


Abril 2022

S

	منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة	联合国 粮食及 农业组织	Food and Agriculture Organization of the United Nations	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
---	--	--------------------	--	--	---	--

COMISIÓN DE PESCA PARA EL ATLÁNTICO CENTRO-OCCIDENTAL (COPACO)**DECIMOPRIMERA (VIRTUAL) REUNIÓN DEL GRUPO ASESOR CIENTÍFICO (GAC)****25-27 de abril de 2022****Guía de la COPACO para mejorar el seguimiento de la pesca con DCPf y la evaluación de sus efectos en las poblaciones de peces****ÍNDICE**

Antecedentes.....	3
Visión general de los esfuerzos recientes para mejorar los sistemas de recopilación de datos de pesca en los países miembros de la COPACO en los que la pesca con DCPf es importante	3
Descripción de los datos de pesca recopilados actualmente en la región	4
Requisitos mínimos de datos: El libro de a bordo del CRFM para la pesca con DCPf en el Caribe Oriental.....	5
Correspondencia del libro de a bordo del CRFM con los requisitos en materia de notificación de datos de la CICAA y los del plan de ordenación de DCP	11
Avances futuros: basarse en el libro de a bordo del CRFM para los requisitos mínimos en materia de datos.....	11
Un requisito adicional recomendado	11
El desafío.....	12
La solución: Las TIC para mejorar la recopilación de datos y el seguimiento de los DCPf.....	13
Recopilación de datos biológicos para complementar los datos sobre capturas y esfuerzo de pesca	16
Mejorar el muestreo y la recopilación de datos	16
Implementación de un sistema de registro y seguimiento de DCPf.....	16
Implementación de un sistema de licencias.....	17

Intercambio e integración de datos en la región.....	17
Mejorar la evaluación de los efectos de la pesca con DCPf en los ecosistemas y las poblaciones	20
Los DCPf como herramientas de investigación independientes de la pesca.....	20
Abordar la hiperestabilidad en los DCP utilizando datos independientes de la pesca.....	23
Bibliografía.....	24

ANTECEDENTES

Desde finales de la década de 1960 —momento en que se introdujo la pesca con dispositivos de concentración de peces fondeados (DCPf) en la región de la Comisión de Pesca para el Atlántico Centro-Occidental (COPACO)— se ha producido un incremento continuo del número de Estados miembros de la COPACO (o de sus territorios de ultramar) que practican este tipo de pesca, la mayoría de los cuales se encuentran en el Caribe insular (Wilson *et al.* 2020). Según un estudio reciente, se calcula que actualmente hay más de 3 500 DCPf en toda la región de la COPACO, explotados por más de 5 000 pescadores en pequeña escala que utilizan más de 3 000 embarcaciones de pequeño tamaño (de menos de 9 metros de eslora) y diversas técnicas de pesca muy selectivas (Vallès, en preparación).

El rápido desarrollo de este tipo de pesca en pequeña escala —aunque en gran parte no regulada— ha provocado un aumento de la explotación de las poblaciones transzonales de grandes pelágicos en la región y ha generado cierta preocupación sobre los efectos de esta actividad (CRFM 2015). Entre los motivos de preocupación se incluyen la posible explotación excesiva de juveniles de túnidos y otras especies (dorados) asociada a los DCPf (Morgan 2011; Dagorn *et al.* 2013; CRFM 2015); la pesca dirigida de especies que actualmente se consideran sobreexplotadas, como la aguja azul del Atlántico (FAO 2016; Bealey *et al.* 2019); el posible aumento de las capturas incidentales (Morgan 2011; Dagorn *et al.* 2013; Leroy *et al.* 2013); el posible funcionamiento de los DCPf como trampas ecológicas (Hallier and Gaertner 2008; Dagorn *et al.* 2013); y las propiedades de los DCPf, que impiden interpretar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como índice de abundancia de las poblaciones (Ehrhardt *et al.* 2017b).

Éstas son algunas de las preocupaciones que contribuyeron a impulsar la creación del Grupo de trabajo de la COPACO sobre el desarrollo de la pesca sostenible con DCPf en las Antillas Menores en 2001, que posteriormente se amplió para incluir al Instituto Francés de Investigación para la Explotación del Mar (IFREMER), a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés) y al Mecanismo Regional de Pesca del Caribe (CRFM, por sus siglas en inglés) como asociados regionales. Asimismo, dieron lugar a la redacción del Plan subregional de ordenación de la pesca con DCPf en el Caribe Oriental en 2015 (CRFM 2015). En 2019 se aprobó la Recomendación COPACO/17/2019/21 “Sobre la sostenibilidad de la pesca con dispositivos de concentración de peces fondeados en la zona de competencia de la COPACO”¹. Esta Recomendación reconocía de manera explícita “... la necesidad de mejorar los datos y la información para reducir la incertidumbre de las metodologías de evaluación de poblaciones actualmente utilizadas y de realizar un seguimiento de los efectos a largo plazo de este tipo de pesca sobre las poblaciones ...”. En consonancia con este reconocimiento, una de las actividades principales del proyecto GCP/SLC/217/CE (“Apoyo a la Secretaría de la COPACO en la implementación de acciones específicas del Plan de trabajo 2019-2020 para la mejora de la gobernanza de la pesca regional”) —financiado por la Unión Europea— es la elaboración de una guía para mejorar el seguimiento de la pesca con DCPf y la evaluación de sus efectos en las poblaciones de peces.

Esta guía está dirigida principalmente a autoridades pesqueras nacionales/locales y a investigadores que participan en el desarrollo y la aplicación de sistemas de recopilación de datos de pesca. En primer lugar, se describen los esfuerzos realizados recientemente para mejorar los sistemas de recopilación de datos de pesca relacionados con los DCPf en la región de la COPACO, centrándose en el Caribe Oriental. A continuación, se basa en todo este trabajo para proponer una hoja de ruta que depende del poder potencialmente transformador de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para subsanar deficiencias en materia de datos.

VISIÓN GENERAL DE LOS ESFUERZOS RECIENTES PARA MEJORAR LOS SISTEMAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS DE PESCA EN LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA COPACO EN LOS QUE LA PESCA CON DCPF ES IMPORTANTE

En 2008, las Secretarías del CRFM, la Comunidad del Caribe (CARICOM) y la JICA suscribieron la realización de un estudio sobre la formulación de un plan maestro para el uso sostenible de los recursos pesqueros para el desarrollo

¹ https://www.fao.org/fi/static-media/MeetingDocuments/WECAFC/WECAFC2019/17/WECAFC%20Recommendations%20and%20Resolutions_ES.pdf

de la comunidad costera en el Caribe (CRFM/JICA 2012). Abarcó a 13 países e incluyó estudios de referencia para ayudar a caracterizar sus pesquerías e identificar las cuestiones fundamentales que se debían abordar. Algunos de los problemas detectados estaban relacionados con la generación y el tratamiento de las estadísticas de pesca. Entre ellos se incluían: (1) la recopilación insuficiente de datos para fundamentar la toma de decisiones; (2) la gestión inadecuada de los datos; (3) el uso insuficiente del Sistema de Información Pesquera del Caribe (CARIFIS, por sus siglas en inglés); y (4) la difusión inadecuada de la información. Además, este estudio de referencia mostró que el nivel de desarrollo de los sistemas estadísticos de pesca de los diferentes países participantes era muy dispar. Hizo hincapié también en la importancia de establecer una base de datos regional para los países de la región del Caribe, pero reconoció la dificultad de esta labor, dadas las diferencias entre países en materia de capacidades y políticas.

Asimismo, incluyó ejecución de un proyecto piloto sobre la pesca con DCPf en dos países —Santa Lucía y Dominica— con la finalidad de: (1) mejorar la capacidad de los oficiales de pesca y las organizaciones de pescadores para ordenar los recursos pelágicos explotados con DCPf; y (2) aumentar la productividad de la pesca con DCPf mediante el desarrollo de la capacidad y las habilidades para aprovechar los recursos pelágicos. Basándose en la experiencia de este proyecto incluido en el estudio para formular el plan maestro mencionado anteriormente, en 2013 se puso en marcha el Proyecto de ordenación pesquera conjunta del Caribe (CARIFICO, por sus siglas en inglés), de cinco años de duración. Tenía como objetivo seguir desarrollando un enfoque de ordenación conjunta de la pesca con DCPf para cada país participante. El proyecto se amplió para incluir a cinco países en los que se practica este tipo de pesca: Antigua y Barbuda, Dominica, Granada, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía y San Vicente y las Granadinas. Uno de los principales resultados de este proyecto de ordenación conjunta fue el desarrollo de un sistema de libros de a bordo para la recopilación de datos que deben ser cumplimentados por los pescadores, como parte de su responsabilidad de ayudar a realizar un seguimiento de la pesca con DCPf.

En paralelo a estos esfuerzos, Barnwell (2014) realizó un examen de los sistemas de recopilación de datos de pesca en determinados países miembros del CRFM con el fin de evaluar en qué medida se estaba integrando la información sobre la pesca con DCPf. Este informe formuló varias consideraciones y los países participantes realizaron varias observaciones en relación con los requisitos mínimos en materia de datos (CRFM 2014). En particular, se hizo hincapié en la necesidad de que la información recopilada cumpliera los requisitos de la Recomendación de 2011 de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico (CICAA) sobre un programa plurianual de conservación y ordenación para el patudo y el rabil y las Directrices para la preparación de planes de ordenación de DCP (Anexo 1 de la Recomendación). Asimismo, el informe reconoció los esfuerzos de varios países por integrar los DCPf en sus sistemas de recopilación de datos, pero puso de relieve las diferencias en la información obtenida y las herramientas de gestión de datos. Por lo tanto, recomendó estandarizar —en cierta medida— estas herramientas, los requisitos mínimos en materia de datos, las medidas del esfuerzo de pesca y los métodos de recopilación de información (censo frente a muestreo) de los países. También aconsejó obtener datos biológicos (al menos datos de frecuencia de tallas) de forma periódica. El análisis de estas conclusiones puso también de manifiesto la importancia de incorporar datos socioeconómicos (gasto en combustible; precio unitario del pescado; valor de las capturas) en el proceso de recopilación de información (CRFM 2014).

