SFF Malpelo en marzo de 2018, los resultados indicaron que las hembras se desplazaban hacia las costas colombianas del departamento del Chocó. Por medio de información que brindaron los locales, se marco al Golfo de Tribugá (Figura 2) como una zona donde caen constantemente en las líneas de pesca tiburones martillo o cachudas como lo llaman los pescadores. El Golfo de Tribugá se caracteriza por tener comunidades pequeñas a lo largo de la costa (Figura 3). En cuanto a sus mares, el aporte de nutrientes por parte de la desembocadura de los ríos más las surgencias de varias corrientes, hacen de esta, una zona muy productiva. Por esta razón se encuentra una alta presencia de la industria pesquera, especialmente de camarón y las consecuencias se han empezado a notar en el ecosistema, dicen los pescadores artesanales de la zona.

Figura 1

Mapa de desplazamiento de hembras de tiburón martillo en el Pacífico Este Tropical



Nota. Cada línea de color representa una hembra grávida marcada en el SFF Malpelo en el año 2018. El recuadro rojo corresponde al Golfo de Tribugá, área de importancia del proyecto.

Se identificó en la fase dos del proyecto que al frente de los morros de Jurubirá (**Figura 4A**) hay una mayor probabilidad de captura de individuos de tiburón martillo, además el receptor instalado en Morromico (**Figura 4B**) arrojó más datos de presencia de tiburones, meses después de marcarse. Durante la pasantía hice parte de la fase tres del proyecto, a finales de septiembre del 2022. Esta salida de campo se dividió en dos actividades principales: captura, marcaje, liberación de tiburones y divulgación del proyecto con la comunidad.

Marcaje de tiburones

Como resultado obtuvimos 7 individuos marcados con tags acústicos (**Tabla 1**) siguiendo la metodología propuesta en anexos (**Figura 5A y 5B**). Los tags acústicos para el marcaje fueron V9 2x-A69-1602 (7mm, 1.6gr) y V13-1X-A69-1602 (13mm, 6gr) de Vemco (**Figura 5C**) las cuales tienen una duración de 550 y 940 días, respectivamente. Se usaron los tamaños de marcas que mejor se ajustaban a la talla del individuo.

Figura 2

Ubicación de Jurubirá, área en tierra más cercana a los puntos de marcaje dentro del Golfo de Tribugá, donde se estableció la base de operación para la fase tres del proyecto y se realizó la divulgación con la comunidad.

