

**COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**  
**GRUPO DE TRABAJO AD HOC PERMANENTE SOBRE PLANTADOS**

**6ª REUNIÓN**

*(por videoconferencia)*  
12-13 de mayo de 2022

**DOCUMENTO FAD-06-02**

**PRUEBA DE PROTOTIPOS Y MATERIALES BIODEGRADABLES PARA LA PESQUERÍA  
SOBRE PLANTADOS DE ATUNES TROPICALES: INFORME DE AVANCES Y  
RECOMENDACIONES DEL PERSONAL**

Marlon Román, Jon Lopez, Martín Hall, Francisco Robayo, Nick Vogel, José Luis García<sup>1</sup>, Miguel Herrera<sup>2</sup>  
y Alexandre Aires-da-Silva

**ÍNDICE**

|   |    |
|---|----|
| 1. Resumen .....  | 2  |
| 2. Introducción.....  | 2  |
| 2.1. Fase 1: prueba de materiales degradables y no enmallantes bajo condiciones controladas .....                             | 5  |
| 2.2. Fase 2: prueba a gran escala de prototipos biodegradables y no enmallantes bajo condiciones<br>existentes de pesca ..... | 5  |
| 3. Objetivo .....   | 6  |
| 4. Plan de trabajo.....   | 6  |
| 4.1. Elección de los materiales de los prototipos para las pruebas.....   | 6  |
| 4.2. Identificación de empresas y buques dispuestos a colaborar .....   | 6  |
| 4.3. Construcción de NED experimentales .....   | 7  |
| 4.4. Diseño experimental.....   | 7  |
| 4.5. Monitoreo y seguimiento de plantados experimentales .....  | 8  |
| 4.5.1. Recolección de datos .....   | 8  |
| 5. Análisis de datos .....  | 10 |
| 5.1. Interacciones con objetos experimentales.....  | 10 |
| 5.2. Captura por lance .....  | 10 |
| 5.3. Condición de los NED.....  | 10 |
| 6. Resultados preliminares .....  | 11 |
| 6.1. Actividad e interacciones con objetos experimentales .....   | 11 |
| 6.2. Captura por lance .....  | 11 |
| 6.3. Condición de los NEDs .....  | 11 |
| 7. Retroalimentación del proyecto.....  | 12 |
| 8. Retos del proyecto.....  | 12 |
| 9. Trabajo futuro.....  | 13 |
| 10. Conclusiones y recomendaciones.....   | 15 |
| 11. Referencias .....   | 16 |

<sup>1</sup> Fundación para la conservación de atunes – TUNACONS

<sup>2</sup> Asociación de Grandes Atuneros Congeladores – AGAC

## 1. RESUMEN

El esfuerzo cerquero en la pesquería sobre dispositivos agregadores de peces (plantados) en el OPO ha aumentado constantemente desde principios de la década de 1990 debido a su eficacia en la captura de atunes tropicales que se agrupan bajo los plantados. Como sucede con la mayoría de los métodos de pesca, los plantados también pueden tener efectos negativos sobre las especies y los ecosistemas asociados mediante el enmallamiento de especies vulnerables (por ejemplo, tortugas marinas), la acumulación de desechos marinos y contaminación, y eventos de varamiento en hábitats vulnerables (por ejemplo, áreas de cría costeras). Para abordar estos posibles efectos, se le pidió al personal de la CIAT que presentara recomendaciones científicas que ayuden a la transición de plantados tradicionales a plantados biodegradables, los cuales se espera reduzcan dichos impactos. La Unión Europea le otorgó fondos a la CIAT para un proyecto de dos fases que incluyó experimentos con plantados no enmallantes biodegradables tanto en un ambiente controlado (Fase 1) como en condiciones de pesca en el mar en tiempo real (Fase 2). Durante la Fase 1, se determinó la selección de materiales biodegradables a utilizarse en la construcción de tres diferentes prototipos en la Fase 2. El plan de trabajo de la Fase 2 incluyó varias actividades como el diseño de prototipos de materiales no enmallantes y biodegradables (NED), la identificación de colaboradores y participantes, la construcción de los NED, el desarrollo y el acuerdo de un diseño experimental, el monitoreo y el seguimiento de los plantados experimentales, y la recolección y análisis de datos. Se sembraron un total de 715 NED (114 prototipo 1; 392 prototipo 2; 209 prototipo 3) junto con sus respectivas parejas de control para dar un total de 1,420 plantados experimentales. Se observaron valores similares en la captura por lance entre los NED y las parejas de control (NED = 34.0 t/lance, parejas de control = 31.2 t/lance; Tabla 1). La soga sumergida del prototipo estaba en mal estado, pero el resto de los materiales parecían estar en buenas condiciones después de un mínimo de dos meses en el mar. El prototipo 2 mostró estaba en buena condiciones después de al menos dos meses de tiempo de remojo. El diseño de NED del prototipo 3 fue el con el menos durable y, por lo tanto, se hicieron algunas modificaciones en colaboración con la flota para mejorar la durabilidad. Se describen las recomendaciones, conclusiones, acciones futuras, y lecciones aprendidas del personal a partir de la interacción positiva con la industria y los pescadores.

## 2. INTRODUCCIÓN

Durante décadas, los pescadores se han aprovechado del comportamiento de agregación de los atunes en torno a objetos flotantes (Watters 1999; Hall y Román 2013). En la década de los ochenta, los dispositivos agregadores de peces (plantados), objetos artificiales a la deriva construidos para atraer atunes, comenzaron a ser utilizados en el Océano Pacífico oriental (OPO) por la flota cerquera de atunes tropicales. A principios de la década de los noventa, la pesquería sobre plantados se expandió considerablemente y se convirtió en la manera más eficaz de capturar atunes tropicales en la región (Lennert-Cody y Hall 1999; IATTC 2019; Hall y Román 2013). Como resultado del uso de boyas satelitales con ecosonda que permiten el monitoreo remoto de su ubicación y de los niveles de biomasa de los atunes, la pesca sobre plantados se ha convertido en un método de pesca muy eficaz (tiempo de búsqueda limitado, pocos lances nulos) en las últimas décadas (Lopez *et al.* 2014; Lopez *et al.* 2016; Cillari *et al.* 2018). La pesca sobre plantados no es específica del OPO; actualmente, la mayoría de las capturas comerciales de atunes a nivel mundial se realizan sobre plantados (ISSF, 2022).

Los plantados se construyen usualmente en dos partes: una estructura superficial y una sumergida. El componente superficial proporciona flotación al plantado y convencionalmente se construye con bambú envuelto en redes de pesca viejas recicladas; se han añadido flotadores de plástico o marcos de PVC para aumentar la flotabilidad (Hall y Román 2013). Por lo general, el componente de flotabilidad se construye con materiales de color oscuro que evitan que otros buques los detecten y se espera que mantenga al plantado durante 6-12 meses, aunque la durabilidad depende de las condiciones ambientales en las que

opera la pesquería. Mientras que en algunas regiones la temporada de pesca se limita a 4-5 meses (por ejemplo, en Perú) y la industria acepta plantados que duran hasta seis meses, los pescadores en otras regiones (por ejemplo, al oeste de 110°O) prefieren plantados que duran alrededor de 9-12 meses.

El componente sumergido está compuesto de materiales que cuelgan en la columna de agua y con frecuencia incluyen redes de pesca viejas u otros materiales enmallados. Se cree que esta parte aumenta la naturaleza de atracción del objeto e impacta las velocidades de deriva (Minami *et al.* 2007; Satoh *et al.* 2007; Lennert-Cody *et al.* 2008; Hall y Román 2013). La profundidad de este componente parece haber aumentado en los últimos años, en particular en algunas áreas del OPO, donde se han reportado profundidades entre 70 y 90 metros ([FAD-05-INF-A](#)). Comúnmente, este componente alcanza los 30-40 metros de profundidad (Franco *et al.* 2012; Hall y Román 2013)).

Debido a que por lo general los plantados están hechos de materiales no biodegradables, su uso a menudo está ligado a varios posibles impactos ecológicos. Algunos ejemplos incluyen el enmallamiento de tiburones y tortugas marinas en el material enmallado del plantado (Franco *et al.* 2009; Hall y Román 2013; Filmlalter *et al.* 2013), la generación de desechos marinos y contaminación debido a plantados perdidos, abandonados o dañados, y los impactos en el hábitat debido a eventos de varamiento en zonas costeras (Maufroy *et al.* 2015; Sinopoli *et al.* 2019).

Además, es posible que la pesca sobre plantados aumente las tasas de captura incidental y de captura de atunes de tallas reducidas, incluidos los juveniles. No obstante, existen medidas de conservación para atunes tropicales (por ejemplo, resolución [C-21-04](#)) y el personal está llevando a cabo varios proyectos para tratar de reducir el impacto sobre los taxones capturados incidentalmente y la captura de tamaños no deseados de atunes ([IATTC-93-06a](#); SAC-13-01). Estos proyectos incluyen, entre otros, experimentos sobre la eficacia de las rejillas clasificadoras (documento [IATTC-94-04](#); Proyecto M.1.b) y el proyecto de ordenación dinámica de los océanos, que investigó en tiempo casi real áreas para maximizar la captura de especies objetivo, y minimizando al mismo tiempo los impactos sobre las tasas de captura incidental ([SAC-10 INF-D](#), Proyecto J.2.a).

Sin embargo, las iniciativas de evaluación y reducción de los impactos de utilizar plantados no biodegradables son, en general, más recientes tanto a nivel local como global. Por ejemplo, los primeros intentos de producción de objetos no enmallantes se llevaron a cabo en el Océano Índico y consistieron en una estructura tubular sumergida hecha de lona sintética (Delgado de Molina *et al.* 2006). Después, en 2012, Dagorn *et al.* sugirieron que se utilizaran materiales sin malla para la parte sumergida (por ejemplo, sogas) de los diseños de plantados o que se enrollara la red en bultos en forma de salchichas con el fin de reducir el riesgo de enmallamiento de tiburones. A pesar de que los registros de los observadores de la CIAT indican que el enmallamiento de tiburones rara vez se observa en el OPO, a la fecha no se ha llevado a cabo ningún experimento dedicado a cuantificar estos eventos. Por otro lado, los observadores han registrado con frecuencia el enmallamiento de tortugas en plantados, aunque las tasas de mortalidad son insignificantes y la tripulación debe liberarlas vivas rápidamente cuando sea posible (ver resoluciones [C-03-08](#) y [C-07-03](#)). En 2013, las OROP atuneras comenzaron a probar diseños experimentales de plantados para prevenir los enmallamientos de tortugas y tiburones y para minimizar los impactos ambientales generados por desechos contaminantes y no degradables ([ICCAT-13-01](#); [IOTC-13/08](#); [C-13-04](#)). Recientemente, se han llevado a cabo varias iniciativas regionales (o todavía están en marcha) para probar plantados biodegradables a gran escala y en condiciones de tiempo real (ISSF 2020; Zudaire *et al.* 2021). Por ejemplo, la Fundación para la Conservación de Atunes (TUNACONS, Tuna Conservation Group), un consorcio de empresas atuneras ecuatorianas, desarrolló en el OPO ensayos con fibras naturales en condiciones controladas y probó decenas de estos plantados en condiciones actuales de pesca (TUNACONS, 2018). De manera similar, el 20% de los más de 1,000 plantados sembrados por la flota de TUNACONS se han construido voluntariamente con materiales biodegradables desde 2021 ([TUNACONS-](#)

[EcoFADs](#)). Un consorcio de la UE ha sembrado alrededor de 1,000 plantados en el Océano Índico y hay otras iniciativas en vigor en el Océano Atlántico y en el Océano Pacífico occidental y central (Zudaire *et al.* 2018; Moreno *et al.* 2018c; ISSF 2020; Zudaire *et al.* 2021). Además de estos esfuerzos, se ha probado una nueva iniciativa de plantados no enmallantes, degradables, innovadores y sencillos con el objetivo de extender la durabilidad de sus componentes reduciendo la velocidad de deriva y evitando el arrastre de la estructura a causa del viento y las olas; dicha iniciativa ha dado resultados alentadores en distintos océanos (Moreno *et al.* 2021).

Otro objetivo de estas iniciativas es obtener una mejor comprensión de la naturaleza y la implementación de lo que se debería considerar un plantado biodegradable, incluyendo estándares para los materiales y la construcción, ya que el uso de materiales biodegradables puede estar sujeto a ciertos requisitos y especificaciones (Zudaire *et al.* 2018). En este sentido, Zudaire *et al.*, (2021) sugirieron que una definición estandarizada de plantados biodegradables debería considerar, entre otras cosas, los estándares internacionales, el marco regulatorio, las condiciones mínimas requeridas para los materiales, y si el término 'biodegradable' debería aplicarse a los materiales como tal o al producto final (es decir, el plantado en su totalidad). Sin embargo, actualmente no existe una definición unificada entre las OROP atuneras, aunque se han propuesto definiciones tentativas que toman en consideración los elementos mencionados anteriormente (ver Zudaire *et al.* 2021 para más detalles).

En términos de materiales, los científicos y los pescadores siempre han identificado al bambú como una de las principales alternativas para una estructura superficial amigable con el ambiente (Hall y Román 2013). El bambú es abundante en todo el mundo y no es contaminante, además de que su durabilidad en el mar podría mejorarse a través de tratamientos naturales (Razak *et al.* 2005; 2008). En cuanto al componente sumergido del plantado, se han explorado y probado varias fibras vegetales distribuidas en todo el mundo, ya sea como un sustituto de redes para evitar el enmallamiento de especies o para mejorar la cohesión de la estructura. La fibra de abacá (*Musa textilis*) se ha utilizado para múltiples propósitos desde principios del siglo XX (Saragih *et al.* 2018). En los últimos años, se ha sugerido su potencial como material biocompuesto sustituto del plástico o material de interacción en sistemas compuestos que por tradicionalmente utilizan fibras plásticas; esto debido a su notable resistencia al desgarro (Saragih *et al.* 2018; Valášek *et al.* 2017; Karlsson 2007). El uso de la fibra de algodón (*Gossypium spp.*) se remonta a siglos atrás con múltiples aplicaciones (Mwaikambo 2006). Su resistencia en ensayos marinos ha sido probada por sí sola o con otras fibras naturales, lo que ofrece información sobre su uso potencial en la pesquería atunera cerquera del OPO (Lopez *et al.* 2019). De manera alternativa, los materiales plásticos biodegradables pueden ser una opción a considerar en el futuro siempre y cuando cumplan con los estándares de biodegradación marina (Zudaire *et al.* 2021).

En el OPO se han realizado importantes esfuerzos para reducir los enmallamientos en los plantados, entre ellos, el prometedor potencial mostrado por algunos materiales biodegradables y no enmallantes y algunas iniciativas en torno a pruebas con materiales de origen natural (TUNACONS, 2018, Lopez *et al.*, 2019). Sin embargo, a la fecha no se han realizado en el OPO pruebas a gran escala en el mar monitoreadas científicamente con diseños de plantados hechos enteramente de bambú, algodón, abacá u otro material biodegradable.