El informe reconoció además el valor de compartir un sistema común informatizado para la gestión de información entre los diferentes países, a fin de integrar los conjuntos de datos, contribuir a su estandarización y facilitar así cualquier investigación posterior basada en toda esta información. Sin embargo, el informe señaló que los esfuerzos anteriores en este ámbito fracasaron debido a la falta de asistencia técnica continua. Por lo tanto, el enfoque preferido por los diferentes países en ese momento consistió en mantener sus respectivos sistemas de gestión de datos y continuar trabajando para estandarizar los requisitos mínimos para la información sobre el esfuerzo de pesca y los datos biológicos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS DE PESCA RECOPIADOS ACTUALMENTE EN LA REGIÓN

La existencia de diferencias considerables entre países en la implementación de sistemas de estadísticas de pesca se ve confirmada por los resultados de una encuesta reciente realizada a informantes clave en 20 territorios/países en los que se practica la pesca con DCPf. En primer lugar, una cuarta parte (25%) de los países/territorios no recopila de manera sistemática ningún dato relacionado con la pesca con DCPf. El resto de los países/territorios (75%) sí disponen de un sistema activo de recopilación de datos de pesca, facilitado por un formulario estandarizado para

recopilar la información (Cuadro 1); casi todos ellos distinguen de manera explícita los desembarques de la pesca con DCPf de los de otros tipos de pesca.

Un examen más detallado de los requisitos en materia de datos de los países/territorios con estos sistemas identificó información relevante que se recopila en la mayoría de los lugares (>75%). Entre ella se incluye: (1) el tiempo dedicado a pescar, (2) el número de pescadores en cada embarcación, (3) las técnicas de pesca utilizadas, (4) el peso total desembarcado y (5) el peso total desembarcado por especie (Cuadro 1). Sin embargo, solamente el 50% de estos países/territorios cuantifican el número de líneas activas, una medida más refinada del esfuerzo de pesca. El porcentaje de países/territorios que registran la ubicación/identidad de los DCPf utilizados y el gasto en combustible es menor si cabe (Cuadro 1). Estos resultados confirman la necesidad de implementar un conjunto mínimo de requisitos estandarizados de datos para facilitar la integración regional de la información.

Cuadro 1. Porcentaje de países/territorios que recopilan datos sobre 12 variables relacionadas con la pesca con DCPf, según una encuesta reciente. Cinco de los 20 países/territorios encuestados no recopilan de forma sistemática ningún dato relacionado con la pesca con DCPf, por lo que los porcentajes incluidos en el cuadro hacen referencia a un grupo de 15 países/territorios.

Variable	Sí	A veces	No
Ubicación o identificación de los DCPf	38%	23%	38%
Tiempo dedicado a pescar	87%	13%	0%
Tiempo dedicado a los desplazamientos	43%	14%	43%
Número de pescadores en cada embarcación	87%	7%	7%
Técnicas de pesca utilizadas	93%	7%	0%
Número de líneas en el agua	50%	17%	33%
Peso total desembarcado	93%	7%	0%
Peso desembarcado por especie	86%	14%	0%
Consumo de combustible y otros gastos	36%	29%	36%
Ingresos estimados por la venta del pescado	64%	7%	29%
Número de peces desembarcados	47%	27%	27%
Número de peces desembarcados por especie	47%	33%	20%

REQUISITOS MÍNIMOS DE DATOS: EL LIBRO DE A BORDO DEL CRFM PARA LA PESCA CON DCPF EN EL CARIBE ORIENTAL

Entre 2014 y 2015, el CRFM contribuyó al proyecto CARIFICO por medio de la elaboración de un libro de a bordo para la pesca con DCPf, con aportaciones de los cinco países participantes en ese período (Mohammed and Masters 2014; Masters and Mohammed 2015; Mohammed 2015; Mohammed and Masters 2015). Todo el proceso —que concluyó con la presentación de la versión final del libro de a bordo— se describe en detalle en (Mohammed 2015). Este libro de a bordo era una continuación de un trabajo anterior (CRFM/JICA 2012; Barnwell 2014; CRFM 2014) e implicaba un examen adicional de los sistemas estadísticos de pesca implementados durante el proyecto CARIFIC. Tenía como objetivo reforzar de manera significativa los sistemas de datos de pesca ya existentes al:

1. Apoyar la estandarización de los requisitos y la recopilación de datos sobre la pesca con DCPf en todos los países, a fin de contribuir a la consolidación de esta información para los análisis pesqueros regionales.
2. Permitir la obtención de indicadores de rendimiento adecuados para evaluar la situación de la pesca con DCPf en relación con objetivos socioeconómicos específicos en materia de ordenación que suelen estar asociados a este tipo de actividad.

3. Alinear los requisitos en materia de datos con los de las recomendaciones de la CICAA para los túnidos de gran tamaño.
4. Posibilitar la cuantificación de los efectos de la pesca con DCPf en componentes biológicos clave de los ecosistemas (captura de juveniles de especies objetivo, especies objetivo sometidas a sobrepesca y especies no objetivo).
5. Facilitar la evaluación de los efectos de los tipos de artes de pesca, los cebos y la profundidad a la que se faena en la producción pesquera y la composición de las especies.
6. Posibilitar la evaluación de los efectos de determinados factores ambientales en la producción pesquera y la composición de las especies.

El libro de a bordo tiene cuatro secciones diferentes: (1) una sección general que identifica la embarcación, su propietario y el punto de desembarque; (2) una sección con las hojas de registro para introducir la información pertinente de cada salida de pesca; (3) una sección con un mapa de las zonas de pesca, las ubicaciones de los DCPf y los puntos de desembarque y salida; (4) una sección con directrices para cumplimentar las hojas de registro, que incluye ilustraciones de especies clave para facilitar su identificación; y (5) un ejemplo de una hoja de registro debidamente cumplimentada. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de una hoja de registro.

Los requisitos en materia de datos de esta versión final reflejan el resultado de un proceso participativo iterativo con oficiales de pesca de los cinco países. Pero también constituye una solución de compromiso necesaria entre mantener estos requisitos en niveles mínimos para facilitar la participación de los pescadores, y solicitar la máxima información posible a fin de orientar de manera efectiva la ordenación de la pesca con DCPf. Así pues, estos requisitos representan un estándar mínimo validado para la pesca con DCPf en la región. El Cuadro 2 muestra los datos requeridos en las hojas de registro del libro de a bordo.

La Figura 2 ilustra los vínculos entre las distintas variables del libro de a bordo para las cuales se han incluido unos datos de una salida de pesca ficticia a modo de ejemplo. Una embarcación con dos pescadores sale del puerto a las 5 de la mañana y regresa a las 11 de la mañana. Durante ese período de tiempo, visita dos DCP diferentes. En el primer DCPf, utiliza líneas y curricanes de superficie y captura varias especies (aguja azul del Atlántico, rabil y dorado). En el segundo DCPf solamente utiliza curricanes y captura una sola especie (dorado). Las hojas de registro exigen de manera explícita que se vincule un arte de pesca específico a la especie capturada. Y que se proporcionen datos sobre el esfuerzo de pesca (número de anzuelos y horas dedicadas), la profundidad y la hora del día a la que se faena, y el tipo de cebo asociado al arte de pesca. Estos requisitos mínimos son fundamentales porque se sabe que la abundancia y la composición de las capturas están muy influenciadas por cambios en cualquiera de estos parámetros y la ubicación de los DCPf (p. ej. distancia a la costa, profundidad del fondeo, nivel de exposición) (revisado en CRFM 2015). Estos datos se pueden emplear también para proporcionar estimaciones razonablemente precisas de la CPUE y la eficiencia. Además, las hojas de registros requieren informar sobre la presencia de otras embarcaciones que faenan en el mismo DCPf, lo que probablemente afecte a su producción pesquera (Sidman *et al.* 2014). También pretende subsanar las posibles diferencias en la notificación del peso desembarcado debido a los niveles diferentes de elaboración de las capturas mientras se encuentran a bordo. Esto debería facilitar el proceso de normalización y consolidación de datos de diferentes lugares. Aunque no se solicitan las tallas (o pesos) individuales de los peces, las hojas de registro requieren indicar el número de peces capturados de cada especie con cada arte de pesca específico. Esta información se puede combinar con el peso total capturado para obtener el peso medio de cada uno de los ejemplares de cada especie capturada. Se trata de un indicador aproximado que —sin embargo— podría proporcionar información útil para la ordenación sobre las tendencias espaciales-temporales de los diferentes tamaños (pesos) de cada especie (Shin *et al.* 2005).

Las hojas de registro requieren también identificar los grupos no objetivo (p. ej. tortugas, tiburones, mamíferos, aves marinas) capturados durante la pesca y su destino (desembarques o descartes vivos/muertos). Aunque en las hojas de registro la captura de estos grupos no se vincula directamente a un arte de pesca o DCPf específico, la sección de comentarios se podría utilizar para este fin, ya que la información es útil. Asimismo, las hojas de registro intentan capturar la influencia de las condiciones del mar en la producción pesquera. Para ello se solicita información básica sobre el estado del mar, el color del agua y la posible presencia de esteras de sargazo.

Las hojas de registro recopilan también otra información importante: los datos económicos sobre la salida de pesca. Se deben especificar los gastos de la salida de pesca (combustible, aceite, comida, hielo y artes de pesca perdidas),

Cuadro 2. Vínculos entre los requisitos en materia de datos de la versión final del libro de a bordo del CFRM para la pesca con DCPf (Figura 1) y los de la CICAA.

Sección del libro de a bordo del CFRM	Información requerida	Requisito de la CICAA para el registro de capturas (Anexos 2 y 6)
Información básica sobre la salida de pesca	Nombre de la embarcación	X
	Número de registro de la embarcación	X
	Punto de salida	X
	Punto de desembarque	X
	Fecha de salida	X
	Fecha de desembarque	X
	Hora de salida	
	Hora de desembarque	
Artes de pesca y esfuerzo de pesca	Identificador del DCPf o área de pesca	X
	Número de pescadores en cada embarcación	
	Tipo de arte de pesca utilizado	X
	Número de líneas	X
	Número de anzuelos	X
	Número de horas pescando	
	Número total de embarcaciones pescando con DCPf	
	Profundidad de pesca	
	Tipo de cebo: señuelos artificiales o especies naturales	
	Momento del día: noche o día	
Capturas	Identificación de la especie	X
	Peso de la captura (kilogramos o libras)	X
	Estimación del peso	X
	Nivel de elaboración (eviscerado, sin branquias, con cabeza, con aletas, entero)	X
	Número de peces	X
Ingresos de la salida de pesca	Especies objetivo	
	Peso vendido (kilogramos o libras)	
	Precio unitario	
Captura incidental	Grupos seleccionados (tortugas, aves marinas, tiburones, delfines, marsopas, manatíes, otros)	X
	Número de ejemplares desembarcados, descartes vivos y descartes muertos	X
Costes de la salida de pesca	Cantidad de combustible y coste	
	Cantidad de aceite y coste	
	Coste del hielo, la comida y los cebos	
	Coste de las artes de pesca perdidas	
Condiciones del mar	Estado del mar (mar calmado-mar gruesa)	
	Color del agua (azul-violeta)	
	Presencia/ausencia de algas marinas	
Información básica de quien cumplimenta las hojas de registro	Nombre del pescador	X
	Nombre de quien recopila los datos	X
	Fecha	