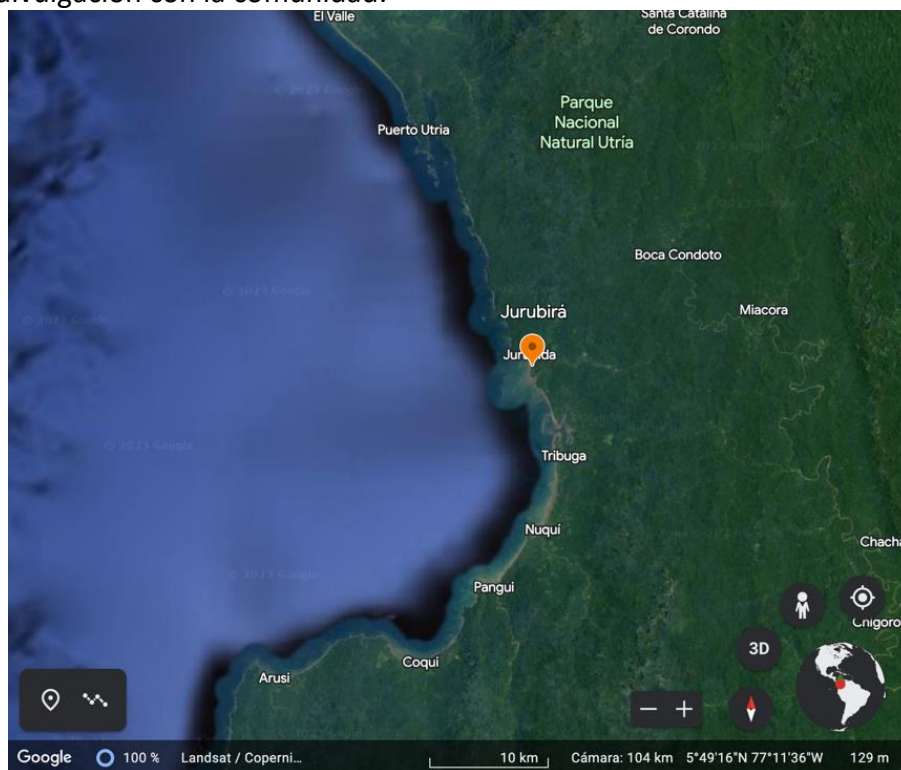


Figura 3

Zona de marcaje “morros de Jurubirá”



Nota. - Áreas de captura, marcaje y liberación de tiburones martillo. **A**- Morros frecuentados por los tiburones martillo al frente de las playas del corregimiento de Jurubirá **B**- Playa al frente de Morromico, una de las áreas donde se encuentra uno de los receptores acústicos que más señales ha captado durante el proyecto.

Tabla1

Tiburones martillo marcados en salida de campo fase tres

Especie	ID TAG	FECHA	SEXO	TALLA cm	SERIAL	ESTADIO
<i>S.lewini</i>	47535	26/09/22	Hembra	67	1382658	Neonato
<i>S.lewini</i>	47621	28/09/22	Hembra	72	1382744	Neonato
<i>S.lewini</i>	47617	29/09/22	Hembra	86	1382740	Juvenil
<i>S.lewini</i>	47611	29/09/22	Macho	68	1382734	Neonato
<i>S.lewini</i>	47620	29/09/22	Macho	73	1382743	Neonato
<i>S.lewini</i>	47524	29/09/22	Macho	86	1382647	Juvenil
<i>S.lewini</i>	33051	29/09/22	Macho	66	1152026	Juvenil

Figura 4

Captura, marcaje y liberación de tiburones martillo *Sphyrna lewini*



Nota. **A-** Octaviano, pescador perteneciente a Jurubirá con una línea de pocos anzuelos buscando la carnada que se usó en las faenas que se armaron para capturar a los tiburones. **B-** Felipe y Andrea turnándose la línea para encontrar carnada para la captura de tiburones **C-** Tag acústico de Vemco usado para rastrear a los tiburones **D** – Reanimación y liberación de tiburón martillo por Andrea.

Divulgación del proyecto con la comunidad

El **Colectivo Florece** está enfocado en resaltar la biodiversidad y la riqueza cultural del Chocó por medio del arte, la música y los bailes desde el año 2008. A partir del 2020 se creó un nuevo objetivo y es llevar el mensaje de respeto a todas las formas de vida, pasando de la ciencia al lenguaje común, para socializar temas ambientales con las comunidades de los corregimientos de Nuquí con el lema “educar para conservar” (**Figura 6A**). La intervención se realizó en Jurubirá (**Figuras 7A, 7B, 7C, 7D**) donde habita una comunidad de aproximadamente 500 habitantes, pertenece al municipio de Nuquí, del departamento del

Chocó, Colombia. Su único acceso es por el mar, por medio de lancha. La actividad se enfocó en el tiburón martillo, donde se socializó la importancia de los tiburones en los océanos, porque no significa una amenaza, ni debo atacarlo si me encuentro uno. También se le explicó a los pescadores como reanimarlos en caso de caer en la línea de pesca y devolverlos al agua. Contamos en que consiste el proyecto de marcaje de tiburones y la importancia de conservar esta especie que se encuentra en peligro crítico de extinción. Se hizo una invitación previa a la comunidad (**Figura 7A**). Se registraron algunos momentos de las diferentes actividades desarrolladas con la comunidad de Jurubirá (**Figuras 7A-7D**), donde se ve participando niños, jóvenes y adultos, miembros del colectivo florece y de la Fundación Malpelo, divulgación del proyecto (**Figuras 7B y 7C**) y demás actividades como recolección de basura (**Figura 7D**).