En 2015, y siguiendo la resolución [C-15-03](#), se le solicitó al personal de la CIAT presentar recomendaciones sobre el uso de materiales biodegradables para mitigar el enmallamiento de especies y reducir los desechos marinos. Debido a esto, la Unión Europea le otorgó a la CIAT fondos (subvención EU-7592) para un proyecto de dos fases que incluyó experimentos controlados y en el mar con plantados no enmallantes biodegradables. Los fondos para el primer proyecto (Fase 1) se otorgaron en julio de 2015 y los fondos para el segundo proyecto (Fase 2) en diciembre de 2017.

## **2.1. Fase 1: prueba de materiales biodegradables y no enmallantes bajo condiciones controladas**

Durante la Fase 1, llevada a cabo en 2016-2017, los científicos probaron materiales no enmallantes y biodegradables (NED) y diseños bajo condiciones controladas en el Laboratorio de Achotines de la CIAT en Panamá en un experimento con tres réplicas. Se construyeron tres prototipos de NED, todos ellos con bambú para el componente superficial. Cada diseño utilizó diferentes componentes submarinos: hojas de palma (prototipo 1; Figura 1-A), mitades de bambú en forma de rejilla (prototipo 2; Figura 1-B) y lona de algodón (prototipo 3; Figura 1-C). Todos los prototipos incluían cocos en dos bolsas hechas de henequén (una fibra vegetal) para aumentar la flotabilidad. Las dimensiones de estos prototipos eran de 20.4 m de profundidad, 3.0 m de largo y 1.0 m de ancho. Los NED se anclaron aproximadamente a 0.5 millas de la costa y estaban separados por alrededor de 0.1 millas de distancia. El nivel de deterioro de los materiales fue monitoreado por buzos cada dos semanas. Debido a inesperadas condiciones adversas del mar en Achotines, se llevó a cabo otro experimento con tres réplicas en condiciones de mar más tranquilas. Sin embargo, los diseños fueron ligeramente modificados y consistieron en dos prototipos con el mismo componente flotante y dos componentes sumergidos distintos, uno con cañas de bambú (prototipo 4; Figura 1-D) y el otro con lona de algodón (prototipo 5; Figura 1-E). En esta segunda prueba, se incrementó el número de ranuras en la lona para evitar desgarros prematuros (Figura 1-C). Los protocolos de siembra y monitoreo fueron los mismos. Los resultados mostraron que el prototipo 4 se mantuvo a flote por más tiempo que los otros prototipos (rango = 46-65 días, promedio= 55 días), seguido por el prototipo 5 (rango = 49-61 días, promedio= 53.3 días).

Con base en estos resultados, la CIAT, TUNACONS y la Asociación de Grandes Atuneros Congeladores (AGAC) organizaron un taller interregional en octubre de 2017. Expertos científicos de organizaciones pesqueras en otros océanos, junto con partes interesadas y pescadores regionales, se reunieron para discutir los resultados de la Fase 1. También se discutieron el uso potencial de nuevos materiales probados en experimentos independientes implementados por la flota y otras iniciativas que se están evaluando alrededor del mundo bajo condiciones existentes de pesca. Los participantes del taller acordaron que algunos materiales probados en la Fase 1, tales como el bambú y la lona de algodón, deben considerarse para experimentos en condiciones de pesca en tiempo real en lugar de en condiciones controladas, pero que también se deben probar materiales alternativos como la madera balsa, la lona y las sogas hechas de fibras de abacá para mejorar la flotación y la durabilidad de los NED hasta por 6-12 meses. Como resultado, se desarrollaron y aprobaron una serie de diseños de NED entre empresas y pescadores que participaron en la Fase 2 (ver más abajo para más detalles) donde el objetivo era probar los NED experimentales en condiciones existentes de pesca.

## **2.2. Fase 2: prueba a gran escala de prototipos biodegradables y no enmallantes bajo condiciones existentes de pesca**

La Fase 1 del trabajo en Panamá, junto con iniciativas emprendidas en otros océanos, proporcionó información de referencia para diseños eficaces de NED. Sin embargo, obtener materiales biodegradables durables para los NED en condiciones reales de pesca, en lugar de un ambiente controlado, ha sido un reto a nivel mundial. A fin de ayudar a resolver estos retos, la UE otorgó fondos adicionales (subvención EU-7592) para llevar a cabo una segunda fase enfocada en una prueba a gran escala de materiales biodegradables y prototipos en conjunto con la flota pesquera.

Las discusiones durante el taller interregional permitieron aprobar finalmente los diseños para el componente superficial y el componente sumergido, aunque la flotación eficaz y los materiales biodegradables que conservan las características no enmallantes fueron motivo de preocupación. Idealmente, los NED deberían mantenerse a flote y mantenerse unidos por hasta un año, pero una duración de 6 meses aún puede resultar útil para algunas flotas y áreas. Además de la durabilidad, los NED fueron diseñados en consulta con la industria pesquera para considerar materiales rentables, de alta

disponibilidad y fáciles de manipular a bordo de los buques. Para implementarse a gran escala, los NED también deben ser atractivos para los atunes y, de ser posible, tener patrones de deriva similares a los de los plantados tradicionales.

Aunque la Fase 1 no produjo resultados satisfactorios de durabilidad, sí proporcionó información definitiva sobre algunos materiales. Por ejemplo, se eliminaron componentes como hojas de palma, henequén y otras fibras vegetales, paños y cocos debido a su durabilidad, costo y necesidades de procesamiento. En cambio, el uso de bambú, madera balsa y lona de algodón recibió retroalimentación positiva y estos materiales se convirtieron en la opción predominante de materiales en la Fase 2. La Fase 1 también ayudó a demostrar que el uso de materiales biodegradables en los plantados puede ser tan eficaz como el nylon para atraer atunes. Los resultados de esta Fase 1 también fueron fundamentales para promover el uso de materiales biodegradables en los plantados entre la comunidad pesquera. La Fase 2 tiene como objetivo promover y facilitar estas conversaciones entre científicos, la industria pesquera y otras partes interesadas sobre la idoneidad de utilizar otros materiales amigables con el ambiente para la construcción de plantados. A continuación, se detallan la motivación principal, el plan de trabajo y el diseño experimental, incluyendo los protocolos de recolección de datos y de monitoreo, así como los resultados preliminares de la Fase 2.

### **3. OBJETIVO**

El objetivo de la Fase 2 es desarrollar y probar NED a gran escala espacial bajo condiciones actuales de pesca. Los NED deberían tener las siguientes características:

- Durabilidad de al menos 6 a 12 meses y degradación sin efectos perjudiciales para el medio ambiente. Características de construcción no enmallantes logradas en la Fase 1.
- Rendimiento similar a los plantados tradicionales con respecto a la atracción y retención de atunes (es decir, eficacia pesquera).

### **4. PLAN DE TRABAJO**

La Fase 2 consiste en las siguientes actividades:

#### **4.1. Elección de los materiales de los prototipos para las pruebas**

Aunque el taller interregional proporcionó directrices sólidas sobre el uso de diseños y materiales para la construcción de NED, fue necesario explorar opciones adicionales para la construcción de NED mejorando la flotación y la durabilidad de los materiales, en particular los tratamientos potenciales para el bambú y la lona de abacá/algodón. Se contrató a un coordinador local para asegurar el funcionamiento correcto del programa, incluyendo la difusión de información y la coordinación con el personal científico de los socios del proyecto, quien llevó a cabo algunas pruebas de durabilidad con materiales como la abacá, el bambú y la madera balsa. Se realizaron visitas de campo así como entrevistas presenciales y comunicaciones en línea con los participantes del proyecto para promover el intercambio de ideas sobre flotación, antiincrustación y durabilidad. Para esta última, se eligió la manteca animal para aplicarse en las sogas y en la lona de abacá, aunque también se exploraron otros tratamientos (por ejemplo, caucho natural). Con base en toda la información anterior, así como en los resultados de iniciativas similares en todo el mundo (Moreno y Restrepo 2018; Moreno *et al.* 2018a,b; Zudaire *et al.* 2018) se eligieron tres prototipos definitivos de NED (Figura 2). El principal componente de fibra natural de los prototipos 1 y 2 de NED consistió en abacá, mientras que el algodón fue el principal componente de fibra natural del prototipo 3 (ver la Figura 2 para detalles sobre las dimensiones y componentes de los prototipos).

#### **4.2. Identificación de empresas y buques dispuestos a colaborar**

TUNACONS y la Asociación de Grandes Atuneros Congeladores (AGAC) son dos organizaciones atuneras

compuestas por cinco y nueve grupos de empresas, respectivamente. Armadores de ambas organizaciones expresaron su interés en participar en el experimento, lo que resultó en 31 buques de TUNACONS y 14 de AGAC. Ambas organizaciones pesqueras se comprometieron con el proyecto por medio de Memorándums de Entendimiento (MdE) detallados firmado en diciembre de 2018. Las responsabilidades de todos los participantes, las empresas, las tripulaciones pesqueras se describen en dichos MdE. La selección del tipo de NED que debe utilizar cada buque fue determinada por cada empresa, pero el personal de la CIAT recomendó un equilibrio entre prototipos para mantener un diseño experimental sólido. Como resultado, TUNACONS seleccionó exclusivamente los prototipos 1 y 2 mientras que AGAC seleccionó el prototipo 3.

#### **4.3. Construcción de NED experimentales**

La identificación de los constructores de NED y de los proveedores de materiales para los tres prototipos (Figura 2) fue clave para la estandarización de los NED. Para evitar diferencias de calidad y técnicas en los materiales, estos se obtuvieron de proveedores seleccionados por las organizaciones participantes (AGAC, TUNACONS) y el personal de la CIAT. Además, los prototipos de NED fueron construidos en lugares con condiciones similares para asegurar, en la medida de lo posible, la estandarización. Debido a los crecientes costos asociados a la construcción de NED y al deseo de maximizar el número total de NED en los experimentos, las organizaciones participantes acordaron cubrir la mitad de los costos de los materiales (ver Figura 3 para más detalles), y la totalidad de los costos de los equipos electrónicos asociados a los NED (por ejemplo, boyas satelitales con ecosonda y sus respectivas tarifas de conexión y transferencia de datos), lo que cubrió aproximadamente el 85% de los costos totales del proyecto (suponiendo \$1,000 USD por boya de NED y \$15 USD/mes por una tarifa de transmisión de un año).

En un intento de evitar el deterioro de los NED por almacenamiento prolongado y para asegurar que la estacionalidad fuera un componente del diseño experimental, la construcción y la entrega de NED se llevó a cabo de manera trimestral. Ambas organizaciones pesqueras negociaron y acordaron las estrategias de compra, adquisición de materiales y construcción de forma independiente, ya que cada organización tenía necesidades logísticas únicas (Figura. 2).

#### **4.4. Diseño experimental**

El número total de prototipos por buque, temporada y proyecto se determinó después de revisar el presupuesto y restringiendo el financiamiento y el esfuerzo externos a niveles razonables, al mismo tiempo que se construía el número máximo de NED que preservaría la calidad estadística del proyecto. Esto era importante debido a la proporción relativamente baja de visitas y de lances sobre objetos sembrados por la pesquería. Como tal, se apuntó a un total de 796 NED (199 por trimestre) para las pruebas en el mar. El número de objetos flotantes experimentales sembrados por cada buque es específico por capacidad (en toneladas métricas, mt) de la siguiente manera:

1. Buques > 1200 mt: 20 NED/año, 5 por trimestre;
2. Buques <=1200 y >363 mt: 16 NED/año, 4 por trimestre;
3. Buques <=363 y >182 mt: 12 NED/año, 3 por trimestre; y,
4. Buques <=182 mt: 4 NED/año, 1 por trimestre.

Los NED fueron acompañados de siembras de un plantado tradicional (pareja de control) en un radio de 10 a 15 millas. Todos los objetos flotantes experimentales (es decir, los NED y los plantados tradicionales) se sembraron con boyas satelitales y marcas metálicas de colores con números de serie únicos tanto en la balsa como en las boyas (Marcas verdes N-0001 a N-0796 para los NED; Marcas rojas T-0001 a T-0796 para las parejas de control). Los números de serie fueron proporcionados al observador para un seguimiento y monitoreo eficaces (Figura 4).

El área de siembra fue seleccionada por el armador o el capitán del buque, pero siempre fue al este de 130°O. El personal de la CIAT alentó a que se hicieran resiembras mínimas, pero reconoce la estacionalidad y las prácticas pesqueras habituales de la flota. Como tal, en ciertas ocasiones (por ejemplo, después de la temporada de pesca de Perú), se les permitió a los buques recuperar los objetos de un caladero no adecuado y resembrarlos en un área más conveniente siguiendo las reglas y los requisitos para el marcado de objetos. A fin de cubrir la parte de la siembra de objetos experimentales por buques durante un periodo de veda, se acordó con los participantes una política de siembra flexible. Mientras un buque acataba una veda, sus siembras podían ser realizadas por otros buques de la misma empresa, siempre y cuando los objetos experimentales sembrados, así como sus respectivas marcas metálicas y boyas satelitales, pertenecieran al propietario original (es decir, los buques que estaban acatando la veda). En estos casos, se pidió a los buques que sembraran objetos experimentales de otros buques al final del viaje para reducir el tiempo potencial de interacción entre las siembras y los propietarios originales.

El número de objetos experimentales en los proyectos, así como el resto del diseño experimental, fue desarrollado por el personal de la CIAT con el apoyo de los participantes del taller y las organizaciones pesqueras.

#### **4.5. Monitoreo y seguimiento de plantados experimentales**

Como se mencionó anteriormente, los NED y las parejas de control se sembraron con marcas metálicas con códigos alfanuméricos únicos que se adhieren tanto al objeto flotante como a la boya asociada. Se elaboraron directrices y material visual (es decir, carteles, Figura 11) para capacitar a los observadores y a los participantes del proyecto sobre cómo utilizar adecuadamente las marcas metálicas y las boyas satelitales en cada interacción, incluyendo las siembras y los reemplazos de las boyas. Por ejemplo, la pareja de control debería tener, siempre que sea posible, dimensiones similares, y la marca y el modelo de la boya satelital deberían ser los mismos que los del NED. Esto permite ser consistentes y facilita las comparaciones. Cuando las boyas satelitales se cambian después de una interacción con los objetos, el personal de la CIAT solicitó utilizar, cuando sea posible, la misma marca y modelo de boya satelital. Del mismo modo, las etiquetas metálicas en las boyas y los objetos siempre deben coincidir; es decir, que cualquier reemplazo de boya debe ir acompañado de un subsiguiente reemplazo de marca.