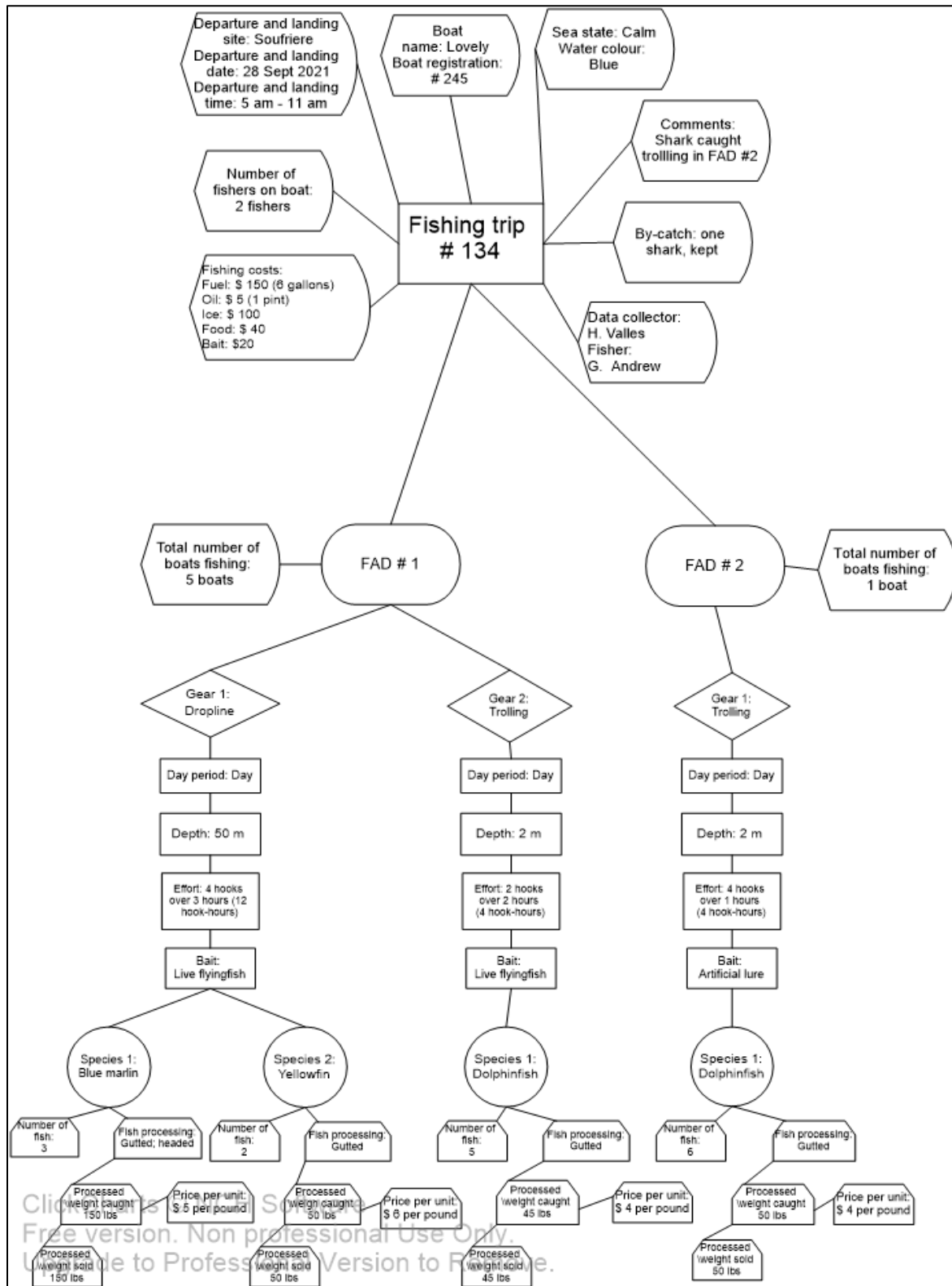


Figura 2. Vínculos entre las variables de las hojas de registro del libro de a bordo del CFRM para una salida de pesca ficticia a dos DCPF en la que se utilizan diferentes artes de pesca, se faena durante períodos de tiempo distintos y se capturan especies diferentes.

Cuadro 3. Relación entre los objetivos generales de ordenación habitualmente asociados a la pesca con DCPf en el Caribe y los indicadores de rendimiento que se pueden obtener de los datos requeridos en las hojas de registro de la versión final del libro de a bordo del CRFM para la pesca con DCPf.

Objetivos habituales de ordenación. Ámbito socioeconómico.	Indicador(es) de rendimiento	Relevancia
Aumentar los ingresos de los pescadores	Ingresos totales en cada salida de pesca; Beneficio en cada salida de pesca (ingresos menos gastos); Beneficio por pescador y por hora en cada salida de pesca	Alta
Reducir el consumo de combustible	Consumo de combustible y coste por salida de pesca	Alta
Incrementar la eficiencia	Captura por unidad de esfuerzo (CPUE); Valor de la captura por unidad de esfuerzo (VPUE)	Alta
Contribuir a la seguridad alimentaria	Peso total desembarcado	Alta
Aumentar la disponibilidad local de productos pesqueros	Peso total desembarcado	Alta
Reducir la competencia entre pescadores por recursos/caladeros	Número de embarcaciones que pescan en un mismo DCPf al mismo tiempo	Media
Reducir la exigencia física de la pesca	Número total de salidas de pesca; Tiempo medio en el mar en cada salida de pesca; Distancia media recorrida en cada salida de pesca	Media
Animar a los pescadores a permanecer en aguas territoriales	Distancia media recorrida en cada salida de pesca; Número total de salidas de pesca	Media
Aumentar la seguridad en el mar	Distancia media recorrida en cada salida de pesca; Número total de salidas de pesca	Media
Generar empleo	Número de pescadores en cada salida de pesca; Número total de salidas de pesca	Media
Apoyar o desarrollar un mercado pesquero deportivo/a la carta	Número de pescadores en cada salida de pesca; Número total de salidas de pesca	Media
Reducir las importaciones de pescado	Peso total desembarcado	Baja
Incrementar las exportaciones de pescado	Peso total desembarcado	Baja
Generar productos nuevos con valor añadido	Peso total desembarcado	Baja
Reducir los conflictos entre pescadores y otros usuarios del mar (p. ej. navegación, turismo)	-	Ninguna
Promover la ordenación conjunta	-	Ninguna
Promover la cohesión social y la colaboración entre los pescadores	-	Ninguna
Objetivos recomendados de ordenación. Ámbito biológico y ecosistémico.	Indicador(es) de rendimiento	Relevancia
Reducir las capturas de juveniles	Peso medio de cada pez capturado por especie en cada salida de pesca	Alta
Reducir las capturas de especies sobreexplotadas	Peso total capturado por especie en cada salida de pesca; Número total de ejemplares capturados por especie en cada salida de pesca; CPUE por especie	Alta
Reducir la captura incidental de grupos clave	Número de ejemplares capturados por grupo en cada salida de pesca	Alta
Disminuir la presión pesquera costera o cercana a la costa	Número de pescadores en cada salida de pesca; Número total de salidas de pesca en comparación con los valores de referencia	Baja
Minimizar los efectos de las trampas ecológicas	-	Ninguna

CORRESPONDENCIA DEL LIBRO DE A BORDO DEL CRFM CON LOS REQUISITOS EN MATERIA DE NOTIFICACIÓN DE DATOS DE LA CICAA Y LOS DEL PLAN DE ORDENACIÓN DE DCP

En consonancia con los esfuerzos anteriores, los datos requeridos en las hojas de registro del libro de a bordo del CRFM se escogieron para que se correspondieran —en la medida de lo posible— con los requisitos en materia de notificación de datos de la CICAA en ese momento, en particular con los estipulados en el Anexo 1 y el Anexo 2 de la Recomendación 14-01 de la CICAA sobre un programa plurianual de conservación y ordenación para los túnidos tropicales (Mohammed 2015). Desde 2015 se han realizado varias enmiendas a esta recomendación (Recomendaciones 16-01, 19-02 y 20-01 de la CICAA). Es importante señalar que en todas las enmiendas los requisitos en materia de datos solamente aplican a buques pesqueros de las Partes y Entidades Contratantes y No Contratantes Colaboradoras de la CICAA que tienen al menos 20 metros de eslora (por lo general buques equipados con redes de cerco con jareta y cebo vivo). Por lo tanto, a excepción de las embarcaciones que se dedican a la pesca con cañas y líneas al sur de Brasil, estos requisitos no son directamente relevantes para los buques de menor tamaño (menos de 9 metros de eslora) que pescan en DCPf en toda la región de la COPACO, con independencia de que sus países de origen sean Partes Contratantes de la CICAA o no. Sin embargo, tal y como señala Mohammed (2015), se recomienda encarecidamente que los países miembros de la COPACO cuyas embarcaciones faenan en DCPf en la región integren estos requisitos —en la medida de lo posible— en sus sistemas de recopilación de datos de pesca, a fin de apoyar los esfuerzos de conservación y ordenación de los túnidos, dada la importancia de sus poblaciones para la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia en la región.

El Cuadro 2 pone de manifiesto también la correspondencia entre los datos requeridos en las hojas de registro del libro de a bordo del CRFM y los requisitos del Anexo 6 de la CICAA y el cumplimiento razonable de la mayoría de las recomendaciones de esta organización. Además, la CICAA exige que: (1) el libro de a bordo esté numerado por hojas; (2) el libro de a bordo se cumplimente cada día o antes de la llegada al puerto; (3) el libro de a bordo incluya una copia de las hojas, y (4) el libro de a bordo permanezca en la embarcación durante toda la salida de pesca. En este sentido, el libro de a bordo del CRFM está numerado y contiene hojas de registro numeradas; se debe cumplimentar al concluir cada salida de pesca (en el contexto de la pesca con DCPf en la región esto se produce el mismo día en el que se sale a faenar); y debe estar impreso en papel autocopiativo para que los pescadores puedan conservar una copia de las hojas de registro (Mohammed 2015). Sin embargo, dadas las limitaciones de espacio de las pequeñas embarcaciones pesqueras y la probabilidad consiguiente de que cualquier objeto se dañe o pierda, no se sabe si el libro de a bordo podría mantenerse en buen estado en el interior de una embarcación durante toda una salida de pesca (Mohammed 2015).