Figura 5

Imágenes tomadas durante las actividades con la comunidad



Nota. **A-** Anuncio **Colectivo Florece** para invitar a la comunidad de Jurubirá a la intervención artística y socialización del proyecto. **B -** Mural realizado por el colectivo y la comunidad. **C-**

Niño con su mascara de tiburón martillo luego de la socialización del proyecto. **D-** Dos niños participando de la jornada de recolección de basuras en las calles del pueblo.

Figura 6

Imágenes tomadas durante la intervención del Colectivo Florece



Nota. **A-** Integrante Fundación Malpelo y niño de la comunidad durante la actividad - **B-** Adultos y niños de la comunidad participando en la intervención. **C-** Niño pintando fachada de una de las casas. **D** – Wendy, miembro del Colectivo Florece dibujando atún especie de gran importancia del pacífico.

Todo sucedió en un espacio compartido, donde participaron niños, jóvenes y adultos. En total se realizaron tres murales, uno de tiburón martillo y otros de especies marinas que se encuentran en el golfo. Se pintaron 30 fachadas de casas en el interior y al borde del río.

Con los pescadores tuvimos charlas más extensas, donde nos contaron la cantidad de individuos que podían caer en sus líneas de pesca hace unos años, donde se identifica por ellos mismos la disminución de la población. Además se les entregaron unos anzuelos nuevos que no lastiman tanto a los tiburones, se explicó como reanimarlos y liberarlos en caso de caer en sus faenas de pesca. Los pescadores artesanales de la comunidad fueron piezas claves dentro del proyecto, ya que apoyaron la actividad de marcaje dando información sobre los puntos de pesca donde más se cae “cachuda”, como le llaman al tiburón martillo. El proyecto finalizará en el año 2023, el documento final se encuentra en construcción y pertenece a la Fundación Malpelo.

6.3 Actualización del estado de conocimiento

Durante la pasantía se compartió y buscó información sobre el Pacífico Este Tropical, de las especies valor objetivo de conservación del área protegida, como el tiburón martillo, las diferentes áreas marinas que se encuentran en este, que tipo de ecosistemas y las metodologías que se usan para el estudio de estos. Los BRUVS tuvieron gran relevancia durante la pasantía, ya que es una metodología que se está aplicando para el monitoreo del SFF Malpelo y el distrito de manejo integrado Yuruparí. También aprendí sobre la importancia de la comunicación con otros investigadores y otras organizaciones de diferentes países, para compartir conocimientos sobre las especies, ya que son migratorias. El workshop ISRA fue un espacio para conocer y hacer públicas las áreas de importancia para los tiburones, rayas y quimeras de Latinoamérica.

Metodologías aprendidas

Baited Remoted Underwater Video (BRUVS)

Las cámaras cebadas son una herramienta muy eficaz para tomar datos sobre presencia de especies en un lapso de tiempo más largo en comparación con otros métodos de muestreo como censos visuales con buceo autónomo. Además, permite avistar animales que no es posible capturar con otra metodología.

La estructura que se usó consiste en un triángulo metálico con una cámara en el centro y un recipiente donde se pone la carnada para atraer a la fauna. Estas estructuras se sumergen a 15 m y se sujetan a una boya la cual, a su vez, va sujeta a una línea principal, donde cada 200 m se sujeta un BRUV. Para hacer muestreo usando BRUVS en los montes submarinos fue necesario contar con un barco para llegar hasta el área de estudio (**Figura 8**).

Para el video se usaron cámaras subacuáticas Go Pro, configuradas en lente gran angular para abarca mayor área de video y en 1080p a 60 FPS, calidad optimizada para obtener mayor almacenamiento (aproximadamente 80 min de video por cámara), memorias SD con

mínimo 64GB de almacenamiento, cada cámara debe estar marcada para el procesamiento de los datos. Se tomaron las coordenadas del punto donde se lanzan las boyas con ayuda de un GPS y la hora en formato de 24 horas. Para el despliegue se identificó la cima del monte submarino y la dirección de la corriente para lanzarlos en una zona donde la corriente los arrastrara sobre la cima del monte. La línea se deja a la deriva tomando datos, se espera hacer varios lances en un solo día campo (Ladino et al., 2023).