Se crearon formularios de recolección de datos específicos (es decir, el Registro de objetos flotantes complementario, ROF-C; Figura 5, ver detalles abajo) e instrucciones para los observadores y, en situaciones donde no haya observadores, para capitanes y tripulación pesquera de la flota de TRIMARINE (NPR-TS; Figura 6a) y para cualquier otra flota (RNC-NO; Figura 6b). También se creó una dirección de correo electrónico específica para recibir datos y preguntas sobre el proyecto que puedan tener los participantes. Las partes interesadas y las organizaciones pesqueras también recibieron la documentación y carteles con la metodología, los objetivos, las expectativas y las responsabilidades de los participantes del proyecto para familiarizarse con el protocolo y los requisitos específicos del proyecto. De manera similar, los observadores recibieron capacitación por parte del coordinador local y de personal de otras oficinas regionales. Se han llevado a cabo talleres de manera regular con capitanes para informarlos sobre el desarrollo del proyecto y para responder a cualquier consulta que pudieran tener acerca del funcionamiento y los resultados preliminares, incluyendo conceptos clave sobre el monitoreo y seguimiento de objetos experimentales, las tasas de captura preliminares y estimaciones de durabilidad. Se creó una base de datos específica para el proyecto, que está ligada a la base de datos de observadores principal de la CIAT utilizando información detallada de los objetos e información básica de los viajes.

##### **4.5.1. Recolección de datos**

La información sobre la degradación y la condición de los NED a lo largo del tiempo para el componente

flotante y al componente sumergido se recolecta en un formulario específico (ROF-C; Figura 5). La condición de cada componente se categoriza como excelente (1); muy buena (2); buena (3); regular (4); mala (5), y muy mala (6). El observador también puede registrar en el formulario cuando se haya sustituido un componente específico del NED. Cada NED registrado en el formulario ROF-C es único y se identifica con la marca metálica y la combinación de los siguientes atributos: el número de identificación del viaje, el número de identificación del objeto flotante y el número de veces que se encontró el NED. Estos atributos también se registran en el formulario principal de registro de objetos flotantes (es decir, Registro de objetos flotantes, ROF; Figura 7), y por lo tanto, se utilizan para vincular ambos formularios en la base de datos. El ROF regular se utiliza para obtener datos NED específicos no incluidos en el ROF-C. Estos campos de datos incluyen fecha, hora y ubicación de la interacción con el NED, información sobre el origen del NED (es decir, NED propiedad de un buque, NED de un buque diferente, etc.), información de captura de especies objetivo y no objetivo, e información relacionada con el código de identificación de la boya satelital. Todos los datos se incorporan a la base de datos una vez que se termina el viaje de pesca y se lleva a cabo la reunión informativa con el observador.

Aunque es poco frecuente, ha habido casos en los casos que el observador no estaba presente a bordo para recolectar la información del NED. En estos casos, se espera que los capitanes se comuniquen y envíen toda la información al personal científico de la CIAT a través de la dirección de correo electrónico creada específicamente para el proyecto. Se espera que los capitanes envíen esta información al final del día de pesca para que el personal de la CIAT pueda incorporarla a la base de datos antes de que finalice el viaje. Todos los datos se comprueban en busca de posibles errores mediante rutinas informáticas específicas.

La información recolectada por los observadores de los programas nacionales de observadores ha sido remitida a la CIAT tradicionalmente una vez al año, lo que causaría considerables retrasos en la recolección de datos del proyecto y evitaría completar los análisis a tiempo. Para mitigar este retraso, el coordinador local del proyecto entrevista en persona a los observadores de los programas nacionales de observadores o se coordina con ellos por correo electrónico o por vía telefónica y solicita copias del ROF y ROF-C por adelantado (es decir, copias escaneadas, imágenes). Esta información se agrega a la base de datos específica tan pronto como sea posible. Los informes ROF y ROF-C de los observadores de buques no participantes también se incluyen en el estudio y mejoran las comparaciones cuantitativas finales de los objetos experimentales por periodo de tiempo y área. Toda la información sobre la pareja de control solamente se registra en el formulario convencional de registro de objetos flotantes (es decir, ROF). Esta información también se les solicita a los observadores y a los programas nacionales tan pronto como se completa el viaje; el coordinador del proyecto accede a ella y la valida por medio de conexiones a las bases de datos.

También se solicita la información sobre las boyas satelitales, incluyendo trayectorias e información de biomasa, y dicha información se está recopilando actualmente para los NED y los plantados de control (tal y como se detalla en los MdE firmados por ambas organizaciones pesqueras). Se solicita un mínimo de una posición y muestra de biomasa por día, o con la mayor frecuencia posible (es decir, dependiendo de la marca, el modelo y la estrategia de muestreo originalmente decididos por el pescador; el proyecto tiene como objetivo reducir, en la medida de lo posible, los cambios en la estrategia de pesca). Los datos pueden transferirse directamente de los fabricantes de boyas al personal de la CIAT y se almacenan en una base de datos local en la sede de La Jolla para garantizar la confidencialidad. Estos datos se deben reportar con un lapso de 2-3 meses, lo cual es una estrategia de notificación de datos que ha demostrado ser eficaz para la información reportada conforme a las resoluciones [C-17-02](#) y [C-20-06](#) y otras iniciativas a nivel mundial (Zudaire *et al.* 2021). Lamentablemente, la pandemia de COVID-19, así como los problemas con la cadena de suministro (por ejemplo, la disponibilidad de los productos) y los problemas de durabilidad

de algunos materiales y prototipos han retrasado una parte de las siembras experimentales y, por lo tanto, los datos de las boyas satelitales aún no se han completado.

## **5. ANÁLISIS DE DATOS**

### **5.1. Interacciones con objetos experimentales**

Se analizaron las interacciones con objetos como las siembras, las resiembras, las visitas sin lances involucrados (en lo sucesivo, “visitas”) y las visitas que condujeron a un lance (en lo sucesivo, “lances”) para comprender mejor la distribución espaciotemporal y la frecuencia de las interacciones sobre los NED por los plantados prototipo y las parejas de control. Hubo algunos casos en los que los NED se amarraron a un objeto flotante encontrado en el mar. Estos NED se excluyeron del análisis.

### **5.2. Captura por lance**

De manera similar, se comparó la captura por lance (es decir, la cantidad total de atunes por lance, mt) de los NED por prototipo con la captura de múltiples lances sobre plantados estrechamente relacionados en el tiempo y el espacio, incluyendo las parejas de control cuando fue posible. Para el componente de tiempo, todos los lances sobre plantados realizados siete días antes o después del lance NED se incluyeron en el análisis. En términos de limitaciones espaciales, solo se consideraron lances sobre plantados realizados dentro de un radio de 1 grado (111 km) del lance NED. Los lances no exitosos (total de atunes = 0) no se incluyeron en el análisis. Cuando se hicieron lances consecutivos sobre el mismo plantado en un periodo de tiempo corto (por ejemplo, 2 días), se sumó la captura total de atunes y se consideró como un solo lance. Esto se hizo para evitar la posible influencia de la captura por lance sobre el objeto, ya que los pescadores a veces pueden hacer lances sobre un plantado varias veces en días consecutivos para asegurarse de capturar toda la agregación de atunes). De hecho, se sabe que los atunes (tanto individuales como las agregaciones) presentan tiempos cortos de residencia en los plantados, lo cual parece ocurrir a diferentes tasas por especie (Schaefer y Fuller 2013, Travassos-Toloti *et al.* 2020; Tsukagoe 1981; Cayré 1991; Leroy *et al.* 2009; Matsumoto *et al.* 2006). Por ejemplo, Schaefer y Fuller (2013) observaron tiempos de residencia cortos de atún patudo en el OPO (2-3 días), mientras que otros tiempos de residencia fueron de hasta 24 días. En el Océano Atlántico, los estudios que analizaron la dinámica de asociación de los atunes con plantados a la deriva reportaron tiempos promedio de residencia continua de 9, 19 y 25 días para el atún barrilete, el aleta amarilla y el atún patudo, respectivamente (Travassos-Toloti *et al.* 2020). Asimismo, Baidai *et al.*, (2019) estimaron el tiempo de residencia de una agregación de atunes alrededor de un plantado a la deriva en unos 6 días utilizando boyas con ecosonda. Por lo tanto, se espera que la medida conservadora de dos días tenga en cuenta la variabilidad en los tiempos de residencia en este estudio. Se aplicó la misma metodología para realizar las comparaciones de captura por lance entre los plantados de control y los objetos no experimentales circundantes. Además de la captura por lance, también se estimó el número de días entre el lance y la siembra y se compararon tanto para los NED como para las parejas de control.

### **5.3. Condición de los NED**

Para evaluar la degradación de los materiales y los diseños de los NED en el mar, se estimó el tiempo de remojo para cada interacción con NED (por ejemplo, lances, visitas) y los valores de condición registrados por los observadores para los distintos componentes de las estructuras flotantes y sumergidas fueron extraídos y analizados para cada prototipo. El tiempo de remojo, definido como la duración en el mar de los NED por plantado prototipo y pareja de control entre su siembra y su recuperación, o el último registro conocido, se agrupó en cuatro categorías: 1-30 días; 31-60 días; 61-90 y >90 días. Se promediaron los valores de condición para cada elemento de los NED para cada periodo de tiempo. El tiempo de remojo se estimó usando valores mínimos, máximos y cuantiles de 25%, 50% y 75%. La actividad y el análisis de captura por lance usando datos de 2019-2021 incluyeron datos de observadores de los programas de

observadores nacionales y de la CIAT, mientras que el análisis de los datos de 2022 se basó solo en datos del programa de observadores de la CIAT.

## **6. RESULTADOS PRELIMINARES**

### **6.1. Actividades e interacciones con objetos experimentales**

Las siembras de objetos experimentales comenzaron en el tercer trimestre de 2019. Para el 1 de abril de 2022, se sembraron un total de 715 NED (114 prototipo 1; 392 prototipo 2; 209 prototipo 3) y 705 parejas de control (Tabla 1). El prototipo 2 tuvo una distribución más amplia (70°O-130°O; 7°N-17°S) que los otros dos prototipos, y contó con un mayor número de actividades cerca de Suramérica y las Islas Galápagos (Figura 8). El prototipo 3 tuvo una gran distribución longitudinal (85°O-150°O) compuesta principalmente por siembras entre 3°N y 3°S. Se observó la mayor parte de las actividades para el prototipo 1 entre 115°O y 150°O y entre 7°N y 4° (Figura 8).

Redeployments rarely occurred for both NEDs and paired control FADs (n=15, 2.1% and n=12, 1.7%, respectively), most of these were for prototype 2 (n=14).

Las resiembras fueron escasas tanto para los NED como para las parejas de control (n=15, 2.1% y n=12, 1.7%, respectivamente); la mayoría de ellas correspondieron al prototipo 2 (n=14). Un total de 86 visitas (prototipo 1: n=5; prototipo 2: n=73; prototipo 3: n=8), y 56 lances (prototipo 1: n=8, prototipo 2: n=46, prototipo 3: n=2; Tabla 1; Figura 8) ocurrieron sobre los NED durante este estudio mientras que las parejas de control fueron visitados y se hicieron lances sobre ellos 106 y 134 veces, respectivamente (Tabla 1).

### **6.2. Captura por lance**

Al 1 de abril de 2022, se habían capturado un total de 1,906 mt de atunes en los 56 lances realizados sobre los NED (34 mt/lance), mientras que se capturaron 4,177 mt en 134 lances sobre las pareja de control (31.2 mt/lance; Tabla 1). Ambos tipos de plantado mostraron valores similares de captura por lance a otros objetos flotantes monitoreados a corto y a largo plazo ([FAD-05-INF-A](#), [SAC-13-06](#)).

Hasta la fecha solo se han encontrado siete pares coincidentes de NED y parejas de control (Tabla 2). Sin embargo, solo un par (por desgracia, encontrado fuera del OPO) cumplió los criterios espaciotemporales establecidos. La captura del NED fue de 15 mt y la de la pareja de control fue de 20 mt. Se hicieron lances sobre ellos con 2 días de diferencia y con 56.8 km (alrededor de 0.5 grados) de separación. Dadas las limitaciones de datos, se consideraron comparaciones de grupo con otros objetos en una ventana espaciotemporal específica (ver la sección de análisis de datos para más detalles) (Figura 9). Las proporciones de captura por lance de los NED en comparación con los plantados oscilaron entre 0.1 y 11.9 (25 grupos, promedio = 1.9; media = 0.9; Tabla 3). De manera similar, las proporciones de captura por lance de las parejas de control frente a los otros plantados tradicionales oscilaron entre 0.2 y 21.5 (36 grupos, promedio = 2.3; media = 0.8; Tabla 4).

### **6.3. Condición de los NED**

La Tabla 5 resume las condiciones observadas de los componentes de los tres prototipos de NED como una función del tiempo. El prototipo 1 fue observado 12 veces, y se consideró que los materiales de los componentes flotantes y sumergidos estaban en buenas-muy buenas condiciones después de un mínimo de dos meses en el mar (es decir, tiempo de remojo). El prototipo 2 se observó 111 veces y se consideró que sus componentes estaban generalmente en muy buena condición por al menos dos meses de tiempo de remojo, y en condición de buena a regular hasta al menos tres meses. Por el contrario, el diseño del NED del prototipo 3 es el que menos durabilidad ha tenido hasta la fecha. Este prototipo fue observado 9 veces, y se consideró que algunos de los materiales estaban en malas condiciones o desaparecieron tres meses después de su siembra. Como resultado, se adquirieron nuevos materiales de algodón y sogas para

la tercera y cuarta tanda de siembras del prototipo 3. Actualmente, se están recolectando los datos de estas siembras y se analizarán a medida que estén disponibles.

Es importante notar que el código 'NA' que aparece en la Tabla 5 representa diferentes significados en nuestro análisis. Puede referirse a un prototipo que no contiene un material o componente específico (por ejemplo, la lona sumergida del prototipo 1) o que no se pudo observar el NED o alguno de sus componentes (por ejemplo, solo se encontró la boya satelital).

En la Figura 10 se muestra la distribución de días de tiempo de remojo total por prototipo y pareja de control, estimada como la diferencia entre la primera siembra y la recuperación o el último encuentro. De manera similar, en la Tabla 6 se muestran el mínimo, el máximo, el promedio y los cuantiles de 25, 50 (media) y 75% del tiempo de remojo de los plantados experimentales. Para el prototipo 1, el tiempo total de remojo fluctuó entre 33 y 139 días (>4.5 meses), con un promedio y una mediana de 62 y 50 días, respectivamente. El tiempo total de remojo del prototipo 2 osciló entre 1 y 244 días (>8 meses), con un promedio y una mediana de 43.6 y 39 días, respectivamente; por otro lado, el prototipo 3 osciló entre 40 y 94 días (>3 meses), con un promedio y una mediana de 66.9 y 59 días, respectivamente. Los valores registrados de tiempo total de remojo de las parejas de control oscilaron entre 1 y 425 días (>14 meses), con un promedio y una mediana de 87.4 y 68 días, respectivamente.