AVANCES FUTUROS: BASARSE EN EL LIBRO DE A BORDO DEL CRFM PARA LOS REQUISITOS MÍNIMOS EN MATERIA DE DATOS

Los requisitos en materia de datos del libro de a bordo del CRFM suponen un paso importante hacia la estandarización de la recopilación de datos para proporcionar información —con suficiente precisión— sobre el cumplimiento de los objetivos de ordenación local, al tiempo que cumplen los requisitos mínimos de la CICAA en materia de datos para contribuir a la conservación y ordenación de las poblaciones compartidas a nivel regional (CRFM 2015). Además, los tipos de artes de pesca, las principales especies objetivo y los mapas (y zonas) de pesca se pueden personalizar con facilidad para reflejar el contexto local en toda la región. Es importante destacar que las hojas de registro se pueden emplear también para realizar un seguimiento de la pesca pelágica sin DCPf (p. ej. identificación de la ubicación de la zona de pesca). Esto contribuye a integrar los conjuntos de datos de la pesca con DCPf y de otros tipos de pesca. Por lo tanto, se recomienda que los requisitos en materia de datos y el diseño de las hojas de registro del libro de a bordo se utilicen como modelo básico para esfuerzos futuros en este ámbito.

UN REQUISITO ADICIONAL RECOMENDADO

Una aportación valiosa a las hojas de registro del libro de a bordo del CRFM consistiría en incluir un requisito adicional en materia de datos. Tendría como objetivo aclarar cuándo se capturan peces debajo de objetos flotantes que no son DCPf. Se podría distinguir entre objetos artificiales resultado de la actividad humana —relacionados con la actividad pesquera (pecios, redes viejas) o de otro tipo (tanques abandonados)— y objetos naturales de origen

vegetal (esteras de sargazo) o animal (tiburones ballena). Esta distinción también alinearía el libro de a bordo con la Recomendación 19-02 de la CICAA sobre los requisitos en materia de datos (Anexo 3). Diferenciar entre los distintos tipos de objetos flotantes debajo de los cuales se concentran peces es especialmente importante dada la presencia estacional —ya consolidada— de estereras de sargazo en toda la región (Franks *et al.* 2012).

EL DESAFÍO

El libro de a bordo se concibió originalmente como un elemento que debía llevarse en la embarcación en cada salida de pesca y ser cumplimentado por los propios pescadores bajo un acuerdo de responsabilidad compartida en la recopilación de datos. Reconociendo que esto suponía un desafío notable, Mohammed (2015) formuló una serie de recomendaciones para facilitar el uso adecuado y frecuente de este libro. Entre ellas se incluyen la necesidad de: (1) concienciar a los pescadores sobre la importancia de los datos recopilados para medir los avances hacia el cumplimiento de los objetivos de ordenación que les afectan personalmente —como el aumento de sus ingresos— y mantener continuamente su compromiso proporcionándoles información periódica sobre los resultados derivados de estos datos; (2) concienciar a los responsables de la toma de decisiones sobre la importancia de los datos para poner de manifiesto —de forma objetiva— la trascendencia socioeconómica de la pesca, a fin de garantizar recursos financieros y humanos adecuados para contribuir al sistema de recopilación de datos; y (3) capacitar a los pescadores en la identificación de las especies de peces, para que puedan proporcionar los datos mínimos requeridos en el libro de a bordo.

En realidad, no se ha resuelto aún cómo delegar —de manera efectiva y sostenible— la cumplimentación del libro de a bordo en los propios pescadores. Durante el proyecto CARIFICO en Dominica —que promovía un enfoque de ordenación conjunta— se propuso que los pescadores con licencia para faenar en DCPf registraran sus salidas de pesca en un libro de a bordo. Además, para incentivar más aún a los pescadores, se propuso que estos libros sirvieran como justificante de sus ingresos para solicitar préstamos bancarios una vez certificados por la División de Pesca (Figura 3, representación esquemática de la izquierda) (CRFM/JICA 2011). También se propuso que la autorización para el despliegue de nuevos DCPf por parte de una cooperativa de pescadores estuviera sujeta a la cumplimentación de las hojas de registro del libro de a bordo y al abono de las tasas por el uso de los dispositivos (Figura 3, representación esquemática de la derecha) (CRFM/JICA 2011). Sin embargo, el sistema no funcionó (J. Defoe, comunicación personal). Por lo tanto, Mohammed (2015) recomienda que el suministro de datos por parte de los pescadores sea obligatorio o esté legislado —en lugar de ser voluntario— y esté sujeto a un seguimiento, control y cumplimiento adecuados, incluidas sanciones cuantiosas por el incumplimiento de estas obligaciones. Sin embargo, como señala Tilley (2020), *“es poco probable que la promesa de la ordenación conjunta o la capacidad de los sistemas de datos para mejorar la sostenibilidad de los recursos compartidos sea un incentivo suficiente por sí solo para que los pescadores se comprometan y participen en la recopilación de datos... [] ... porque las personas*

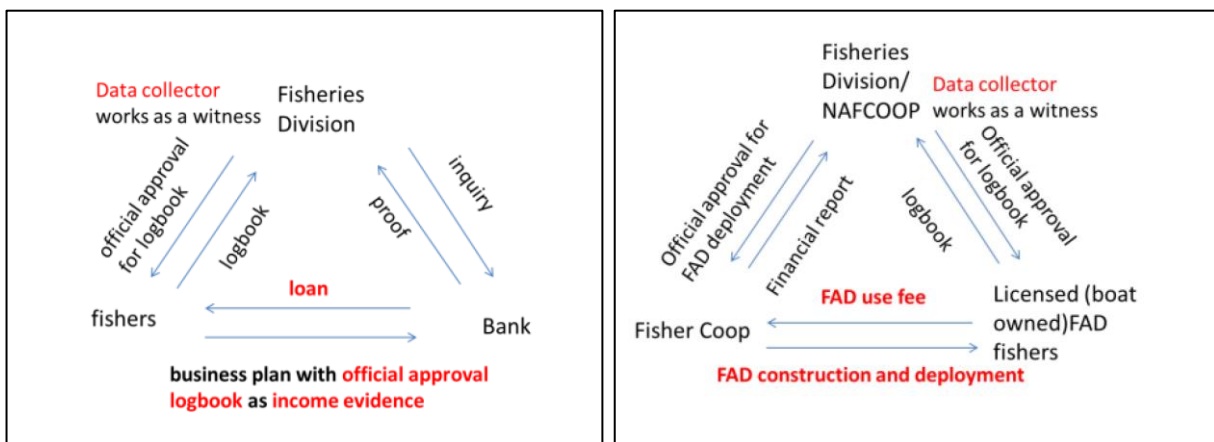


Figura 3. Representación esquemática de las relaciones entre la cumplimentación del libro de a bordo por parte de los pescadores y los incentivos propuestos, como su utilización como justificante de la capacidad financiera para acceder a préstamos bancarios (izquierda) y como condición para la concesión de licencias de pesca con DCPf (derecha). Fragmento de CRFM/JICA (2011).

cuyos medios de vida requieren mucha mano de obra y suelen ser de subsistencia dan prioridad a otras actividades sobre la cumplimentación de formularios extensos". Por lo tanto, es poco probable que un sistema que dependa exclusivamente de la cumplimentación de los libros de a bordo por parte de los pescadores sea exitoso a largo plazo, incluso si está legislado. Es preciso integrar el sistema en un marco más amplio que, además de ofrecer incentivos (mejora de las finanzas personales) o imponer penalizaciones (no renovación de las licencias) a los pescadores, ayude a minimizar de manera considerable el tiempo y el esfuerzo requeridos para cumplimentar las hojas de registro.

LA SOLUCIÓN: LAS TIC PARA MEJORAR LA RECOPIACIÓN DE DATOS Y EL SEGUIMIENTO DE LOS DCPF

Tal y como se ha indicado anteriormente es muy recomendable que los requisitos en materia de datos y el diseño de las hojas de registro del libro de a bordo del CRFM se conviertan en el modelo básico para la recopilación de información. Sin embargo, el escaso éxito en la implementación de un sistema de libros de a bordo —incluso en el contexto de un enfoque de ordenación conjunta— y las dificultades de conservarlos en buen estado en las pequeñas embarcaciones pesqueras características de la pesca con DCPf en la región, ponen de manifiesto la necesidad de buscar opciones alternativas para la recopilación de datos. En este sentido, Mohammed (2015) pone de relieve el potencial de las TIC como alternativa que merece la pena explorar. Las herramientas TIC se utilizan cada vez más en la pesca y pueden contribuir de manera significativa a la recopilación de datos y a las estrategias de seguimiento, control y vigilancia (SCV), componentes esenciales ambos de la ordenación pesquera sostenible (FAO 2007). Por ello, se recomienda ampliamente que los Gobiernos y otros organismos: (1) integren las TIC en los proyectos pesqueros utilizando enfoques centrados en las personas y en favor de los pobres, basados en tecnologías asequibles que puedan contar con apoyo local y sean adecuadas para su finalidad; y (2) promuevan la adopción de tecnologías modernas específicas para la pesca en el contexto de la ordenación conjunta (FAO 2007).

Dos tecnologías prometedoras que se están implementando actualmente en la pesca en pequeña escala —en contextos de recursos limitados y sistemas de información con pocos datos— son: (1) los sistemas de localización de buques vía satélite (SLB), que utilizan tecnología satelital y celular para realizar un seguimiento de la ubicación y el movimiento de embarcaciones de cualquier tamaño; y (2) las aplicaciones electrónicas en teléfonos inteligentes o tabletas, que permiten recopilar datos de pesca y transferirlos de forma automática a una base de datos centralizada. Además, la combinación de ambas técnicas es una forma muy potente y eficiente de cartografiar el esfuerzo de pesca y caracterizar la producción pesquera, al tiempo que se maximiza la estandarización de la introducción de datos y se minimizan los errores durante este proceso y la transcripción posterior, con la capacidad de realizar un análisis casi en tiempo real. Es importante destacar que, con formularios diseñados con detenimiento y una capacitación adecuada, la recopilación electrónica de datos de pesca tiene la capacidad de reducir de forma significativa el tiempo y el esfuerzo que deben dedicar quienes recopilan la información de las salidas de pesca y, por tanto, de aumentar las posibilidades de que los pescadores participen de forma voluntaria en este proceso.