Es importante resaltar que para aplicar esta metodología se debe contar con personal que esté capacitado para ejercer maniobras en una embarcación, otras encargadas de armar las estructuras, tomar los datos y preparar la carnada. Al momento de procesar la información, se deben organizar los archivos por carpetas por cámaras, con todos los metadatos tomados en campo. Durante la pasantía revisé en repetidas ocasiones horas de grabación de BRUVS lanzados por la fundación en sus expediciones a los montes submarinos.

Algunas de las especies de tiburones que se pudo identificar aplicando esta metodología son *sphyrna lewini* (Figura 9A y 9B) y *Carcharhinus falciformis*(Figura 9C y 9D).

Figura 7

Delimitación SFF Malpelo y Montes Submarinos

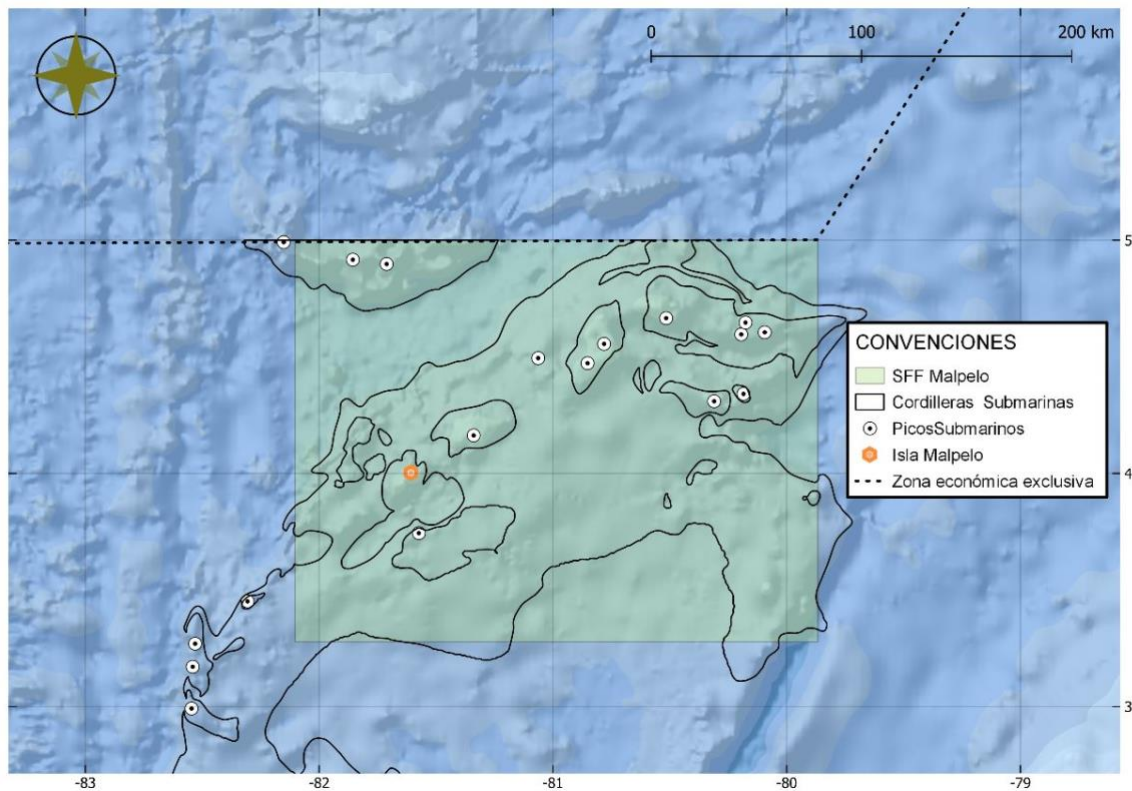
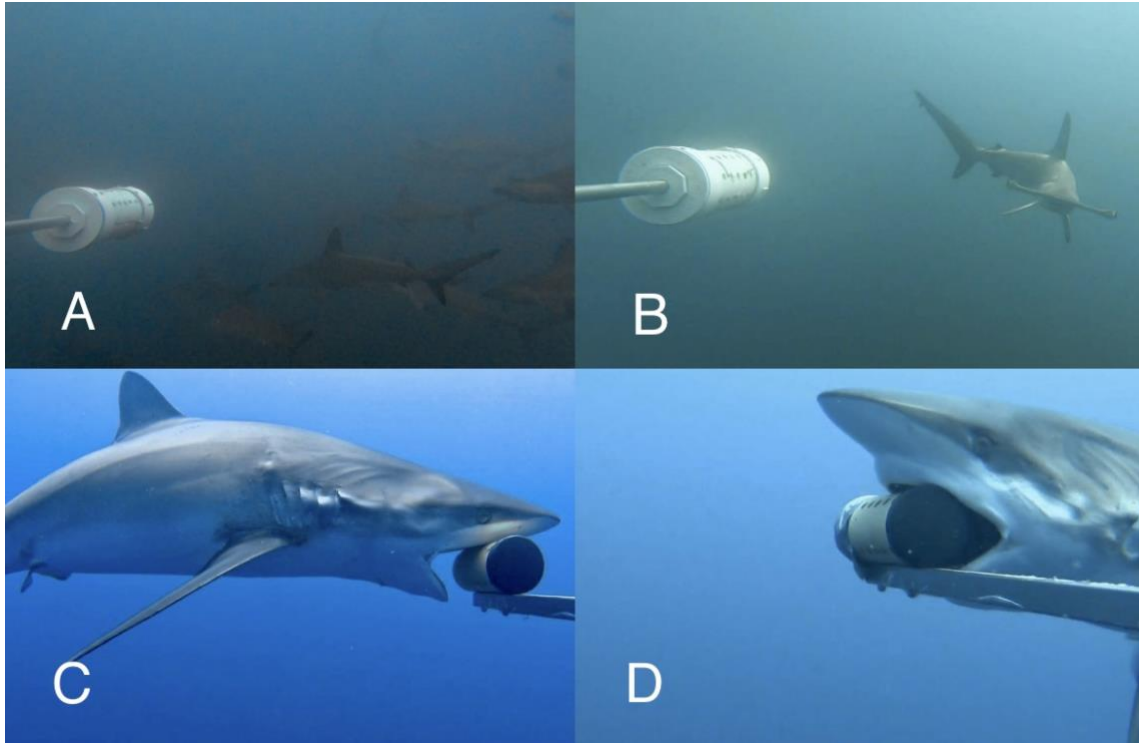