## **7. RETROALIMENTACIÓN DEL PROYECTO**

La participación y la retroalimentación de la industria y de los pescadores son clave para el éxito del proyecto. La familiarización con los objetivos, la metodología y la dinámica del proyecto es importante para asegurar que se conserven los diseños de los NED y que se comprenda bien el uso adecuado de los métodos de seguimiento (por ejemplo, las marcas metálicas), entre otras cuestiones. Por ello, se han entregado y compartido con la flota carteles que describen las cuestiones funcionales más importantes del proyecto y se han organizado talleres con los buques participantes y no participantes de forma regular y continuarán durante todo el proyecto (Figura 11). La respuesta general de la flota ha sido positiva. Por ejemplo, algunos pescadores han enviado información (por ejemplo: fecha, ubicación) y fotografías de los NED que se han encontrado en el mar, lo que permite cotejar los datos de observadores una vez que el viaje finaliza. Además, el coordinador local del proyecto entrevista con regularidad a los capitanes participantes sobre cualquier asunto relacionado con el programa, con especial interés en los prototipos de NED utilizados y su desempeño. A fin de mantener una relación estrecha y consistente con la flota, los pescadores de las dos organizaciones (TUNACONS y AGAC) también reciben con regularidad actualizaciones del proyecto a través de talleres en línea o presenciales en Manta y Posorja, Ecuador. A la fecha, todos los participantes han aportado retroalimentación útil, han propuesto soluciones a los retos y han expresado su total compromiso con el proyecto.

## **8. RETOS DEL PROYECTO**

La pandemia de COVID-19, que comenzó en el primer trimestre de 2020, tuvo varios efectos adversos en la dinámica de trabajo de este proyecto. Por ejemplo, las dificultades logísticas obstaculizaron la recolección de nuevos datos (por ejemplo, escasez de buques y observadores en el mar) y los problemas con la cadena de suministro retrasaron la construcción de nuevos NED (por ejemplo, escasez y disponibilidad de materiales, restricciones de importación y exportación). Las fábricas, aduanas y fronteras han estado cerradas y se han restringido los envíos y viajes nacionales e internacionales. Estos factores dificultaron la disponibilidad, la fabricación, el envío y la recepción de material, lo que en última instancia repercutió en la construcción y las siembras de los NED. Sin embargo, la disponibilidad de materiales ha mejorado y las restricciones y regulaciones se han relajado recientemente, lo que ha permitido que la construcción de NED continúe gradualmente.

Aunque, en general, los NED han tenido un desempeño razonablemente bueno, los participantes han planteado algunas preocupaciones durante las pruebas de los prototipos en el tercer y cuarto trimestre de 2019. Para abordar estas preocupaciones, se emprendieron esfuerzos para mejorar estos prototipos y para responder a las preocupaciones de las flotas. Por ejemplo, las pruebas de laboratorio demostraron que la condición de la lona y las sogas de fibras de abacá del prototipo 2 pueden mejorarse cuando se recubren con productos naturales (es decir, caucho). Además, la tripulación de pesca observó una potencial debilidad en la conexión entre el componente sumergido y el componente flotante en el prototipo 1. Para este prototipo, se aprobó una ligera modificación para reforzar la unión y reducir la posible pérdida del componente sumergido; además, se añadieron dos pequeñas sogas de nylon que corrían de forma independiente y en paralelo a cada soga de abacá trenzada. Se observó que se debería tomar en consideración el método de atado y colgado de las sogas para no comprometer el rendimiento de las sogas de abacá. De manera similar, se reportaron problemas asociados a la lona de algodón para el prototipo 3, probablemente debido a la calidad del material utilizado. El prototipo 3 de NED sembrados en el cuarto trimestre de 2019 y el primer trimestre de 2020 aparentemente se deshizo, particularmente el componente flotante, lo que aumenta las posibilidades de que la boya satelital se desprenda del objeto experimental. No obstante, los experimentos realizados durante la Fase 1 mostraron que el rendimiento de la lona de algodón podía mejorarse si se conservaba la calidad, por lo que los participantes acordaron aumentar tanto la calidad como el grosor del algodón para el prototipo 3 para el tercer trimestre de 2021 y la última tanda de siembras (aún pendiente; ver “Trabajo futuro”). Además del problema con la lona de algodón, algunas de las sogas utilizadas en la parte sumergida del prototipo 3 en el cuarto trimestre de 2019 y el primer trimestre de 2020 parecían estar fallando. Por lo tanto, se adquirió material de un nuevo proveedor para reemplazar las sogas de la parte sumergida del prototipo 3 para su siembra en el tercer trimestre de 2021. La selección del proveedor y el material se basó en el éxito de proyectos similares en otras regiones del mundo en los que participaron algunas de las empresas participantes (Zudaire *et al.* 2021). Sin embargo, el material no tuvo el rendimiento esperado, lo que resultó en otra modificación del diseño del NED con el objetivo de extender su durabilidad. En la última tanda de siembras, las sogas biodegradables fueron reemplazadas por sogas sintéticas para asegurar la cohesión e integridad del NED a largo plazo. Además de estas modificaciones, y de forma similar al prototipo 1, al prototipo 3 se le hicieron cambios menores para preservar la flotación y fortalecer la conexión entre los componentes sumergidos y superficiales (por ejemplo, la adición de sogas pequeñas de nylon para reforzar la conexión entre el componente sumergido y el componente superficial y el aumento de la cantidad de madera balsa utilizada; Figura 12). En el momento de la elaboración de este informe, no se han recolectado datos para evaluar las mejoras en el diseño y la condición de los materiales del prototipo 3.

## **9. TRABAJO FUTURO**

Aunque el proyecto está cerca de finalizar, todavía quedan por sembrar aproximadamente 70 NED del prototipo 3 (junto con sus parejas de control). De manera similar, el personal está en estrecho contacto con otros programas voluntarios y científicos que siembran plantados biodegradables en la región (por ejemplo, la iniciativa voluntaria de TUNACONS de plantados biodegradables, el proyecto de JellyFAD de ISSF). Por lo tanto, es necesario continuar procesando y analizando la información recolectada por los observadores y otros medios (por ejemplo, de las boyas con ecosonda) para comprender mejor el rendimiento de los diferentes objetos experimentales en el mar. Además, dados los cambios en la calidad de algunos materiales y las ligeras modificaciones menores de diseño en estos tres prototipos de NED puede ser aconsejable actualizar los análisis y los resultados sobre la condición de los materiales de los

NED en un futuro próximo evaluando su rendimiento por separado con un mayor tamaño de muestra. Toda esta información se podría utilizar para informar una implementación eficaz y gradual de plantados biodegradables en la región.

Aunque algunas iniciativas están en marcha para evaluar la deriva y el rendimiento de durabilidad de los plantados con diferentes componentes de profundidad y diseños más sencillos (por ejemplo, jellyFAD, [FAD-05-INF-B](#)), en el OPO aún no existen experimentos en el mar a gran escala que aborden esta cuestión. Por lo tanto, sería conveniente emprender iniciativas que consideren la posibilidad de probar diseños de plantados más sencillos y el uso de materiales. Además, sería necesario establecer enfoques participativos con otras flotas para promover el compromiso y descubrir medios para reducir el uso de materiales en los plantados sin comprometer el rendimiento pesquero. Esto podría ser de particular interés para aquellas flotas que utilizan plantados más profundos y que operan principalmente en alta mar y más cerca del límite occidental del Área de la Convención de la CIAT, donde históricamente se han utilizado plantados más profundos (por ejemplo, [FAD-05-INF-C](#)).

Dada la naturaleza relativamente menos resistente y de más rápida degradación de los componentes utilizados de los NED, es razonable suponer que los plantados biodegradables pueden ser más sensibles a la manipulación que los plantados tradicionales (Román *et al.* 2020). En consecuencia, los pescadores desean minimizar, tanto como sea posible, el contacto innecesario y las manipulaciones bruscas con plantados biodegradables para mejorar su vida útil en el mar, al menos durante las fases de experimentación e implementación. Sin embargo, los pescadores parecen estar conscientes de estas diferencias, lo que puede estar afectando ya la manipulación de los plantados y las estrategias de pesca. Sin embargo, estos supuestos tendrían que confirmarse y validarse con datos (por ejemplo, información empírica, entrevistas) para que se puedan evaluar de manera integral los impactos reales de la transición de plantados tradicionales a plantados biodegradables en las distintas estrategias de pesca.

Una vez que las siembras experimentales terminen y se disponga de todos los datos, el personal de la CIAT tiene como objetivo recolectar y analizar las trayectorias y los registros de biomasa de las boyas con ecosonda, al tiempo que se explora el uso de datos de observadores adicionales (por ejemplo, composición de la captura por talla de especies objetivo y no objetivo) para comprender de mejor manera el rendimiento de los prototipos y la eficiencia en diferentes escalas. Se llevarán a cabo pruebas y modelos estadísticos para analizar con más detalle la durabilidad, la condición, la agregación de biomasa y los procesos de colonización de los objetos experimentales, así como los patrones de trayectoria y deriva. Comprender todos estos elementos es importante para que la industria pesquera, las partes interesadas y los formuladores de políticas puedan implementar y adoptar eficazmente los plantados no enmallantes biodegradables. Por lo tanto, se espera que los análisis de estos datos se realicen antes de la reunión de la Comisión en agosto de 2022.

El personal científico de la CIAT seguirá coordinando con los participantes la construcción de los NED, discutiendo y encontrando soluciones cuando sea necesario y brindando apoyo para asegurar el buen funcionamiento del proyecto, así como para apoyar y coordinar con iniciativas privadas similares en el OPO y a nivel mundial (por ejemplo, la experiencia de jelly-FAD en el OPO y otros océanos, la siembra voluntaria de 20% de plantados biodegradables para las empresas de TUNACONS, iniciativas en otras OROP). Por ello, el personal continuará entablando conversaciones con socios externos en la búsqueda de materiales y diseños mejorados que amplíen la durabilidad de los NED en el mar. De manera similar, el personal científico de la CIAT mantendrá la coordinación con los programas nacionales de observadores

para apoyar, en la medida de lo posible, los programas regionales de recolección de datos de plantados biodegradables y para obtener información sobre los plantados experimentales de manera oportuna. Por último, se espera que se celebren talleres de difusión e intercambio de información con pescadores a finales de 2022 y principios de 2023. Preferiblemente, estos talleres se celebrarán en persona para mejorar el compromiso de los participantes, pero esto dependerá de la condición de la pandemia de COVID-19.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados preliminares mostraron que los NED funcionaron mejor cuando se utilizaron materiales naturales no procesados o poco procesados. El bambú y la madera balsa estuvieron presentes en los tres prototipos y su condición fue muy buena cada vez que se registró su presencia. Asimismo, la fibra de abacá utilizada en los prototipos 1 y 2, especialmente cuando se recubrió con caucho natural, demostró ser duradera dada su condición razonable después de al menos 3 meses de tiempo total de remojo. Estos materiales fueron relativamente fáciles de obtener sin limitaciones logísticas significativas, ya que podían obtenerse localmente. Sin embargo, es posible que haya que tener en cuenta las posibles limitaciones de disponibilidad y escasez locales si se quiere que estos materiales sean utilizados a gran escala por todas las flotas que operan en el OPO. En vista de estos prometedores resultados, aproximadamente 43 buques, en el marco del [plan de gestión de plantados de TUNACONS](#), están utilizando voluntariamente el prototipo 2 en al menos 20% de sus siembras de plantados, y es probable que otros 12 buques, que representan a dos empresas de la flota ecuatoriana, se adhieran a esta iniciativa en un futuro próximo. Por otro lado, materiales como las fibras de algodón, no lograron los resultados esperados, especialmente los adquiridos para la primera tanda del proyecto. Se está llevando a cabo una actualización de la calidad mejorada del algodón. Es importante notar que hubo que importar un producto de algodón de buena calidad desde el extranjero, lo que supuso limitaciones logísticas, retrasos y costos elevados. Sin embargo, el personal de la CIAT cree que algunas de esas limitaciones podrían superarse eficazmente buscando materiales de algodón de calidad similar obtenidos localmente o reforzando las comunicaciones y los compromisos de compra con ciertos proveedores locales (por ejemplo, proveedores con sede en Estados Unidos).

Por lo tanto, el personal de la CIAT recomienda lo siguiente:

- Considerar los prototipos actuales 1 y 2 como ejemplos potenciales para la construcción eficaz de plantados biodegradables<sup>3</sup>.
- Armonizar entre las OROP atuneras y las iniciativas regionales de plantados biodegradables, en la medida de lo posible, la definición de ‘plantados biodegradables’, las directrices y el cronograma para su construcción e implementación, así como las prioridades de recolección de datos.
- Considerar la siguiente definición para ‘plantados biodegradables’, simplificada de Zudaire *et al.*, (2021):

*“Un plantado biodegradable está compuesto por materiales orgánicos<sup>4</sup> y/o alternativas ecológicas sin forma de malla certificados por estándares internacionales<sup>5</sup> como biodegradables en ambientes*

---

<sup>3</sup>Los resultados del prototipo 3 tendrán que actualizarse y su idoneidad debe considerarse una vez que todas las siembras hayan finalizado.

<sup>4</sup>Por ejemplo, materiales de origen vegetal como algodón, yute, cáñamo de manila (abacá), bambú o materiales de origen animal como cuero, lana y manteca.

<sup>5</sup>Normas internacionales como ASTM D6691, D7881, TUV Austria, Estándares Europeos EN 13432.

*marinos*<sup>67</sup>

- Requerir más pruebas en el mar para perfeccionar aspectos prácticos y técnicos importantes para la implementación plena de plantados biodegradables (por ejemplo, durabilidad, diseños, disponibilidad y adquisición de materiales). Idealmente, estas pruebas deberían ser monitoreadas y realizadas en colaboración con científicos.
- Solicitar que los resultados de las pruebas de biodegradabilidad en el mar se pongan a disposición del Grupo de Trabajo sobre Plantados.
- Considerar un proceso gradual/escalonado, incluido un cronograma para la implementación de plantados totalmente biodegradables con base en el estado actual de disponibilidad de materiales.
- Reducir, en la medida de lo posible y dentro del proceso gradual de implementación de plantados biodegradables, la cantidad de material (por ejemplo, la profundidad del rabo) y los componentes no biodegradables del diseño y la construcción de los NED, siempre que no se comprometa la eficacia pesquera.
- Revisar, según sea necesario, los métodos y herramientas de recolección de datos de la CIAT, incluyendo los datos de observadores, para que la implementación de plantados biodegradables en el OPO pueda monitorearse eficazmente.

## 11. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la valiosa contribución de Leanne Fuller por la revisión del borrador de este documento.