Un ejemplo reciente del valor del uso combinado de estas dos herramientas TIC en la pesca en pequeña escala —en un contexto con pocos datos— lo proporcionan Tilley *et al.* (2020). Desarrollaron un sistema de seguimiento y análisis —de código abierto y en tiempo casi real— para la pesca en pequeña escala denominado "PeskaAS". En concreto, esta aplicación no se limita a facilitar la recopilación de datos, sino que permite también integrarla con el análisis y la visualización de resúmenes de información para los pescadores y los administradores pesqueros. Se trata de una aplicación web interactiva —creada con el paquete Shiny de R— que accede a una base de datos en tiempo real utilizando varios paquetes de R. Permite transmitir los datos de las capturas registrados en los puntos de desembarque a una sesión interactiva de R basada en la web y fácil de usar, en la que los usuarios pueden crear gráficos para resumir la información recopilada. La aplicación opera en remoto, pero también hay formas de ejecutarla localmente en caso necesario. Lo más importante es que la aplicación se puede ampliar a diferentes niveles de uso a unas tarifas asequibles. En su estudio de casos, quienes recopilan la información registran los datos de las capturas en los puntos de desembarque utilizando tabletas con tecnología 3G que tienen un formulario digital desarrollado en KoBo Toolbox, un conjunto de herramientas gratuitas para datos de campo (<https://www.kobotoolbox.org/>). Los autores desarrollaron también la base de datos MySQL en la nube y la secuencia de comandos (*script*) en R para acceder a los datos, todos ellos de código abierto. En Tilley *et al.* (2020) se puede encontrar más información sobre la aplicación y sus componentes.

Además, los autores combinaron el uso de la aplicación PeskaAAS con un SLB —por medio de la instalación de unidades GPS precintadas que funcionan con energía solar— en una muestra de diferentes embarcaciones. Estos dispositivos registraron la localización de las embarcaciones cada 5 segundos y comunicaron las coordenadas GPS a la red celular. Es importante destacar que, al vincular los datos de las capturas con las coordenadas GPS de las salidas de pesca, el sistema se puede utilizar para desarrollar modelos de predicción de variables desconocidas —como el arte de pesca y el tipo de hábitat— para salidas para las cuales únicamente se dispone de las coordenadas GPS. En la Figura 4 se muestra un diagrama que representa todo el proceso.

En un estudio relacionado, Tilley *et al.* (2019) utilizaron la aplicación PeskaAAS y su marco para realizar un seguimiento y comparar las tasas de captura de las salidas de pesca —a DCPf y a otros lugares de pesca— en Timor-Leste. Una vez recopilada la información, pudieron demostrar que las tasas de captura de la pesca con DCPf son más altas y que estos dispositivos se pueden amortizar a los cinco meses de haber iniciado la actividad (Tilley *et al.* 2019).

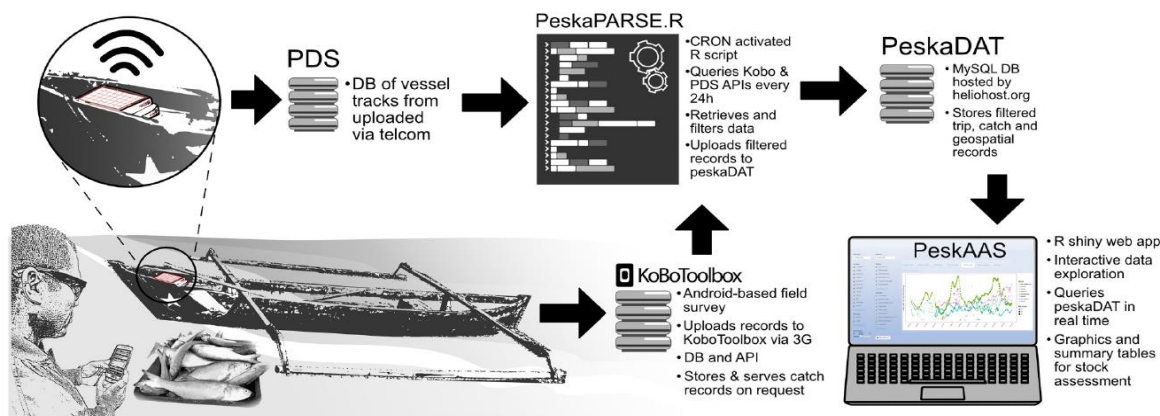


Figura 4. Diagrama que representa el proceso que siguen los datos con la aplicación PeskaAAS. Los datos de las capturas de una embarcación se introducen en un formulario de KoBoCollect con un teléfono inteligente. La información se transfiere a la base de datos de KoBoToolbox. Una secuencia de comandos (*script*) de R (PeskaPARSE.R) reúne esta información y las coordenadas de la embarcación, obtenidas por medio de una unidad GPS de la marca PDS (Pelagic Data Systems Inc.). Todos estos datos se comprueban, se filtran y se vuelcan a una base de datos (PeskaDAT). La aplicación PeskaAAS se puede utilizar para consultar la base de datos y generar gráficos y análisis casi en tiempo real.

Es importante señalar que la ubicación fija de los DCPf hace que estos dispositivos sean particularmente adecuados para el seguimiento a través de un SLB. De hecho, el uso de un SLB debería mejorar la precisión de las estimaciones del número de DCPf que están siendo explotados por pescadores en un momento dado, su ubicación y el tiempo que pasa cada embarcación faenando en estos dispositivos. En Dominica, Alvard *et al.* (2015b) y Alvard *et al.* (2015a) utilizaron unidades GPS ligeras y pequeñas, resistentes al agua, que podían incorporarse con facilidad a las embarcaciones dedicadas a la pesca con DCPf, a fin de documentar sus coordenadas en intervalos de 1 segundo. Pudieron identificar patrones espaciales específicos en los desplazamientos y las velocidades de las embarcaciones (p. ej. búsqueda restringida a un área) que coincidían con la ubicación de los DCPf (Figura 5, sección superior). Un análisis más detallado les permitió distinguir incluso entre diferentes técnicas (pesca con cebo frente a pesca con línea). Del mismo modo, y más recientemente, Widyatmoko *et al.* (2021) utilizaron también unidades GPS pequeñas para rastrear los movimientos de diferentes embarcaciones en Indonesia e identificar las características de aquéllas que faenan en DCPf (Figura 5, sección inferior). Estimaron un número mínimo de DCPf y su ubicación. Y confirmaron que el despliegue de estos dispositivos no cumplía con la normativa local. En este sentido, una característica interesante de las unidades GPS utilizadas por Tilley *et al.* (2020) —de la marca PDS (Pelagic Data System Inc.)— es que funcionan con energía solar y no se pueden apagar ni manipular, por lo que los datos no se pueden falsificar. Todos los estudios mencionados utilizan tecnologías disponibles y/o de bajo coste.

Por último, el uso de herramientas TIC para el seguimiento de la pesca parece estar cobrando fuerza en el Caribe insular. Dominica lidera los avances, ya que actualmente utiliza un sistema electrónico de recopilación de datos basado en KoBoToolbox. Un grupo de encargados registra los datos en tabletas en los puntos de desembarque. La información se transfiere automáticamente a una base de datos. Los oficiales de pesca de Dominica están desarrollando también sus propias secuencias de comandos (*scripts*) en R para generar informes de pesca (J. Defoe, D. Theopille y K. Hilton, comunicación personal). Por otra parte, Montserrat está probando actualmente la tecnología de los SLB para la pesca artesanal, con buena acogida por parte de los pescadores (A. Ponteen, comunicación personal). Por lo tanto, parece ser el momento adecuado para contribuir al desarrollo de sistemas electrónicos de recopilación de datos y SLB, a fin de respaldar los sistemas de estadísticas de pesca en toda la región. Si se tiene debidamente en cuenta el contexto local, estos sistemas tienen la capacidad de impulsar la transformación del seguimiento de la pesca en la región a diferentes niveles (local, nacional y regional).

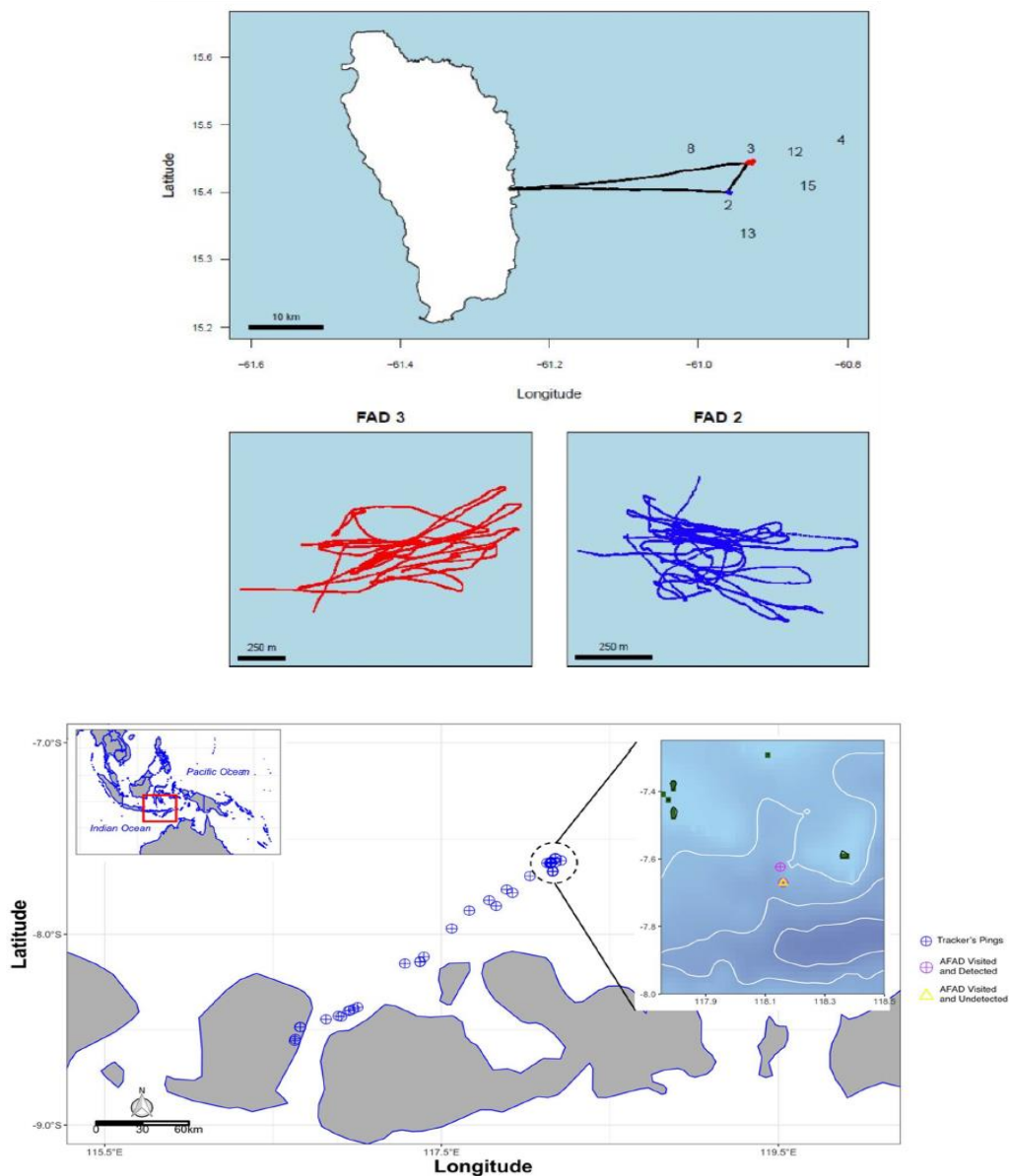


Figura 5. Movimientos realizados por embarcaciones pesqueras que faenan en DCPf en Dominica (sección superior) e Indonesia (sección inferior), obtenidos con unidades GPS pequeñas y de bajo coste. Estos movimientos se pueden analizar con aplicaciones de acceso público para identificar los DCPf. Para más información, véase Alvard *et al.* (2015b) y Widyatmoko *et al.* (2021).