Figura 8

Tiburones encontrados en algunos BRUVS lanzados durante las expediciones



Nota. **A-** Escuela de tiburones martillo, *Sphyrna lewini* - **B-** Tiburón martillo *Sphyrna lewini*. **C-** Tiburón *Carcharhinus falciformis* mordiendo el tarro de carnada. **D** – Otro individuo de *Carcharhinus falciformis* mordiendo el tarro de carnada

Proyectos de conservación y gestión ambiental con otras entidades

Workshop ISRA: Áreas de importancia para tiburones y rayas. Región del Pacífico de Centro y Sur América.

Se realizaron los primeros talleres con investigadores de Colombia y otros países de Latinoamérica para concretar las áreas de importancia de la clase Chondrichthyes (tiburones, rayas y quimeras). Las reuniones fueron en Bogotá, el 3 al 7 de octubre de 2022 y contaba con transmisión online para las personas que no podían asistir presencialmente. Durante el evento se dictaron charlas dirigidas por expertos en tiburones de la UICN y se dieron a conocer los criterios establecidos para postular las áreas de importancia en el país, se dieron ejemplos de otras áreas de importancia establecidas para otros grupos de animales que resultaron exitosas, además se dio el espacio para que cada una de las mesas que se dividía por países diera el contexto de su región.