## 12. REFERENCIAS

- Baidai, Y., L. Dagorn, M.J. Amande, D. Gaertner, and M. Capello. 2019. Aggregation processes of tuna under drifting fish aggregating devices (DFADs) assessed through fisher's echosounder buoy in the Indian Ocean. IOTC-2019- WPTT21-55\_Rev1. 16 pp.
- Cayré P. 1991. Behavior of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) around fish aggregating devices (FADs) in the Comoros Islands as determined by ultrasonic tagging. *Aquat Living Resour* 4:1–12.
- Cillari, T., A. Allegra, F. Andaloro, M. Gristina, G. Milisenda, and M. Sinopoli. 2018. The use of echo-sounder buoys in Mediterranean sea: a new technological approach for a sustainable FADs fishery. *Ocean Coast Manag.* 152, 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.11.018>.
- Delgado de Molina, A., J. Ariz, J.C. Santana, and S. Deniz. 2006. Study of alternative models of artificial floating objects for tuna fishery (experimental purse-seine campaign in the Indian Ocean). IOTC-2006-WPBy-05. 28 pp.

---

<sup>6</sup>Los componentes que resultan de la degradación de estos materiales no deben ser tóxicos para los ecosistemas marinos y costeros ni deben incluir metales pesados en su composición.

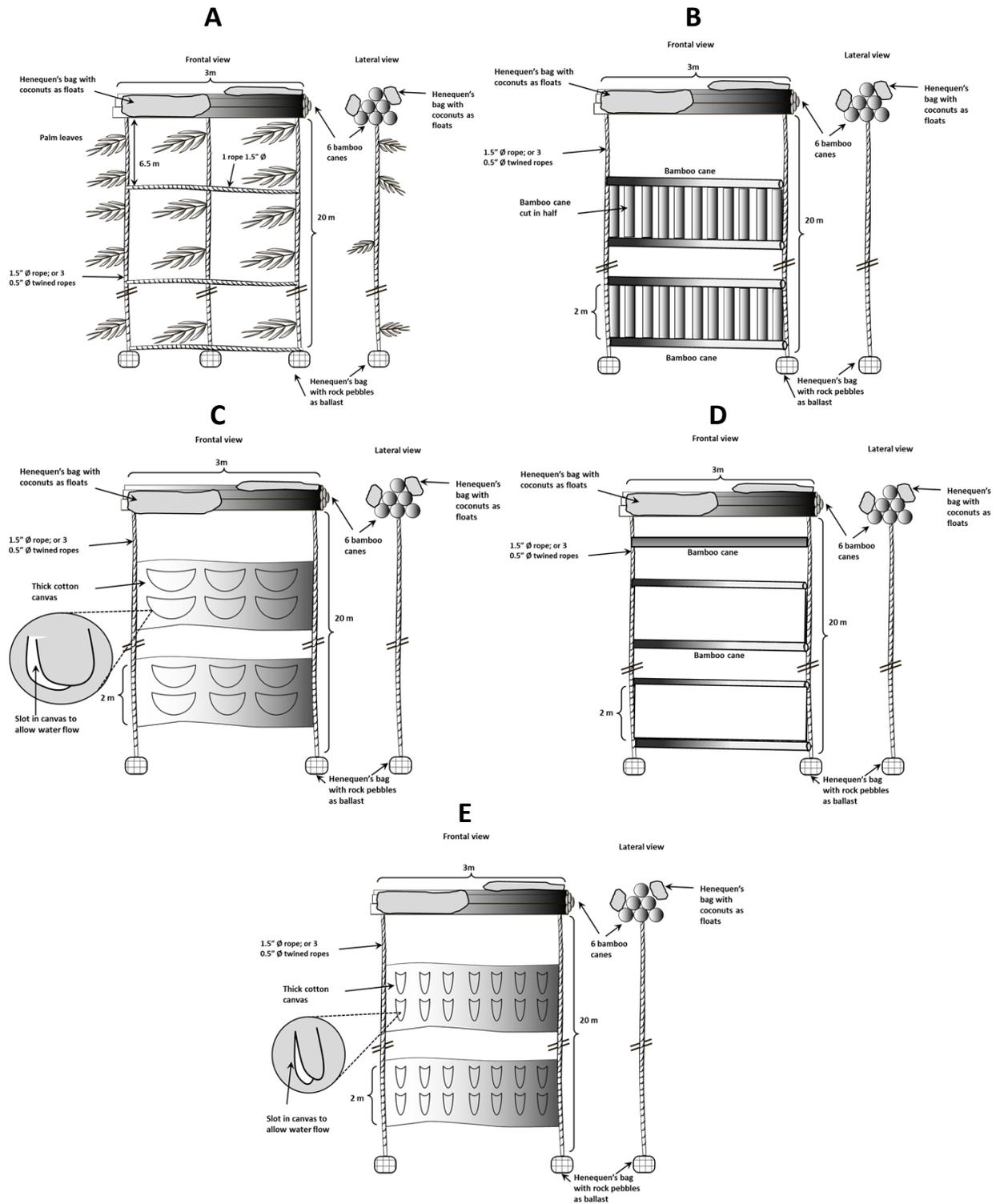
<sup>7</sup>Esta definición no aplica para las boyas electrónicas fijadas a los plantados para su seguimiento.

- Filmalter, J. D., M. Capello, J.-L. Deneubourg, P. D. Cowley and L. Dagorn (2013). "Looking behind the curtain: quantifying massive shark mortality in fish aggregating devices." *Frontiers in Ecology and the Environment* 11(6): 291-296.
- Franco, J., L. Dagorn, I. Sancristobal, and G. Moreno. 2009. Design of ecological FADs. IOTC-2009-WPEB-16.
- Franco, J., Moreno G, López J, and I. Sancristobal. 2012. testing new designs of Drifting Fish Aggregating Device (DFAD) in the Eastern Atlantic to reduce turtle and shark mortality. *Collect Vol Sci Pap ICCAT*. 2012; 68: 1754–1762.
- Hall, M., M. Román. (2013). Bycatch and non-tuna catch in the tropical tuna purse seine fisheries of the world. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 568*. Rome, FAO. 249 pp. Available online: <http://www.fao.org/docrep/018/i2743e/i2743e00.htm>.
- IATTC. 2019. Tuna fishery, stocks, and ecosystem in the eastern Pacific Ocean in 2018. IATTC Fisheries Status Report 17. [https://www.iattc.org/PDFFiles/FisheryStatusReports/English/No-17-2019\\_Tuna%20fishery,%20stocks,%20and%20ecosystem%20in%20the%20eastern%20Pacific%20ocean%20in%202018.pdf](https://www.iattc.org/PDFFiles/FisheryStatusReports/English/No-17-2019_Tuna%20fishery,%20stocks,%20and%20ecosystem%20in%20the%20eastern%20Pacific%20ocean%20in%202018.pdf).
- ISSF. 2020. Large-Scale Deployment of Biodegradable FADs. Available at: <https://issf-foundation.org/download-monitor-demo/download-info/large-scale-deployment-of-biodegradable-fads>
- ISSF. 2022. Status of the world fisheries for tuna. Mar. 2022. ISSF Technical Report 2022-04. International Seafood Sustainability Foundation, Washington, D.C., USA. Available at: <https://www.issf-foundation.org/research-advocacy-recommendations/our-scientific-program/scientific-reports/download-info/issf-2022-04-status-of-the-world-fisheries-for-tuna-march-2022/>
- Karlsson, H. (2007). Some aspects on strength properties in paper composed of different pulps (Licentiate dissertation). Fakulteten för teknik- och naturvetenskap. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kau:diva-1196>.
- Lennert-Cody, C.E., J. J. Roberts, and R.J. Stephenson. 2008. Effects of gear characteristics on the presence of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the catches of the purse-seine fishery of the eastern Pacific Ocean. *ICES Journal of Marine Science*, 65(6): 970–978.
- Lennert-Cody, C. E., and M. A. Hall. 1999. The development of the purse seine fishery on drifting fish aggregating devices in the eastern Pacific Ocean: 1992-1998. In *Pêche thonière et dispositifs de concentration de poisons*, Ed. by J.-Y Le Gall, P. Cayré, and M. Taquet. Colloque Caraïbe-Martinique, Trois-îlets, 15–19 Octobre 1999.
- Leroy B, Itano DG, Usu T, Nicol SJ, Holland KN, Hampton J. 2009. Vertical behavior and observation of FAD effects on tropical tuna in the warm-pool of the western Pacific Ocean. In: Nielsen JL, Arrizabalaga H, Fragoso N, Hobday A, Lutcavage M, Sibert J (eds) *Reviews: methods and technologies in fish biology and fisheries, vol 9, tagging and tracking of marine animals with electronic devices*. Springer, Berlin, pp 161–179.

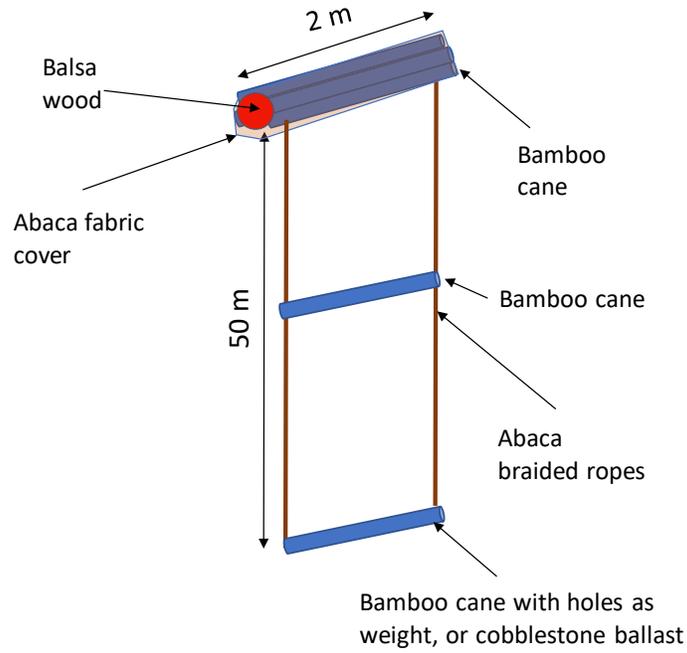
- Lopez, J., Ferarios, J.M., Santiago, J., Ubis, M., Moreno, G. and Murua, H., 2019. Evaluating potential biodegradable twines for use in the tropical tuna FAD fishery. *Fisheries Research*, 219, p.105321.
- Lopez, J., G. Moreno, G. Boyra, L. Dagorn. 2016. A model based on data from echosounder buoys to estimate biomass of fish species associated with fish aggregating devices. *Fishery Bulletin*, 114: 166–178.
- Lopez, J., G. Moreno, I. Sancristobal, and J. Murua. 2014. Evolution and current state of the technology of echo-sounder buoys used by Spanish tropical tuna purse seiners in the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. *Fish.Res.* 155:127–137.
- Maufroy, A., E. Chassot, R. Joo, and D. M. Kaplan. 2015. Large-scale examination of spatio-temporal patterns of drifting fish aggregating devices (dFADs) from tropical tuna fisheries of the Indian and Atlantic Oceans. *PLoS One*, 10: e0128023.
- Matsumoto T, Okamoto H, Toyonaga M. 2006. Behavioral study of small bigeye, yellowfin and skipjack tunas associated with drifting FADs using ultrasonic coded transmitter in the central Pacific Ocean. *West Cen Pac Fish Comm 2nd Sci Comm Fish Tech Info Pap 7.* p 25. <https://www.wcpfc.int/node/1744>.
- Moreno, G., J. Salvador, H. Murua, J. Uranga, I. Zudaire, J. Murua, M. Grande, O. Cabezas, and V. Restrepo. 2021. The Jelly-Fad: A paradigm shift in Bio-FAD design. OTC-2021-WGFAD02-10. <https://www.iotc.org/sites/default/files/documents/2021/09/IOTC-2021-WGFAD02-10.pdf>
- Moreno, G., and V. Restrepo. 2018. "Minimizing the impact of FAD structure on the ecosystem". FADMO-IWG3-IP-12. <https://www.wcpfc.int/system/files/FADMOIWG3-IP-12%206%20Minimizing%20impact%20of%20FAD%20structure%20on%20ecosystem.pdf>
- Moreno, G., Jauhary, R., Adam, S.M. and Restrepo, V., 2018a. Moving away from synthetic materials used at FADs: evaluating biodegradable ropes degradation. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74(5), pp.2192-2198.
- Moreno, G., Orue, B. and Restrepo, V., 2018b. Pilot project to test biodegradable ropes at FADs in real fishing conditions in western Indian Ocean. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74(5), pp.2199-2208.
- Moreno, G., Murua, J., Kebe, P, Scott, J. and Restrepo, V. 2018c. Design workshop on the use of biodegradable fish aggregating devices in Ghanaian purse seine and pole and line tuna fleets. ISSF Technical Report 2018-07. International Seafood Sustainability Foundation, Washington, D.C., USA.
- Mwaikambo, L., 2006. Review of the history, properties and application of plant fibres. *African Journal of Science and Technology*, 7(2), p.121.
- Razak, W., S. Othman, M. Aminuddin, W.S. Hashim, and K. Izyan. 2008. Bamboo as an eco-friendly material for use in aquaculture industry in Malaysia. *Journal of Sustainable Development*. Vol. 1, No.2. July 2008, pp. 49-54.
- Razak, W., M. Aminuddin, W.S. Hashim, and S. Othman. 2005. Effect of heat treatment using palm oil on properties and durability of Semantan bamboo. *Journal of Bamboo and Rattan*. Vol. 4, No.3. July 2005, pp. 211-220 (10). ISSN: 1569-1568, International Network for Bamboo and Rattan.