RECOPIACIÓN DE DATOS BIOLÓGICOS PARA COMPLEMENTAR LOS DATOS SOBRE CAPTURAS Y ESFUERZO DE PESCA

Además de recopilar datos sobre capturas y esfuerzo de pesca en los DCPf, resulta importante obtener —de forma periódica— datos biológicos detallados sobre las principales especies objetivo o sobre especies de especial interés. Como mínimo, se debería registrar el peso, la talla y la fase de madurez de cada ejemplar (véase también la sección sobre intercambio e integración de datos). Estos datos son cruciales para proporcionar información sobre las características (tamaño) de las artes de pesca, los índices de mortalidad natural/debida a la pesca y el estado de las poblaciones y la situación reproductiva. Suelen ser también necesarios en los modelos de evaluación de poblaciones. En este caso, el proceso de recopilación de datos se podría facilitar con la utilización de formularios electrónicos que transfieran automáticamente la información a una base de datos central. La naturaleza de este proceso —que requiere más tiempo— obliga a llevarlo a cabo con menor frecuencia que la recopilación de datos sobre capturas y esfuerzo de pesca, y podría limitarse a especies seleccionadas. No obstante, se debe procurar que el sistema de muestreo biológico refleje con suficiente precisión la estructura general las poblaciones de especies seleccionadas y su posible variabilidad en el espacio y el tiempo.

MEJORAR EL MUESTREO Y LA RECOPIACIÓN DE DATOS

Una encuesta reciente a informantes clave en 20 territorios/países en la región de la COPACO en los que se practica la pesca con DCPf indicó que 15 de ellos (tres cuartas partes) recopilan de forma sistemática datos de pesca relacionados con esta práctica (Vallès, en preparación.). La mayoría de estos territorios/países realizan un muestreo aleatorio de las salidas de pesca. Solamente dos países/territorios indicaron que los propios pescadores participan en el proceso de recopilación de datos. Esto evidencia el desafío que supone compartir con ellos la responsabilidad de esta labor (Vallès, en preparación).

La combinación de SLB y sistemas electrónicos de recopilación de datos podría contribuir a optimizar los esquemas de muestreo al ayudar a afinar los estratos muestrales según el posicionamiento de las embarcaciones en el mar. A su vez, podría incentivar aún más a los pescadores a participar en la cumplimentación de los libros electrónicos de a bordo, siempre y cuando el tiempo requerido para ello se redujera de forma considerable y sus datos fueran confidenciales, pero se procesaran y se les enviaran de vuelta con frecuencia (o incluso en tiempo casi real). Delimitar mejor los estratos muestrales en función de la actividad marítima de las embarcaciones e incrementar el muestro de estos estratos mediante la recopilación de información adicional por parte de los pescadores permitirá medir las capturas y el esfuerzo de pesca con mayor precisión y utilizar los limitados recursos humanos de manera más eficiente.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE DCPF

En consonancia con las recomendaciones de Mohammed (2015), es fundamental que los países pongan en marcha un sistema oficial de registro de DCPf que recopile información sobre los propietarios, la ubicación, la profundidad, el diseño, los materiales y el coste unitario de estos dispositivos. Asimismo, este sistema debería asignar un número de registro único a cada nuevo DCPf desplegado. Este número podría servir de identificador del DCPf sobre el terreno. En la medida en que sea posible en la práctica, los sistemas nacionales/locales de identificación de DCPf deberían estar alineados con las *Directrices voluntarias sobre el marcado de las artes de pesca* (FAO 2019) y se deberían armonizar en toda la región. Este sistema de registro también se debería actualizar de manera periódica con información sobre la pérdida de DCPf para que las estimaciones del número de estos dispositivos en un momento dado sean precisas. El requisito de registrar los nuevos DCPf e informar sobre la pérdida de cualquiera de ellos debería estar acompañado por legislación pertinente. La implementación de este sistema de registro estaría en consonancia con la Recomendación 19-02 de la CICAA en lo que respecta al requisito de notificar el despliegue de nuevos DCPf y cualquier pérdida. Si se legisla adecuadamente, este sistema se podría utilizar para controlar el número total de DCPf desplegados en un momento dado y su ubicación. También podría ayudar a supervisar y hacer cumplir posibles normas sobre los tipos de materiales utilizados para su construcción, como la prohibición de usar materiales que puedan enmarañar a cualquier animal u objeto (véase el Anexo 5 de la Recomendación 19-02 de la CICAA). La estimación precisa del número de DCPf en aguas territoriales puede ser clave para contribuir a la

ordenación local y regional de la pesca con estos dispositivos (véase la sección sobre cómo mejorar la evaluación de los efectos de la pesca con DCPf en los ecosistemas y las poblaciones).

Una vez más, las herramientas TIC de bajo coste se podrían emplear para acelerar de manera significativa el proceso de notificación y aprobación de DCPf mediante formularios de notificación/solicitud compatibles con dispositivos móviles. Además, en este sistema de registro se podrían integrar otras herramientas TIC —como los sistemas de información geográfica de libre acceso (p. ej. QGIS: <http://www.qgiscloud.com>)— para identificar las zonas más adecuadas para el despliegue de DCPf y facilitar la planificación espacial marina. Este sistema permitiría realizar también evaluaciones basadas en datos sobre la vida útil de los DCPf y los factores que pueden influir en ésta. Asimismo, es importante señalar que los datos del sistema de registro se podrían contrastar con facilidad con los movimientos de las embarcaciones obtenidos a través de SLB, a fin de identificar DCPf ilegales y facilitar el cumplimiento de la legislación/normativa relacionada en tiempo casi real.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LICENCIAS

También será fundamental que los países pongan en marcha un sistema de licencias para la pesca con DCPf, que integre todos los tipos de actividad (de subsistencia, comercial, recreativa, a la carta) y distinga entre ellos. Este sistema de licencias debería estar también legislado/regulado. La concesión de licencias para la pesca con DCPf debería estar supeditada al historial de cumplimiento de las normas y reglamentos que rigen el uso de DCPf. Tal y como señala acertadamente Mohammed (2015), este sistema se podría emplear no solo para controlar el acceso a los DCPf, sino también para proporcionar datos socioeconómicos y demográficos valiosos sobre los propios usuarios de estos dispositivos. A su vez, esto facilitaría la evaluación de los efectos socioeconómicos de la pesca con DCPf y podría ayudar a estimar tendencias futuras.

Las herramientas TIC de bajo coste se podrían emplear para adquirir, almacenar y gestionar los datos de este sistema de licencias, con el valor añadido de facilitar —en teoría— la integración de diferentes bases de datos electrónicas —como las bases de datos de registro de DCPf y licencias para la pesca con estos dispositivos— en caso necesario, dado que muchos propietarios de DCPf probablemente pesquen en ellos. Por tanto, el sistema de licencias y las herramientas asociados deberían proporcionar una descripción más detallada de la dimensión socioeconómica de la pesca con DCPf.

INTERCAMBIO E INTEGRACIÓN DE DATOS EN LA REGIÓN

El uso de un mismo formulario estandarizado de datos sobre capturas y esfuerzo de pesca —con ajustes mínimos para reflejar el contexto pesquero de cada lugar (p. ej. principales especies objetivo, artes de pesca, lugares de pesca)— debería facilitar una integración eficaz y eficiente de la información en todos los lugares. Esto constituye un paso importante para mejorar la ordenación de poblaciones explotadas compartidas (CRFM 2015). La falta de apoyo técnico continuo para programas informáticos especializados en estadísticas de pesca ha sido un obstáculo importante para la integración de datos en la región en el pasado (Barnwell 2014; CRFM 2014). Esta dificultad se puede superar hoy en día gracias a las herramientas informáticas disponibles, por lo general gratuitas o con precios asequibles. Entre ellas se incluyen los sistemas de recopilación de datos sobre el terreno y bases de datos fáciles de usar, como KoBo Toolbox (<https://www.kobotoolbox.org/>); las herramientas de código abierto de análisis de datos, como el entorno R; y el uso generalizado de los teléfonos móviles inteligentes en toda la región. Con una formación inicial adecuada, el acceso ilimitado a estas herramientas y tecnologías debería facilitar la creación de la capacidad técnica local necesaria para mantener estos sistemas de datos en todos los lugares con apoyo mínimo de expertos externos.

A medida que se lleve a cabo esta integración, también será importante ampliar los sistemas de recopilación de datos y alinearlos con los requisitos en materia de datos del Marco de referencia para la recopilación de datos (DCRF, por sus siglas en inglés) de la COPACO —aprobado recientemente en la decimoséptima reunión de la Comisión—, a fin de facilitar aún más el uso de esta información para elaborar, supervisar, evaluar y revisar las políticas pesqueras regionales y fundamentar los planes regionales y subregionales de ordenación (COPACO 2019). El Cuadro 4 describe los requisitos generales del DCRF en materia de datos. El manual del DCRF contiene definiciones de trabajo, describe con más detalle la estructura de la recopilación de datos e incluye apéndices con clasificaciones estándar de la COPACO (p. ej. tipo de arte de pesca; tipo de buque; esfuerzo nominal por tipo de buque; etc.) y listas de especies

prioritarias y otras especies de referencia. Es importante señalar que el formulario normalizado de recopilación de datos desarrollado para el libro de a bordo del CRFM concuerda con los requisitos del DCRF en materia de datos sobre capturas y esfuerzo de pesca (Cuadro 4).