Para el pacífico colombiano se postularon en total cinco áreas: Bajo Baudó-Málaga, Gorgona-Sanquianga-Isla Ají, Golfo de Tribugá, Bahía Solano y Dorsal Malpelo.

Dorsal Malpelo fue aprobada a inicios del 2023 para ser parte de las áreas de importancia bajo los criterios ISRA. Por el momento se cuenta con un documento en borrador, que luego estará disponible en su sitio online <https://sharkrayareas.org/>

6.4 Primeros pasos para una publicación en una revista indexada

Durante la pasantía se hizo revisión de requisitos de algunas revistas indexadas para la publicación de artículos científicos o artículos de datos, con el propósito de mantener la información disponible al público y así fortalecer el conocimiento sobre el Pacífico Este Tropical.

Se quiere proponer una nueva metodología para integrar datos sobre las tallas de los peces de mayor tamaño como los tiburones y algunos peces óseos, para así comparar las tallas con los reportes que hay en la literatura y poder predecir a partir de esto si se encuentran en tallas normales para su especie, como indicador de salud del SFF Malpelo, ya que en la literatura se encuentra que los peces disminuyen sus tamaños cuando hay una fuerte presión pesquera.

Fotoidentificación y fotometría acuática

Se revisaron alrededor de 90 minutos de video tomados con equipo autónomo de buceo, hecho por investigadores de la fundación en el SFF Malpelo, para identificar especies de peces y estimar su talla a partir de fotometría acuática. Para tomar los datos se llevó una estructura metálica, con una cámara en el medio y un láser a cada lado. Para aplicar una correcta metodología, como la que se propone en (Rohner et al., 2015) el láser debe estar a 90º y el individuo debe estar paralelo a la cámara. Al no ser posible por las corrientes súbitas que entran a Malpelo, se separaron las imágenes de los individuos que se encontraban más cercanos a los 90º. Los datos se organizaron en una hoja de cálculo que incluye los metadatos: ID que corresponde a cada individuo, # de video, fecha, especie y para medir el tamaño se aplicó en una regla de tres (Longitud total de individuo x la distancia entre el láser 1 y 2 en cm/ distancia entre el láser 1 y 2 en pixeles), lo que daría como resultado la talla del individuo en centímetros (**Figura 10**).

La metodología requiere ajustes para tener unos datos más precisos y también un mayor esfuerzo de muestreo. Es de importancia tener un marco teórico muy sólido sobre las especies que se están midiendo y su tamaño teniendo en cuenta las fechas en las que se toman los datos y la biología de los peces, como sus tiempos de reproducción y migración. Se realizó la primera recolección de los datos y se evaluó su potencial para integrarlo como parte de las actividades de monitoreo que se realizan y hacer una publicación para

compartir los datos que se obtengan. La fundación suele publicar en la revista Biota Colombiana, que acepta artículos de datos.

Figura 9
Construcción base de datos tallas de peces SFF Malpelo

ID (año/mes/ind)	Foto	Nombre científico	Nombre Común	Distancia láser cm	Distancia láser pixeles	Longitud total pixeles	Longitud total cm
20220415		<i>Triaenodon obesus</i>	Jurón aleta blanca de arre	25	677,9	3491,99	128,78
20220416		<i>Seriola rivoliana</i>	Jack	25	520,43	2481,4	119,20
20220418		<i>Dermatolepis dermatolepis</i>	Mero cuero	25	809,15	2879,57	88,97