- Saragih, S.W., Lubis, R., Wirjosentono, B. and Eddyanto, 2018. Characteristic of abaca (*Musa textilis*) fiber from Aceh Timur as bioplastic. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2049, No. 1, p. 020058). AIP Publishing LLC.
- Satoh, K., H. Okamoto, Y. Takeuchi, T. Matsumoto, K. Watanabe, H. Saito, K. Ikehara, N. Miyabe, and H. Honda. 2007. Preliminary results of the relationship between catch ratio of bigeye tuna (*Thunnus obsesus*) to total catch and depth of underwater structures of FADs. Scientific Committee Third Regular Session, Honolulu, Hawaii, 13-24 August. WCPFC-SC3-FT SWG/WP-4. Western and Central Pacific Fisheries Commission. 12 pp.
- Schaefer, K. and D. Fuller (2013). "Simultaneous behavior of skipjack (*Katsuwonus pelamis*), bigeye (*Thunnus obsesus*), and yellowfin (*T. albacares*) tunas, within large multi-species aggregations associated with drifting fish aggregating devices (FADs) in the equatorial eastern Pacific Ocean." *Marine Biology*: 1-10.
- Sinopoli, M., T. Cillari, F. Andaloro, C. Berti, P. Consoli, F. Galgani, and T. Romeo. 2020. Are FADs a significant source of marine litter? Assessment of released debris and mitigation strategy in the Mediterranean Sea. *J. Environ. Manag.* (2020), 253, 8pp. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109749>.
- Watters, G. M. 1999. Geographical distributions of effort and catches of tunas by purse-seine vessels in the eastern Pacific Ocean during 1965-1998. IATTC Data Report 10. [https://www.iattc.org/PDFFiles/DataReports/English/No-10-1999-WATTERS,%20GEORGE%20M\\_Geographical%20distributions%20of%20effort%20and%20catches%20of%20tunas%20by%20purse-seine%20vessels%20in%20the%20eastern%20Pacific%20Ocean%20during%201965-1998.pdf](https://www.iattc.org/PDFFiles/DataReports/English/No-10-1999-WATTERS,%20GEORGE%20M_Geographical%20distributions%20of%20effort%20and%20catches%20of%20tunas%20by%20purse-seine%20vessels%20in%20the%20eastern%20Pacific%20Ocean%20during%201965-1998.pdf)
- Travassos-Tolotti, M., F. Forget, M. Capello, J.D. Filmlalter, M. Hutchinson, D. Itano, K. Holland and L. Dagorn. 2020. Association dynamics of tuna and purse seine bycatch species with drifting fish aggregating devices (FADs) in the tropical eastern Atlantic Ocean. *Fish.Res.* 226:12 pp.
- Tsakogoe T. 1981. Fishing skipjack tuna schools associated with shoals and drifting objects. *Suisan Sekai* 30:78–81. NOAA. NMFS translation no 83 by Tamio Otsu.
- TUNACONS. 2018. Materiales de origen vegetal para FADs. 3rd Meeting of the *Ad Hoc* Permanent Working Group on FADs. 9th Meeting of the Scientific Advisory Committee 14-18 May - La Jolla, California, USA. Presentation available at: [https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2018/SAC-09/FAD-03/PRES/English/FAD-03a-PRES-ESO\\_TUNACONS-Materiales-de-origen-vegetal-para-FADs.pdf](https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2018/SAC-09/FAD-03/PRES/English/FAD-03a-PRES-ESO_TUNACONS-Materiales-de-origen-vegetal-para-FADs.pdf).
- Valášek, P., Müller, M. and Šleger, V., 2017. Influence of plasma treatment on mechanical properties of cellulose-based fibres and their interfacial interaction in composite systems. *BioResources*, 12(3), pp.5449-5461.
- Zudaire, I., Santiago, J., Grande, M., Murua, H., Adam, P.A., Nogués, P., Collier, T., Morgan, M., Khan, N., Baguette, F. and Moron, J., 2018. FAD Watch: a collaborative initiative to minimize the impact of FADs in coastal ecosystems. A paper submitted to the *14th IOTC Working Party on Ecosystems and Bycatch, Cape Town, South Africa*.
- Zudaire, I., Moreno, G., Murua, J., Murua, H., Tolotti, M.T., Román, M., Lopez, J., Grande, M., Merino, G., Escalle, L., Hamer, P., Bazurko, O.C., Capello, M., Dagorn, L., Ramos, M.L., Abascal, F.J., Báez, J.C.,

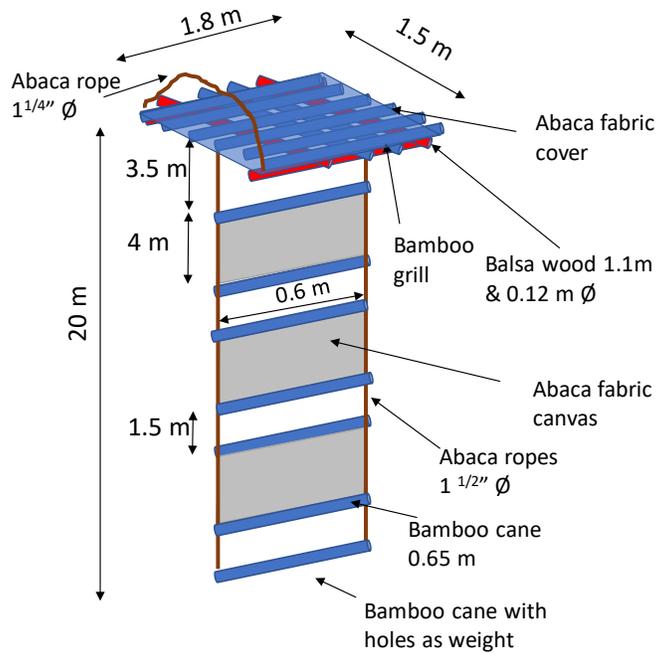
Pascual-Alayón, P.J., Déniz, S., and Santiago, J., 2021. Biodegradable dFADs: current status and prospects. IOTC-2021-WGFAD02-09. <https://www.iotc.org/documents/biodegradable-dfads-current-status-and-prospects>.



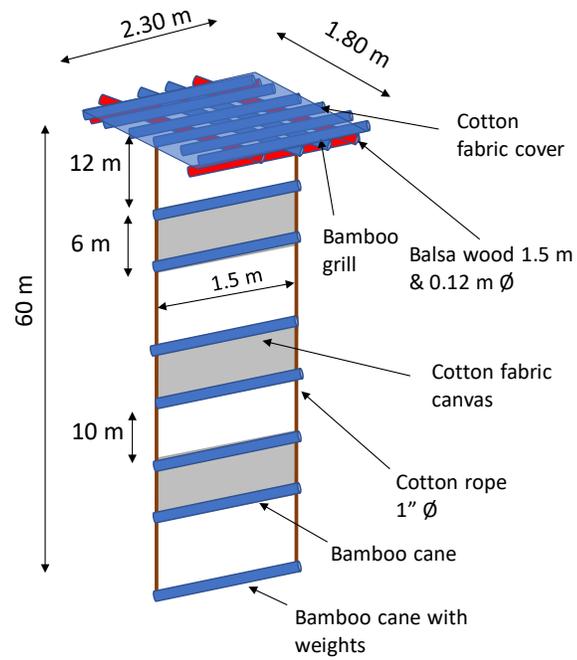
**Figura 1.** Prototipos 1(A) a 5 (E) utilizados para la Fase 1 (subvención EU-7592).



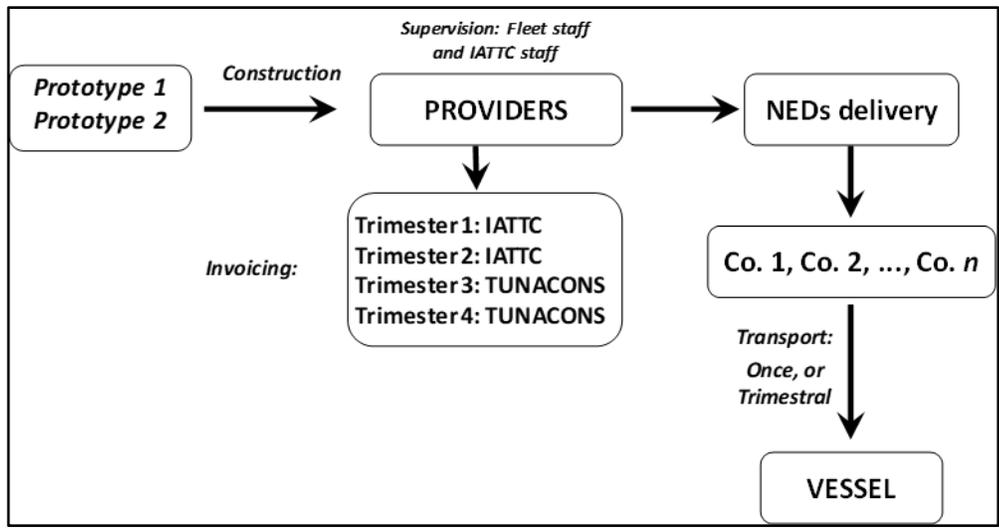
**FIGURA 2a.** Prototipo de NED 1.



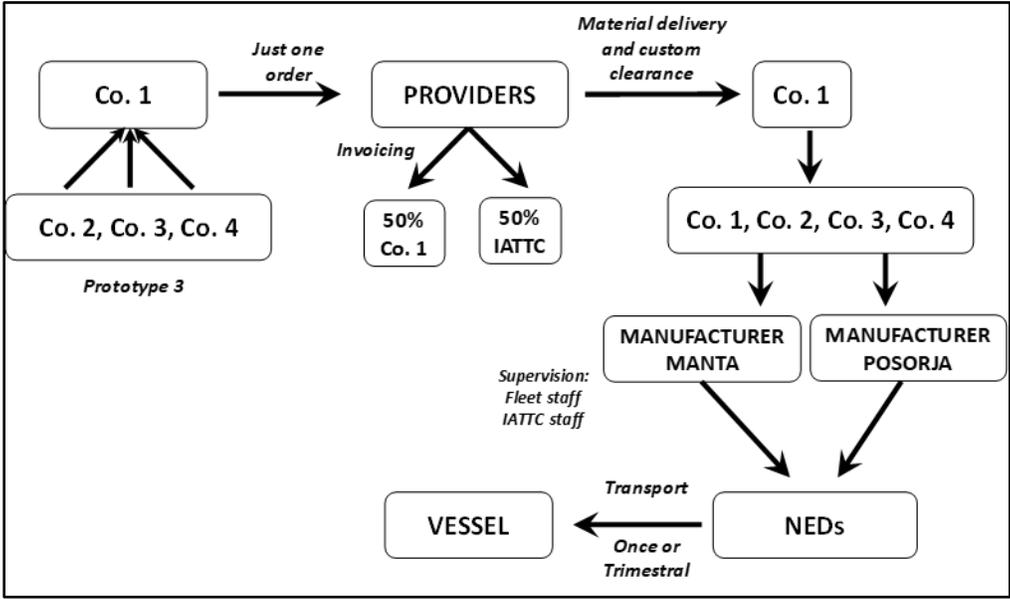
**FIGURA 2b.** Prototipo de NED 2.



**FIGURA 2c.** Prototipo de NED 3.



**FIGURA 3a.** Diagrama de flujo que muestra las opciones de construcción y pago de los NED utilizados por TUNACONS.



**FIGURA 3b.** Diagrama de flujo que muestra las opciones de construcción y pago de los NED utilizados por AGAC.



FIGURA 4. Marcas metálicas de colores colocadas tanto en la balsa como en las boyas de los plantados experimentales; NED (verde) y parejas de control (rojo).

Comisión Interamericana del Atún Tropical

### REGISTRO DE OBJETOS FLOTANTES COMPLEMENTARIO (ROF-C)

Utilice este registro exclusivamente para proveer información de los NED descritos en el instructivo

| No. de Crucero   |    |    |                 | Estructura superficial |       |               |          | Estructura bajo el agua |       |               |          |
|--|----|----|-----------------|------------------------|-------|---------------|----------|-------------------------|-------|---------------|----------|
| No. de objeto  | NE | NP | Levantado       | Condición              |       | ¿Reemplazado? |          | Condición               |       | ¿Reemplazado? |          |
| 150000   |    |    | Sí [ ] No [ ]   | Bambú                  | [ 1 ] | Sí [ ]        | No [ X ] | Lonas                   | [ ]   | Sí [ ]        | No [ ]   |
| Comentarios:   |    |    |                 | Lona envolvente        | [ 1 ] | Sí [ ]        | No [ X ] | Soga principal          | [ 1 ] | Sí [ ]        | No [ X ] |
|  |    |    |                 | Balsa                  | [ 1 ] | Sí [ ]        | No [ X ] | Soga de amarre          | [ 1 ] | Sí [ ]        | No [ X ] |
|  |    |    |                 | Soga de amarre         | [ 1 ] | Sí [ ]        | No [ X ] | Bambú (estructura)      | [ ]   | Sí [ ]        | No [ ]   |
|  |    |    |                 |                        |       |               |          | Bambú (lastre)          | [ 1 ] | Sí [ ]        | No [ X ] |
| No. de objeto  | NE | NP | Levantado       | Estructura superficial |       |               |          | Estructura bajo el agua |       |               |          |
| No. de objeto  | NE | NP | Levantado       | Condición              |       | ¿Reemplazado? |          | Condición               |       | ¿Reemplazado? |          |
| 002013   |    |    | Sí [ X ] No [ ] | Bambú                  | [ 2 ] | Sí [ ]        | No [ X ] | Lonas                   | [ 3 ] | Sí [ ]        | No [ X ] |
| Comentarios:   |    |    |                 | Lona envolvente        | [ 3 ] | Sí [ ]        | No [ X ] | Soga principal          | [ 3 ] | Sí [ ]        | No [ X ] |
| AL SER RECOLOCADO PUEDE OBSERVAR LA PARTE COLGANTE DEL NED CERCA DE LA SUPERFICIE. NED FUE LEVANTADO A LA MITAD. |    |    |                 | Balsa                  | [ 2 ] | Sí [ ]        | No [ X ] | Soga de amarre          | [ 3 ] | Sí [ ]        | No [ X ] |
|  |    |    |                 | Soga de amarre         | [ 3 ] | Sí [ ]        | No [ X ] | Bambú (estructura)      | [ 2 ] | Sí [ ]        | No [ X ] |
|  |    |    |                 |                        |       |               |          | Bambú (lastre)          | [ 2 ] | Sí [ ]        | No [ X ] |

FIGURA 5. Ejemplo de un formulario de registro de objetos flotantes complementario (ROF-C).





**Comisión Interamericana del Atún Tropical  
REGISTRO DE OBJETOS FLOTANTES (ROF)**

|              |               |                  |              |       |      |         |       |          |
|--------------|---------------|------------------|--------------|-------|------|---------|-------|----------|
| No. de viaje | No. de objeto | No. de encuentro | No. de lance | FECHA | HORA | LATITUD | N/S   | LONGITUD |
| 150000002    | 001001        | 190805           | 190805       | 0600  | 0625 | N       | 10030 | W        |

**A. Datos generales del objeto flotante.** Use la tabla de códigos 12 para la descripción del objeto y la tabla de códigos 13 para indicar la marca de la baliza en el objeto. Cuando cambia de baliza, utilice el espacio de Baliza 2.