El siguiente paso consiste en construir una base de datos regional conjunta COPACO-CRFM-OSPESCA a la que los Estados miembros contribuirían con su información y acuerdos de intercambio de datos entre partes interesadas que operan a diferentes niveles jerárquicos (p. ej. pescador y autoridad pesquera local; autoridad pesquera nacional y CRFM/OSPESCA; CRFM/OSPESCA y COPACO; COPACO y CICAA). Es fundamental garantizar que los datos proporcionados por cada uno de los pescadores sean confidenciales para facilitar su aceptación.

Cuadro 4. Requisitos del DCRF de la COPACO en materia de datos, desglosados por temas (tareas).

	Tarea	Subtarea	Datos	Descripción
I	Estadísticas regionales	-	Número de buques pesqueros operativos; Captura nominal total; Esfuerzo total; Capacidad total; Potencia total (motor)	Resumen general del sector pesquero en la región del Gran Caribe Los datos notificados en esta tarea son una suma de otros indicadores disponibles en las siguientes tareas.
II	Capturas y esfuerzo de pesca	Capturas	Captura retenida; Captura descartada; Captura nominal	Las capturas se especifican en número, al igual que todos los peces capturados durante las actividades pesqueras, ya sean objetivo de pesca o captura incidental. Sin embargo, las capturas totales por especie, área y segmento de flota para un año determinado se expresan en peso.
		Esfuerzo por segmento de flota	Días de pesca; Esfuerzo nominal; Número de buques pesqueros	El esfuerzo refleja el esfuerzo de pesca de la flota de un país durante el período correspondiente para las capturas y desembarques notificados.
III	Flota	Flota por arte de pesca principal	Número de buques activos	Número de buques dedicados a la pesca (es decir, activos) por año, arte de pesca principal, área de pesca y unidad temporal.
		Registro de buques	Descriptor de los buques	Registro regional de buques documentado por los registros nacionales de buques
IV	Información biológica	Datos de tamaño	Captura retenida (total, en peso); Captura descartada (total); Peso total de las muestras; Clase de talla/sexo/madurez; Número de individuos por talla; Peso total de los individuos	Frecuencias de tallas de las muestras (retenidas y descartadas) medidas para cada especie clasificada por flota principal, unidades de muestreo de artes de pesca, estratos de tiempo y de área y sexo para especies seleccionadas.
		Datos de capturas por talla	Clase de talla; Sexo; Estado de madurez; Peso total de los individuos; Captura total	Captura notificada por talla (Tarea II, datos sobre capturas) clasificada por flota principal, arte de pesca, unidad de tiempo y área de la especie y sexo (para especies seleccionadas).
V	Capturas de especies en peligro de extinción, amenazadas o protegidas	-	Desembarques (en número o en peso, según proceda); Descartes vivos (en número o en peso, según proceda); Descartes muertos (en número o en peso, según proceda)	Se notifican los descartes de las capturas de especies en peligro, amenazadas o protegidas.
VI	Datos socioeconómicos	Empleo	Número de pescadores del género especificado / categoría / trabajadores secundarios	El empleo en el sector pesquero es un indicador útil de la importancia de este sector en la región. Este indicador tiene como objetivo presentar el número de pescadores por categoría (trabajadores a tiempo completo o a tiempo parcial), por género (hombre / mujer) por flota principal y por área para el año de referencia.
		Participación en la pesca	Número de pescadores; Número de pescadores multiplicado por los días de pesca	Número de pescadores que participan activamente en actividades pesqueras e intensidad de esta participación.
		Valor de las capturas	Valor monetario del total desembarcado de una especie determinada	Valor de la producción pesquera en la primera venta tras el desembarque, en USD

Es importante reconocer que, pese a la capacidad de las TIC para facilitar el desarrollo y la implementación de los sistemas de recopilación de datos de pesca, los países seguirán teniendo capacidades diferentes en este ámbito. Esto se reconoció de manera explícita en el estudio original del CRFM/JICA (2012), que en su momento propuso un plan para la integración de datos con objetivos a corto (1-3 años), medio (3-5 años) y largo plazo (5-10 años) para los distintos grupos de países, que daría como resultado una mejora de sus capacidades respectivas en este ámbito a lo largo del tiempo (Cuadro 5). Los resultados esperados a corto plazo en los países del Grupo C incluían el suministro, almacenamiento, procesamiento y notificación de datos adecuados para describir los desembarques. Los resultados a medio plazo para estos mismos países incluían —además de los resultados a corto plazo— el suministro de información biológica para fundamentar la gestión, desarrollo y uso de una base de datos de pesca. Los resultados a largo plazo para estos países incluían —además de los resultados a medio plazo— el suministro de información adecuada para evaluar las poblaciones y datos socioeconómicos para la pesca, junto con la integración de la base de datos de pesca con otras fuentes estadísticas. Se esperaba que los países de los grupos A y B alcanzaran estos resultados en plazos más cortos. Y que posteriormente siguieran mejorando sus capacidades en materia de datos a largo plazo, además de contribuir con éstos a las evaluaciones y la ordenación regionales. Este enfoque escalonado proporciona un marco útil para facilitar la integración de dichos países y debería adoptarse también en la región en este ámbito.

Cuadro 5. Fragmento de CRFM/JICA (2012) que muestra la propuesta de integración de los sistemas de estadísticas de pesca a lo largo del tiempo entre países con capacidades de seguimiento muy diferentes.

Data Item	Term	Short Term			Medium Term			Long Term		
	Group	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fishing Vessel and License Information										
Vessel count				O						
Vessel registration		O	O		O	O	O	O	O	O
Vessel inspection status		O	Δ		O	O	O	O	O	O
Issues on vessel registration		O	O		O	O	O	O	O	O
Fishing License data		O	Δ		O	O	O	O	O	O
Issues on fishing license registration.		O	Δ		O	O	O	O	O	O
Fish Catch and Landing Data										
Estimated landing data		O	O	Δ	O	O	O	O	O	O
CPUE per gear and vessel type (0-9%)*1				O						
CPUE per gear and vessel type (10-30%)*1			O				O			O
CPUE per gear and vessel type (50%-)*1		O			O	O		O	O	
Biological Fishery Data										
Detailed biological data for target species*2		O	O	O	O	O	O	O	O	O
Simplified biological data for target species*3		O	O	O	O	O	O	O	O	O
Analyzed data for fishery resource management*4		O	O		O	O	O	O	O	O
Analyzed data for stock assessment and fishery development*5		O			O	O		O	O	O
Fishery Statistic Report										
Updated stratification of landing sites		O	O	O	O	O	O	O	O	O
Fishery statistical data sampling program*6		O	O	O	O	O	O	O	O	O
Fishery statistic annual report		O	O	O	O	O	O	O	O	O
Regional fishery data report					O	Δ		O	O	Δ

*1 Rate of sample size is "number of samples"/"number of maximum possible samples" per gear and vessel type.

*2 The detailed biological collected data include fish weight, length, gonad weight, maturity, and so on. This data will be collected for the target species for at least a year, in order to optimize and simplify the biological fishery data collection.

*3 The simplified biological collected data include, for each target species, only landed total weight, number of fish, maximum fish size, and minimum fish size.

*4 Data analysis for the fishery resource management results in determination of restricted period for the target species, restricted fishing gear mesh size, and so on.

*5 Data analysis for the stock assessment and fishery development results in determination of trends and projection of the available fishery resources, development plan for fishery and aquaculture in fishery communities, and so on.

*6 The sampling program includes data sampling method, data sampling coverage, case of sampling schedule, implementation structure for the sampling, fishery data management method, estimation method for landings (CPUE, raising factor and estimation formula) and effect on the fishery statistical data, fisheries resource management, and fishery and aquaculture development.

MEJORAR LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA PESCA CON DCPF EN LOS ECOSISTEMAS Y LAS POBLACIONES

LOS DCPF COMO HERRAMIENTAS DE INVESTIGACIÓN INDEPENDIENTES DE LA PESCA

Moreno *et al.* (2016b) ponen de relieve la necesidad de utilizar métodos independientes de la pesca para ayudar a evaluar el estado de las poblaciones objetivo, dada la calidad variable de los datos oficiales sobre las capturas y el esfuerzo de pesca y la heterogeneidad habitual de los procesos de recopilación y notificación de esta información. Esto es también especialmente relevante para los tónidos tropicales, ya que el aumento de la eficiencia gracias a los avances tecnológicos en la pesca con redes de cerco con jareta pone en entredicho la utilización de la CPUE como índice de abundancia relativa de las poblaciones (Fonteneau *et al.* 1999; Fonteneau *et al.* 2013). Desde el punto de vista de la ordenación pesquera basada en los ecosistemas (Pikitch *et al.* 2004), los métodos independientes de la pesca son también necesarios para evaluar el estado de las especies de captura incidental, para las que existen menos datos dependientes de la pesca y cuyas poblaciones no suelen ser objeto de evaluaciones.

En la actualidad, la mayoría de las operaciones pesqueras industriales con redes de cerco con jareta que utilizan dispositivos de concentración de peces a la deriva (DCPd) para capturar tónidos tropicales usan boyas con ecosondas en estos dispositivos, que proporcionan estimaciones brutas de la biomasa de tónidos asociada a los DCP y las transmiten a los pescadores a través de comunicaciones vía satélite (López *et al.* 2014; López *et al.* 2016). Estas boyas con ecosondas pueden establecer comunicaciones continuas a distancia con las flotas pesqueras y recibir comunicaciones de éstas para cambiar su configuración (Ehrhardt *et al.* 2017a). Además, pueden incorporar transductores multifrecuencia que mejoran la capacidad de discriminación entre especies y tallas de tónidos (Moreno *et al.* 2016a; Moreno *et al.* 2019). Estos avances tecnológicos —que han dado lugar a una mejora de la eficiencia de la pesca y a cambios en las estrategias pesqueras de las embarcaciones equipadas con redes de cerco con jareta que utilizan DCPd (López *et al.* 2014)— se podrían utilizar también para generar índices —independientes de la pesca— de abundancia agregada en los DCP que complementen a los que sí dependen de la pesca.