7. Conclusiones

El papel de los investigadores, las organizaciones no gubernamentales y la integración con las comunidades es clave en temas de gestión ambiental y conservación, para llevar a cabo proyectos uniendo esfuerzos económicos y de conocimientos con la autoridad ambiental y el gobierno, generando así un puente entre los ciudadanos, la ciencia y los tomadores de decisiones. Para una correcta gestión ambiental y articulación de los sistemas, es indispensable tomar datos usando métodos estandarizados, curarlos y publicarlos, para seguir alimentando fuentes oficiales de información como GBIF y SIB Colombia. Estos inventarios globales de biodiversidad permiten que otros investigadores puedan usar los datos en sus estudios y sacar el mayor provecho de estos, enriqueciendo el conocimiento cada vez más con diferentes análisis de la información. La tecnología y las nuevas formas de compartir información deben ser tomadas como un aliado para aplicar nuevas metodologías que nos permitan responder preguntas más allá de los métodos tradicionales.

Realizar esta pasantía me permitió conocer nuevas metodologías aplicadas alrededor del mundo por investigadores de especies pelágicas, que no son tan comunes de aplicar dentro de un pregrado debido a la lejanía del área de estudio y el alto costo que demanda. Reafirmé el compromiso que debemos tener con la conservación y protección de los ecosistemas marinos, la importancia de realizar investigación en lugares que aún no son conocidos y la importancia de estar articulados en las áreas económicas, sociales y ambientales. Considero que los desafíos propuestos por las Naciones Unidas no son tan acordes a la realidad política

y económica de un país como Colombia, pero es nuestro deber apuntar a cumplir los objetivos, plantear soluciones que estén acordes a lo que vivimos en nuestro país, fomentando un desarrollo económico que tenga en cuenta la biodiversidad y las comunidades que dependen directamente de ella.

8. Recomendaciones

Durante la pasantía pude evidenciar la cantidad de propuestas, eventos, fondos y demás actividades que se están destinando para la investigación y conservación de los ecosistemas marinos, al tiempo, durante mi paso por la facultad, he notado que cada vez más estudiantes están interesados en estos temas. Es de gran importancia fomentar las relaciones de la universidad con organizaciones que tengan proyectos de interés para los estudiantes, permitiendo hacer una buena conexión y juntar esfuerzos donde se beneficien ambas partes. Se recomienda a las organizaciones donde se realizan pasantías tener una fuente de financiación para los gastos que se puedan presentar en las actividades a realizar con el pasante. Es una gran oportunidad trabajar en los proyectos de investigación y aprender las metodologías que se aplican en campo. Se propone diseñar estrategias o convenios entre las universidades y las organizaciones para resolver los puntos económicos.

9. Anexos

Metodología aplicada para el marcaje acústico de tiburón martillo *Sphyrna lewini*

Para poner una marca acústica en un tiburón, primero se organiza la línea de pesca con anzuelos pequeños para atrapar a los peces que servirán como carnada para los tiburones (**Figura 5A y 5B**), luego se organiza el palangre con anzuelos en forma de jota o redondos, cada uno con carnada fresca, se deja boyado en un intervalo de 15 a 20 minutos máximo. Se recoge la línea evitando lastimar a los individuos atrapados. Una vez capturado el individuo se inmoviliza a un costado del bote, se remueve el anzuelo, si se extrae del agua se pone en una superficie húmeda, se toma la talla con una cinta métrica, se pone en posición ventral para confirmar sexo, se desinfectan las herramientas y con ayuda de un perforador, aguja e hilo implanta el tag en la aleta dorsal, la marca queda colgada como una especie de areta. Durante el procedimiento se debe hacer reanimación luego de un minuto de tener al individuo en la superficie del bote, esta consiste en introducir al animal de nuevo al agua, realizar movimientos hacia delante una y otra vez, para que circule agua por las hendiduras branquiales o agallas, así evitar que se seque y siempre se debe procurar realizar el procedimiento en el menor tiempo posible. Después de marcado o decidir no marcar, el animal es liberado (en la liberación se verificará su comportamiento). Deben ser tomados los tiempos de cada lance y las coordenadas exactas con ayuda de un GPS, todo debe quedar registrados en libreta de campo, con el ID de cada marca acústica usada, para ser organizado en la base de datos del proyecto.