Tipo de objeto flotante FADS Otro objeto: \_\_\_\_\_

¿El objeto fue retirado del agua? Sí  No

**Balizas satelitales o de radio**

|          |            |               |                    |
|----------|------------|---------------|--------------------|
| Baliza 1 | Marca/Mód. | No. de serie  | Otro tipo de marca |
| 1        | <u>MDS</u> | <u>193009</u> | <u>N-1009</u>      |
| Baliza 2 | <u>MDS</u> | <u>199906</u> | <u>N-1009</u>      |

**B. Procedencia, método de localización y otros indicadores:** Use la tabla de códigos 14 y 15.

Procedencia BQP Método de localización SAT

% de epibiota 20 Claridad del agua: Clara  Turbia [ ] Muy turbia [ ]

**C.1. Estructura superficial.** Use la tabla de códigos 16. **C.2. Estructura bajo el agua.** Use la tabla de códigos 16.

|  |  |
|--|--|
| Forma <u>2</u> Dimens.(m) <u>2.3</u> <u>1.8</u> <u>0.5</u> | Forma <u>3</u> Profundidad (m) <u>60.0</u> |
|--|--|

| Componentes |                                     |                                     |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Código      | Al encontrarlo                      | Al dejarlo                          |
| <u>BMBU</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <u>SOGN</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <u>LONN</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <u>MADR</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

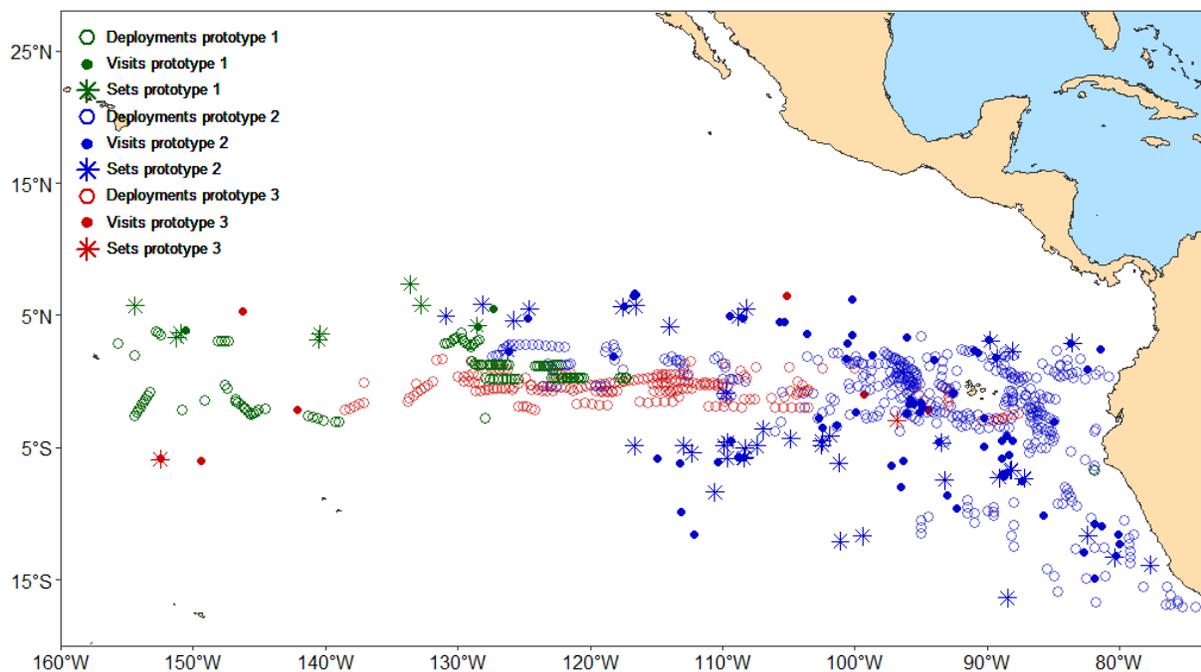
| Componentes |                                     |                                     |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Código      | Al encontrarlo                      | Al dejarlo                          |
| <u>LONN</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <u>SOGN</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <u>BMBU</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
|             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

Si tiene red, anote la luz de malla mayor (cm) \_\_\_\_\_

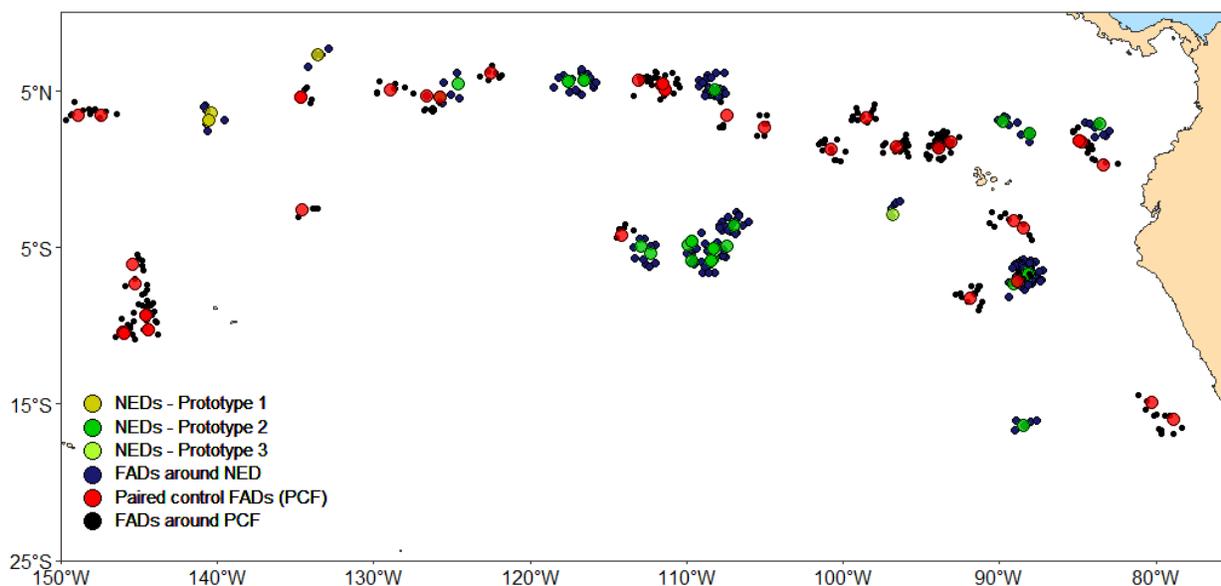
**D. Fauna Atrapada:** Utilice las tablas de códigos 2, 9, 10 y 11 para indicar fauna que quedó atrapada en cualquier sección del objeto flotante y que no es parte de los componentes del objeto mismo.

|        |        |
|--------|--------|
| Código | Número |
|        |        |
|        |        |

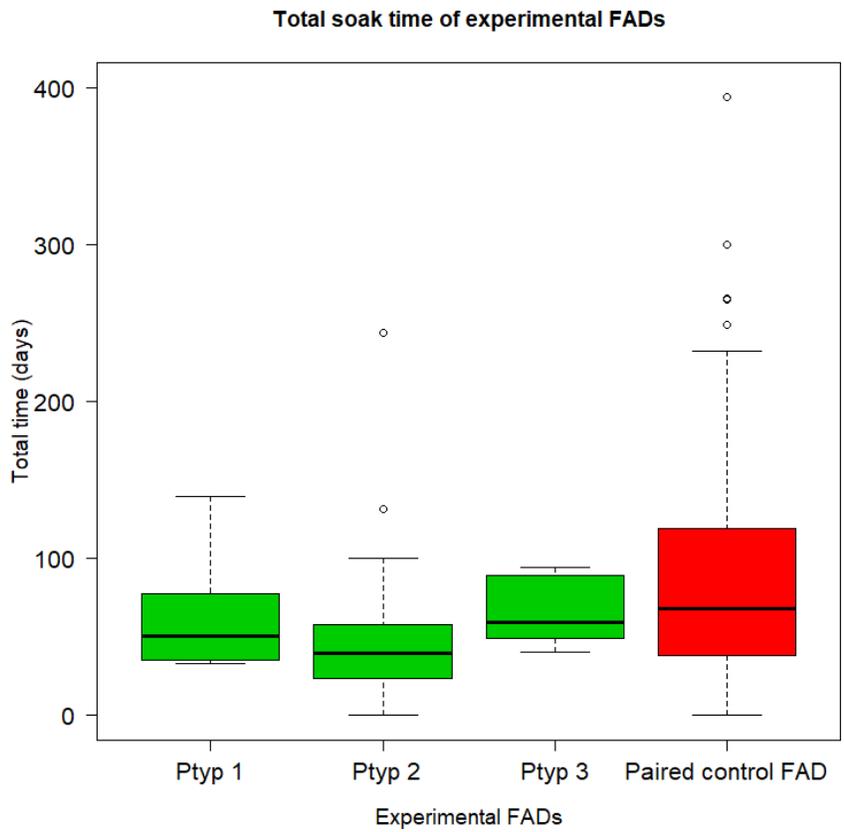
**FIGURA 7.** Ejemplo del formulario de registro de objetos flotantes (ROF).



**FIGURA 8.** Distribución especial de las siembras, visitas y lances de NED, 2019-2022.



**FIGURA 9.** Lances sobre plantados hechos en un radio de 1 grado y 7 días antes o después de un lance sobre un NED o una pareja de control.



**FIGURA 10.** Distribución del tiempo de remojo total de un plantado experimental entre la primera siembra y la recuperación o el último encuentro.

## PLANTADO DE OBJETOS BIODEGRADABLES (NED)

**OBJETIVOS DEL PROYECTO**

- Probar prototipos con materiales biodegradables y no-enmallantes en condiciones reales
- Cada buque plantará los NED (y sus parejas convencionales) de acuerdo a la cuota que le fue asignada
- El objetivo es estimar la fiabilidad de los prototipos con base en:
  - ✓ Durabilidad
  - ✓ Degradabilidad en condiciones reales
  - ✓ Eficiencia (agregación) de pesca en comparación con los objetos no-enmallantes convencionales

NO AÑADIR AL NED

**Cuadro metálico**

**Cabo sintético**

**Paño / Red**

**Tacho de carnada**

Prototipos de NED

1

2

3

AVISO PARA LAS EMBARCACIONES PARTICIPANDO EN EL PROYECTO NED: ACTIVIDAD DE SIEMBRA E IDENTIFICACIÓN DEL NED Y FAD TRADICIONAL

IDENTIFICACIÓN

| NED | Tradicional |
|-----|-------------|
|     |             |
|     |             |

- SIEMBRA:** Cada NED sembrado estará acompañado de una pareja considerada como elemento de control en el experimento, o sea, un FAD tradicional. La distancia de siembra entre estos será entre 10 y 15 millas. La siembra se realizara durante el día. Estas parejas podrán ser identificadas mediante placas metálicas de colores verde y rojo, y codificadas alfanuméricamente. La siembra será supervisada por el observador, quien tendrá acceso a los datos necesarios.
- IDENTIFICACIÓN del NED, FAD tradicional y sus BALIZAS asociadas antes de la siembra:** Tanto el NED, como el FAD tradicional, y sus respectivas balizas estarán marcados con placas metálicas de colores que contienen un código alfanumérico cuya serie numérica es idéntica. Dos de estas cuatro placas son de color verde, identificadas con la letra "N" y las otras dos son de color rojo, identificadas con la letra "T". Una de las placas de color verde se atará al NED y la otra, a su baliza. Igualmente, una de las placas de color rojo se atará al FAD tradicional y la otra, a su respectiva baliza. La ubicación de las placas en el objeto flotante debe de ser de tal manera que permita al tripulante u observador una fácil detección visual en el siguiente encuentro, por lo tanto, la placa no debe quedar sumergida, sino a un costado o en la parte superior del objeto.

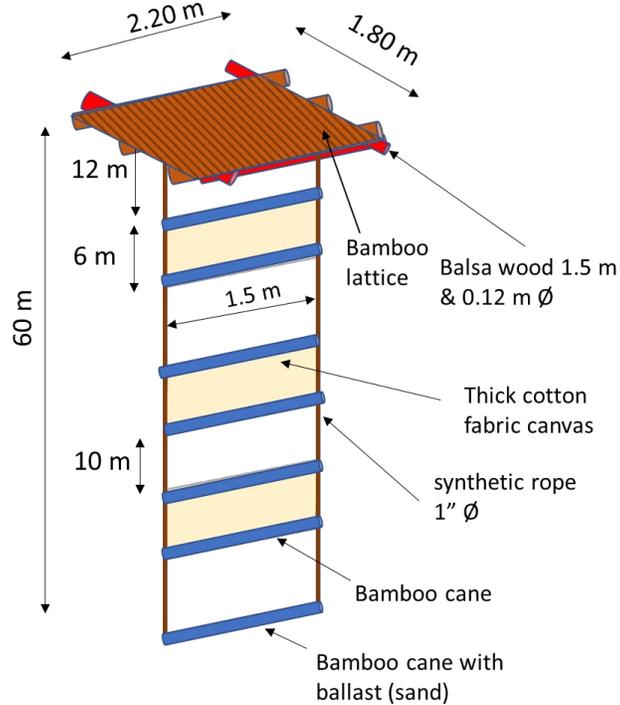
AVISO PARA TODAS LAS EMBARCACIONES QUE PARTICIPAN O NO EN EL PROYECTO NED:

MUY IMPORTANTE: Si durante un encuentro con el NED o FAD tradicional, se reemplaza la baliza, asegúrese de colocar la placa metálica en la nueva boya para mantener el vínculo entre baliza y objeto. Si por alguna razón, la placa del objeto debe ser retirada para poder reemplazar un componente del NED o del FAD tradicional, debe asegurarse de volver a colocar la placa metálica en el objeto, siguiendo las instrucciones de la sección 2.

ATENCIÓN:

- NO RETIRAR** la placa metálica identificativa de la parrilla.
- NO ALTERAR** el diseño inicial de los NED propios o ajenos. Se podrán reemplazar materiales que estén totalmente deteriorados (sólo embarcaciones participantes).
- NO AÑADA** bolsas o envases plásticos, ni tachos con carnada a los NED.
- PROPORCIONE AL OBSERVADOR** la debida facilidad para que pueda coleccionar toda la información relacionada con los objetos participantes en este proyecto, incluyendo los NED y sus parejas convencionales.
- SI ES POSIBLE**, cuando se **REMPLEASE** una baliza, intente usar una de la misma marca (sólo embarcaciones participantes).

FIGURA 11. Cartel para difusión de la información del proyecto.



**FIGURA 12.** Adiciones y modificaciones para mejorar la durabilidad del prototipo 3. Nótese que la soga sintética solo se utilizará en la última tanda de siembras (pendiente). Las siembras del tercer trimestre de 2021 consistieron en NED con una soga biodegradable a base de algodón que fue utilizada e implementada con éxito en otros océanos por algunos buques de la misma flota.