10. Agradecimientos

Agradezco a la Fundación Malpelo, a la directora Sandra Bessudo por aceptarme como pasante y especialmente a Felipe Ladino por involucrarme desde el primer momento en todas las actividades de la fundación y acompañar mi proceso de aprendizaje. A la profesora Lizette Quan por aceptar ser codirectora de este trabajo y acompañarme durante el pregrado en todos los temas relacionados con biología marina. Al Colectivo Florece por la labor que se hizo en Jurubirá y su compromiso con las comunidades del Golfo de Tribugá. A Octaviano y demás pescadores de Jurubirá por la valiosa información que compartieron con nosotros, por los buenos momentos en las lanchas y ayudarnos en todo el proceso. También a mis hermanos por el apoyo que me dieron desde el primer momento que quise iniciar esta pasantía.

11. Bibliografía

- Alonso C., D., & Corredor-Rubiano, I. (2020). Contribution of the marine protected areas of the national natural park system to the Ecosystems representativeness of Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 49, 275–288. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2020.49.SuplEsp.1064>
- Bender, M., Bustamante, R., & Leonard, K. (2022). Living in relationship with the Ocean to transform governance in the UN Ocean Decade. *PLoS Biology*, 20(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001828>
- Bessudo, S., Soler, G. A., Klimley, A. P., Ketchum, J. T., Hearn, A., & Arauz, R. (2011). Residency of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) at Malpelo Island and evidence of migration to other islands in the Eastern Tropical Pacific. *Environmental Biology of Fishes*, 91(2), 165–176. <https://doi.org/10.1007/s10641-011-9769-3>
- Bessudo-LionS. & Ladino-Archila. F. (2021). *Reporte Técnico: Estado de las poblaciones de peces óseos y tiburones en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo*.
- Chávez, E. J., Arauz, R., Hearn, A., Nalesso, E., & Steiner, T. (2020). Asociación de tiburones con el Monte Submarino Las Gemelas y primera evidencia de conectividad con la Isla del Coco, Pacífico de Costa Rica. En *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN (Vol. 68))*.
- Chinacalle-Martínez, N., Arauz, R., Bessudo, S., Castro, M., Ketchum, J., & Peñaherrera-Palma, C. (2021). *Dinámica espacio-temporal del esfuerzo pesquero en áreas de manejo del Pacífico Mexicano y el Océano Pacífico Oriental Tropical*.

- Cicin-Sain, B. (2014, agosto 12). *Objetivo 14—Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible*. Naciones Unidas, Informe del Grupo de Trabajo Abierto de la Asamblea General sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- CMAR - Corredor Marino del Pacífico Este Tropical. (2023, febrero). *Qué es el CMAR*. <https://www.cmarpacifico.org/quienes-somos/que-es-el-cmar>
- Fundación Malpelo. (2023, febrero). *Nosotros*. Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos. <https://www.fundacionmalpelo.org/>
- Ladino, F., Cardeñosa, D., Bessudo, S., Cuellar, A., Muriel, F., Carvajal, J., Amariles, D., & Duarte, A. (2023). Monitoring of pelagic fauna of the seamounts of the Colombian Pacific using BRUVS. *Biota Colombiana*, 24(1). <https://doi.org/10.21068/2539200X.1103>
- Lizano, O. (2012). *Rasgos morfológicos alrededor de la Isla del Coco y de sus montes submarinos vecinos, Pacífico de Costa Rica*. <https://www.researchgate.net/publication/239693328>
- PNN. (2023). *Parques Nacionales Naturales de Colombia - SFF Malpelo*. SFF Malpelo. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/ecoturismo/parques/region-pacifico/santuario-de-flora-y-fauna-malpelo/>
- Rohner, C. A., Richardson, A. J., Prebble, C. E. M., Marshall, A. D., Bennett, M. B., Weeks, S. J., Cliff, G., Wintner, S. P., & Pierce, S. J. (2015). Laser photogrammetry improves size and demographic estimates for whale sharks. *PeerJ*, 2015(4). <https://doi.org/10.7717/peerj.886>