**TABLA 1.** Resumen de las interacciones con NED y parejas de control.

|                           | Siembras | Visitas | Lances | Captura (mt) | Captura por lance (mt) |
|---------------------------|----------|---------|--------|--------------|------------------------|
| <b>NED – Prototipo 1</b>  | 114      | 5       | 8      | 488          | 61                     |
| <b>NED – Prototipo 2</b>  | 392      | 73      | 46     | 1342         | 29.2                   |
| <b>NED – Prototipo 3</b>  | 209      | 8       | 2      | 76           | 38                     |
| <b>NED totales</b>        | 715      | 86      | 56     | 1906         | 34                     |
| <b>Parejas de control</b> | 705      | 106     | 134    | 4177         | 31.2                   |

**TABLA 2.** NED (N) y parejas de control (T) que se sembraron y sobre los que se realizaron lances; Lon: longitud; Lat: latitud; mt: toneladas métricas; Nm: millas náuticas.

| ID Marca | Fecha de siembra | Fecha de lance | Lon de siembra | Lat de siembra | Lon de lance | Lat de lance | Captura de atunes (mt) | Proto-tipo | Tiempo entre lances (días) | Distancia entre lances (Nm) |
|----------|------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|------------------------|------------|----------------------------|-----------------------------|
| N 1      | 9/18/2019        | 10/30/2019     | -88            | 2              | -88.13       | 2.28         | 5                      | 2          | 5.0                        | 352.7                       |
| T 1      |                  | 11/4/2019      | -87.85         | 1.93           | -93.93       | 1.37         | 15                     |            |                            |                             |
| N 2      | 12/3/2019        | 1/19/2020      | -84.35         | -9.22          | -87.22       | -7.35        | 50                     | 2          | 90.2                       | 86.6                        |
| T 2      |                  | 4/18/2020      | -84.2          | -9.22          | -86.97       | -5.93        | 1                      |            |                            |                             |
| N 3      | 1/10/2020        | 1/23/2020      | -79.28         | -11.87         | -80.4        | -13.32       | 0                      | 2          | 21.0                       | 190.6                       |
| T 3      |                  | 2/13/2020      | -79.45         | -11.87         | -79.28       | -16.3        | 10                     |            |                            |                             |
| N 4      | 6/12/2020        | 6/23/2020      | -86.8          | -5.38          | -88.18       | -6.7         | 55                     | 2          | 18.0                       | 76.3                        |
| T 4      |                  | 7/11/2020      | -86.92         | -5.58          | -89.08       | -5.8         | 0                      |            |                            |                             |
| N 5      | 3/13/2020        | 4/22/2020      | -125.38        | 2.82           | -128.18      | 5.82         | 35                     | 2          | 86.9                       | 393.9                       |
| T 5      |                  | 7/18/2020      | -125.63        | 2.83           | -134.65      | 4.62         | 20                     |            |                            |                             |
| N 6      | 8/1/2020         | 10/13/2020     | -88.05         | -2.02          | -108.42      | -5.83        | 207                    | 2          | 9.0                        | 166.8                       |
| T 6      |                  | 10/22/2020     | -88.03         | -2.27          | -111.2       | -5.6         | 0                      |            |                            |                             |
| N 7      | 5/13/2021        | 6/15/2021      | -152.85        | 3.77           | -151.27      | 3.32         | 15                     | 1          | 2.0                        | 30.7                        |
| T 7      |                  | 6/17/2021      | -152.93        | 3.8            | -151.53      | 2.88         | 20                     |            |                            |                             |

**TABLA 3.** Comparaciones entre NED, y su captura de atunes asociada, y plantados o parejas de control relacionados estrechamente en el tiempo y el espacio.

| Grupo | Prototipo | Lances NED | Lances plantados | Total lances | Captura NED | Captura plantado | Captura total | CPL NED | CPL plantados | Tasa CPL NED y plantados | Año  |
|-------|-----------|------------|------------------|--------------|-------------|------------------|---------------|---------|---------------|--------------------------|------|
| 1     | 2         | 1          | 5                | 6            | 5           | 8                | 13.0          | 5       | 1.6           | 3.1                      | 2019 |
| 2     | 2         | 1          | 32               | 33           | 15          | 1239             | 1254          | 15.0    | 38.7          | 0.4                      | 2019 |
| 3     | 2         | 1          | 8                | 9            | 19          | 353              | 372           | 19      | 44.1          | 0.4                      | 2019 |
| 4     | 3         | 1          | 5                | 6            | 61          | 263              | 324           | 61      | 52.6          | 1.2                      | 2019 |
| 5     | 1         | 2          | 6                | 8            | 1308        | 330              | 1638          | 654     | 55            | 11.9                     | 2019 |
| 6     | 1         | 2          | 5                | 7            | 327         | 300              | 627           | 163.5   | 60            | 2.7                      | 2020 |
| 7     | 2         | 2          | 6                | 8            | 43          | 619              | 662           | 21.5    | 103.2         | 0.2                      | 2020 |
| 8     | 2         | 2          | 14               | 16           | 43          | 617              | 660           | 21.5    | 44.1          | 0.5                      | 2020 |
| 9     | 2         | 1          | 5                | 6            | 70          | 296              | 366           | 70      | 59.2          | 1.2                      | 2020 |
| 10    | 2         | 2          | 42               | 44           | 260         | 763.3            | 1023.3        | 130     | 18.2          | 7.2                      | 2020 |
| 11    | 2         | 2          | 43               | 45           | 65          | 780.3            | 845.3         | 32.5    | 18.1          | 1.8                      | 2020 |
| 12    | 2         | 1          | 8                | 9            | 2           | 43               | 45            | 2       | 5.4           | 0.4                      | 2020 |
| 13    | 2         | 1          | 4                | 5            | 18          | 143              | 161           | 18      | 35.75         | 0.5                      | 2020 |
| 14    | 2         | 1          | 8                | 9            | 14          | 288.01           | 302           | 14      | 36            | 0.4                      | 2020 |
| 15    | 2         | 2          | 7                | 9            | 180         | 302              | 482           | 90      | 43.14         | 2.1                      | 2020 |
| 16    | 2         | 2          | 4                | 6            | 45          | 62               | 107           | 22.5    | 15.5          | 1.5                      | 2020 |
| 17    | 2         | 4          | 10               | 14           | 1884        | 642              | 2526          | 471     | 64.2          | 7.3                      | 2020 |
| 18    | 2         | 3          | 11               | 14           | 212         | 550              | 762           | 70.7    | 50            | 1.4                      | 2020 |
| 19    | 2         | 1          | 5                | 6            | 2           | 187              | 189           | 2       | 37.4          | 0.1                      | 2020 |
| 20    | 2         | 1          | 5                | 6            | 14          | 223              | 237           | 14      | 44.6          | 0.3                      | 2020 |
| 21    | 2         | 4          | 7                | 11           | 232         | 396              | 628           | 58      | 56.6          | 1                        | 2020 |
| 22    | 2         | 1          | 5                | 6            | 15          | 193              | 208           | 15      | 38.6          | 0.4                      | 2020 |
| 23    | 1         | 1          | 4                | 5            | 30          | 127              | 157           | 30      | 31.8          | 0.9                      | 2021 |
| 24    | 2         | 1          | 6                | 7            | 5           | 88               | 93            | 5       | 14.7          | 0.3                      | 2021 |
| 25    | 2         | 1          | 18               | 19           | 25          | 741              | 766           | 25      | 41.2          | 0.6                      | 2021 |

**TABLA 4.** Comparaciones entre parejas de control, y su captura de atunes asociada, y plantados o parejas de control relacionados estrechamente en el tiempo y el espacio. CPL: captura por lance.

| Grupo | Lances parejas | Lances plantados | Total lances | Captura parejas | Captura plantados | Captura total | CPL pareja | CPL plantados | Tasa CPL pareja | Año  |
|-------|----------------|------------------|--------------|-----------------|-------------------|---------------|------------|---------------|-----------------|------|
| 1     | 1              | 4                | 5            | 10              | 55                | 65            | 10         | 13.8          | 0.7             | 2019 |
| 2     | 1              | 29               | 30           | 15              | 1194              | 1209          | 15         | 41.2          | 0.4             | 2019 |
| 3     | 1              | 21               | 22           | 7               | 613.3             | 620.3         | 7          | 29.2          | 0.2             | 2019 |
| 4     | 1              | 13               | 14           | 10              | 446               | 456           | 10         | 34.3          | 0.3             | 2019 |
| 5     | 1              | 4                | 5            | 30              | 145               | 175           | 30         | 36.3          | 0.8             | 2019 |
| 6     | 1              | 8                | 9            | 35              | 255               | 290           | 35         | 31.9          | 1.1             | 2020 |
| 7     | 1              | 5                | 6            | 25              | 162.0             | 187.0         | 25         | 32.4          | 0.8             | 2020 |
| 8     | 2              | 5                | 7            | 524             | 66                | 590           | 262        | 13.2          | 19.8            | 2020 |
| 9     | 2              | 4                | 6            | 131             | 34                | 165           | 65.5       | 8.5           | 7.7             | 2020 |
| 10    | 2              | 10               | 12           | 76              | 359.5             | 435.5         | 38         | 36.0          | 1.1             | 2020 |
| 11    | 2              | 11               | 13           | 19              | 192.6             | 211.6         | 9.5        | 17.5          | 0.5             | 2020 |
| 12    | 1              | 4                | 5            | 5               | 66                | 71            | 5          | 16.5          | 0.3             | 2020 |
| 13    | 1              | 8                | 9            | 10              | 269.8             | 279.8         | 10         | 33.7          | 0.3             | 2020 |
| 14    | 1              | 4                | 5            | 10.14           | 45.2              | 55            | 10.1       | 11.3          | 0.9             | 2020 |
| 15    | 1              | 6                | 7            | 105             | 29                | 134           | 105.0      | 4.9           | 21.5            | 2020 |
| 16    | 1              | 7                | 8            | 43              | 920.6             | 963.6         | 43         | 131.5         | 0.3             | 2020 |
| 17    | 1              | 5                | 6            | 140             | 320               | 460           | 140        | 64.0          | 2.2             | 2020 |
| 18    | 1              | 7                | 8            | 30              | 233.4             | 263.4         | 30.0       | 33.3          | 0.9             | 2020 |
| 19    | 1              | 6                | 7            | 110             | 247               | 357           | 110        | 41.2          | 2.7             | 2020 |
| 20    | 1              | 4                | 5            | 25              | 128               | 153           | 25         | 32.0          | 0.8             | 2020 |
| 21    | 2              | 6                | 8            | 135             | 171.0             | 306.0         | 67.5       | 28.5          | 2.4             | 2020 |
| 22    | 2              | 4                | 6            | 172             | 534               | 706           | 86.0       | 133.5         | 0.6             | 2020 |
| 23    | 2              | 4                | 6            | 43              | 228               | 271           | 21.5       | 57.0          | 0.4             | 2020 |
| 24    | 1              | 12               | 13           | 4               | 262               | 266           | 4.0        | 21.8          | 0.2             | 2020 |
| 25    | 1              | 16               | 17           | 28              | 500               | 528           | 28.0       | 31.3          | 0.9             | 2020 |
| 26    | 1              | 13               | 14           | 3               | 196               | 199           | 3          | 15.1          | 0.2             | 2021 |
| 27    | 1              | 5                | 6            | 10              | 215               | 225           | 10         | 43.0          | 0.2             | 2021 |
| 28    | 2              | 10               | 12           | 84              | 733.0             | 817.0         | 42         | 73.3          | 0.6             | 2021 |
| 29    | 2              | 9                | 11           | 136             | 544               | 680           | 68.0       | 60.4          | 1.1             | 2021 |
| 30    | 2              | 22               | 24           | 84              | 1101              | 1185          | 42.0       | 50.0          | 0.8             | 2021 |
| 31    | 2              | 8                | 10           | 136             | 573               | 709           | 68.0       | 71.6          | 0.9             | 2021 |
| 32    | 1              | 4                | 5            | 18              | 50.0              | 68.0          | 18.0       | 12.5          | 1.4             | 2021 |
| 33    | 2              | 10               | 12           | 260             | 211               | 471           | 130.0      | 21.1          | 6.2             | 2021 |
| 34    | 2              | 12               | 14           | 65              | 331               | 396           | 32.5       | 27.6          | 1.2             | 2021 |
| 35    | 1              | 6                | 7            | 35              | 156               | 191           | 35.0       | 26.0          | 1.3             | 2021 |
| 36    | 1              | 9                | 10           | 34              | 396               | 430           | 34.0       | 44.0          | 0.8             | 2021 |

**TABLA 5.** Promedio de la condición de los NED en función del tiempo de remojo. N: número de prototipos en cada categoría de tiempo de remojo. 0: No observado; 1: Excelente; 2: Muy bueno; 3: Bueno; 4: Regular; 5: Malo, and 6: Muy malo. NA: un NED que no está compuesto por un material específico (por ejemplo, la lona sumergida del prototipo 1) o el NED o alguno(s) de sus componentes se perdieron y solo se encontró la boya satelital (por ejemplo, '>90' tiempo de remojo del prototipo 3).

| Soak time (days) | Prototype | N  | ----- Floating component ----- |        |       |                 | ----- Submerged component ----- |           |                 |        |                  |
|------------------|-----------|----|--------------------------------|--------|-------|-----------------|---------------------------------|-----------|-----------------|--------|------------------|
|                  |           |    | Bamboo                         | Canvas | Balsa | Tightening rope | Canvas                          | Main rope | Tightening rope | Bamboo | Bamboo (ballast) |
| 1-30             | 1         | 4  | 1.8                            | 1.8    | 1.2   | 1.2             | NA                              | 1.8       | 1.7             | 1.3    | 1.8              |
| 31-60            | 1         | 4  | 1.5                            | 1.8    | 1.2   | 1.8             | NA                              | 2.5       | 1.5             | 1.3    | 1.5              |
| 61-90            | 1         | 3  | 2.9                            | 3.8    | 2.1   | 2.2             | NA                              | 3.5       | 2.5             | 1      | 2.9              |
| >90              | 1         | 1  | 3                              | 3      | 2     | 1               | NA                              | 3         | 3               | NA     | 3                |
| 1-30             | 2         | 63 | 1.6                            | 1.9    | 1.6   | 1.8             | 1.8                             | 1.9       | 1.9             | 1.6    | 1.6              |
| 31-60            | 2         | 34 | 1.9                            | 2.1    | 2     | 2.1             | 2.2                             | 2.3       | 2.1             | 2.1    | 2.1              |
| 61-90            | 2         | 12 | 2.2                            | 3.4    | 2.4   | 2.6             | 3.4                             | 3.6       | 3.3             | 3.2    | 3.4              |
| >90              | 2         | 2  | 4.5                            | 6      | 4.5   | 5               | 6                               | 6         | 6               | 6      | 6                |
| 1-30             | 3         | 2  | 4                              | 4.5    | 1.5   | 4.2             | 3                               | 2.8       | 3               | 3      | 3                |
| 31-60            | 3         | 4  | 2.2                            | 5.6    | 2.8   | 2.9             | 5.2                             | 4.4       | 5.2             | 5.2    | 5.2              |
| 61-90            | 3         | 1  | 5                              | NA     | 1     | 5               | 3                               | 3         | 3               | 3      | 3                |
| >90              | 3         | 2  | NA                             | NA     | NA    | NA              | NA                              | NA        | NA              | NA     | NA               |

**TABLA 6.** Tiempo de remojo total de plantados experimentales entre la primera siembra y la última recuperación o el último encuentro. N: número de NED o plantados; Mín.: mínimo; Máx.: máximo; Q: cuantil.

| Plantado experimental    | N   | Tiempo de remojo Mín. (días) | Tiempo de remojo Máx. (días) | Promedio (días) | Q (.25) | Q (.5) (mediana) | Q (.75) |
|--------------------------|-----|------------------------------|------------------------------|-----------------|---------|------------------|---------|
| <b>NED - Prototipo 1</b> | 12  | 33                           | 139                          | 62              | 35.5    | 50               | 71      |
| <b>NED - Prototipo 2</b> | 111 | 1                            | 244                          | 43.6            | 23.5    | 39               | 57.5    |
| <b>NED - Prototipo 3</b> | 9   | 40                           | 94                           | 66.9            | 48.5    | 59               | 89      |
| <b>Pareja de control</b> | 213 | 1                            | 425                          | 87.4            | 38      | 68               | 119     |