En este sentido, Moreno *et al.* (2016b) y Ehrhardt *et al.* (2017a) destacan el gran potencial de los DCP como observadores científicos de comunidades animales (peces y aves marinas, mamíferos y tortugas) que se asocian a ellos, herramientas de muestreo de la composición y abundancia de las especies, puntos de paso que proporcionan información sobre la distribución y el movimiento de animales y sensores del entorno físico en el que se encuentran. De hecho, además de las ecosondas de bajo coste que transmiten vía satélite, los DCP se pueden equipar con diversas herramientas electrónicas asequibles —como cámaras submarinas, receptores acústicos e hidrófonos— que proporcionan información diversa y cada vez más detallada sobre las comunidades animales y el entorno físico que las rodea (Cuadro 6). Se pueden utilizar receptores acústicos en los DCP para detectar la presencia de peces individuales marcados con transmisores electrónicos, así como para descargar datos recopilados por estos aparatos antes de que los peces marcados se encuentren con los DCP, proporcionando así información valiosa sobre el movimiento, el comportamiento y las preferencias ambientales de determinadas especies (Cuadro 6; Figura 6) (Voegeli *et al.* 2001; Moreno *et al.* 2016b; Ehrhardt *et al.* 2017a). Las cámaras submarinas pueden proporcionar información útil sobre la diversidad y la abundancia agregada de las especies que no suelen ser detectadas por las ecosondas, algunas de las cuales pueden suponer una parte importante de las capturas incidentales (p. ej. tiburones) (Cuadro 6; Figura 6) (Moreno *et al.* 2016b).

En el Caribe cada vez es más frecuente equipar los DCPf con instrumentos electrónicos para realizar investigaciones pesqueras y biológicas (Merten *et al.* 2018; Schneider *et al.* 2021). Asimismo, algunos pescadores están utilizando las boyas oceanográficas como DCPf (Silva *et al.* 2018). Todo esto pone de manifiesto la doble función que pueden desempeñar los DCPf. Actualmente se estima que hay más de 3 500 DCPf en la región de la COPACO (Wilson *et al.* 2020). Por tanto, las posibilidades de ampliar la cobertura espacial-temporal de la recopilación de datos independientes de la pesca equipando DCPf ubicados estratégicamente con estos instrumentos electrónicos —y en combinación con programas de marcado de peces— son numerosas. Esto debería aumentar nuestra capacidad para identificar la causas de la abundancia de especies objetivo y no objetivo

Cuadro 6. Tipos de instrumentos electrónicos que se pueden integrar en los DCPf junto con los tipos de datos que pueden proporcionar, su estado (operativos o desarrollados a falta de pruebas adicionales) y los usuarios a los que están dirigidos (pescadores; científicos). Adaptado de Moreno *et al.* (2016b).

Datos	Tipo de instrumento	Operativo	Desarrollado a falta de pruebas adicionales específicas	Pescadores	Científicos
Especies	Cámaras submarinas		X	X	X
Identificación	Ecosondas multifrecuencia para túnidos	X		X	X
Especies	Cámaras submarinas para tiburones		X	X	X
Abundancia	Ecosondas	X		X	X
Tiempo durante el cual las especies se asocian a los DCPf y movimientos	Receptores acústicos	X			X
Biología y comportamiento	Balizas acústicas codificadas	X			X
	Transpondedores acústicos (CHAT)		X		
Entorno biológico	Ecosondas	X			X

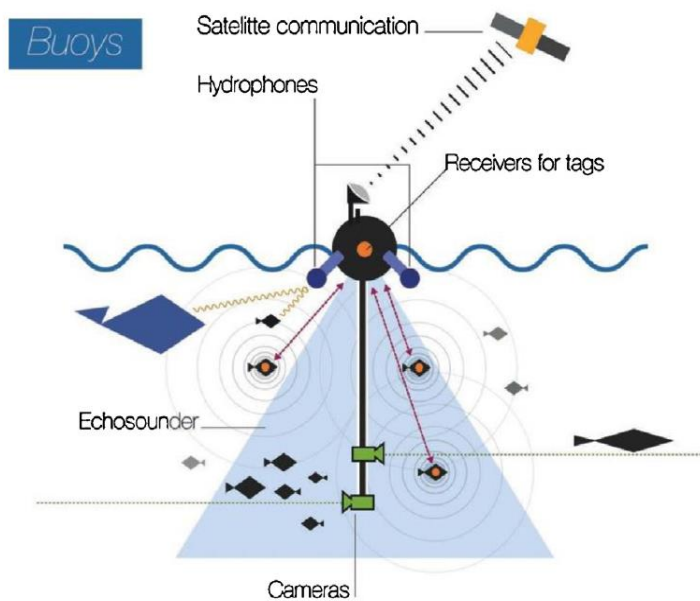


Figura 6. Representación esquemática de una boya equipada con hidrófonos, ecosondas y cámaras submarinas que registran información sobre peces (marcados y no marcados) que se agrupan debajo del DCPf y la transmiten vía satélite. Adaptado de Moreno *et al.* (2016b).

en diversas escalas espaciales-temporales relevantes para complementar los datos dependientes de la pesca (p. ej. Orúe *et al.* 2020). La colaboración entre los pescadores que faenan en los DCPf, los departamentos de pesca y los investigadores podría facilitar este proceso. Los propios pescadores podrían beneficiarse de la información recopilada para identificar cuándo y dónde pescar, y así maximizar la eficiencia y minimizar los gastos en combustible. En el caso de DCPf privados, probablemente serían necesarios acuerdos de intercambio de datos que protejan las estrategias pesqueras de los pescadores (Dagorn *et al.* 2013). Además de los DCPf, con una distribución muy agrupada en la región (Wilson *et al.* 2020), equipar determinadas boyas oceanográficas y plataformas petrolíferas —que también concentran peces (Franks 2000; Silva *et al.* 2018)— con instrumentos electrónicos ayudaría a ampliar la cobertura espacial de la red de seguimiento más allá del Caribe insular (Figura 7).

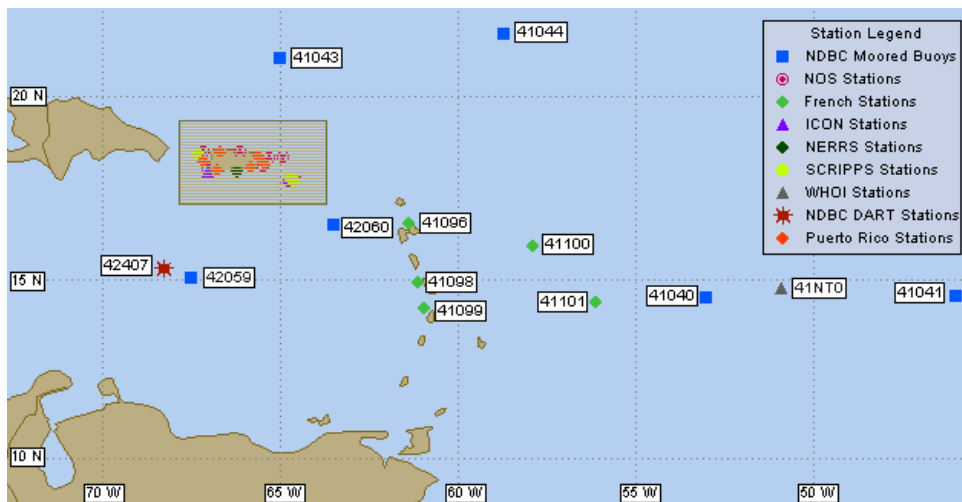
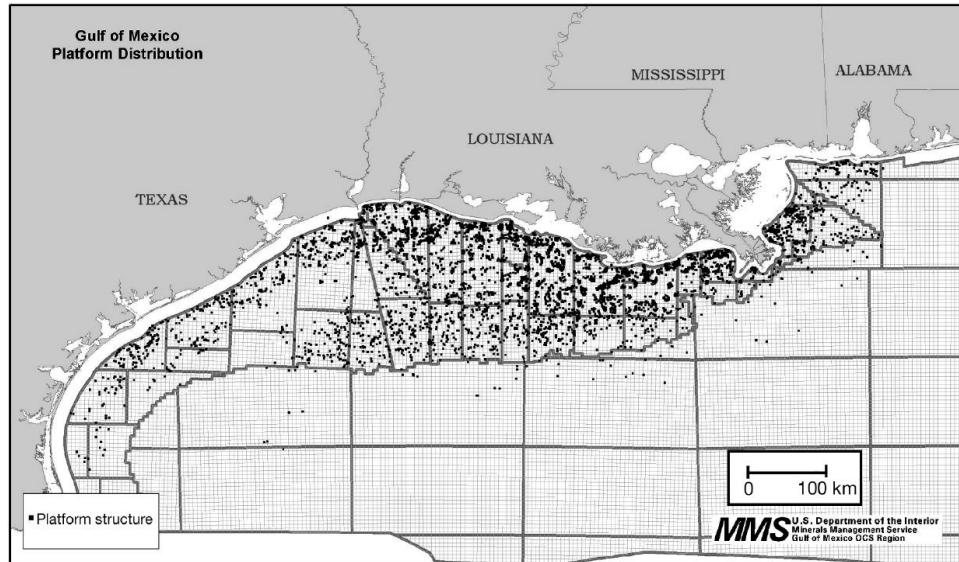


Figura 7. Ubicación de las plataformas petrolíferas en el Golfo de México en 2004 (sección superior) y de las boyas oceanográficas en una parte del Caribe (sección inferior). Determinadas plataformas petrolíferas y boyas oceanográficas podrían estar equipadas también con tecnología que ayude a identificar y cuantificar los peces que se agrupan debajo con fines investigadores. Datos de Sanmarco *et al.* (2004) (sección superior) y del Centro Nacional de Datos Oceanográficos (NDBC, por sus siglas en inglés) (<https://www.ndbc.noaa.gov/>) (sección inferior).

Un desafío conocido a la hora de evaluar el estado de poblaciones explotadas que se asocian a los DCP es la posible falta de fiabilidad de la CPUE como índice de la abundancia total. Esto se debe a que los DCP pueden seguir atrayendo un número estable de individuos —facilitando con ello su captura— aunque la abundancia total de una población pueda estar disminuyendo rápidamente en caso de sobreexplotación (Ehrhardt *et al.* 2017a). Esta divergencia entre la CPUE y la abundancia total de una población se conoce como hiperestabilidad y se manifiesta en aquellas especies que se capturan mientras forman agregaciones (p. ej. agregaciones de desove; Ehrhardt *et al.* (2017a)). En el contexto de la pesca con DCP, el problema de la hiperestabilidad continúa sin resolverse, por lo que se ha puesto de manifiesto la necesidad de generar estimaciones de abundancia —independientes de pesca— para fundamentar las que dependen de ésta, aunque son especialmente complejas en el caso de los túnidos tropicales.

En este sentido, Capello *et al.* (2016) han ofrecido recientemente una solución innovadora y prometedora que requeriría medir —p. ej. con marcado electrónico— el tiempo de permanencia y ausencia alrededor de los DCP de un subconjunto de individuos de la población. Estas estimaciones se utilizan para obtener un índice de asociación que representa la proporción de la población local (es decir, la subpoblación en las proximidades del conjunto de DCP) que se encuentra en estos dispositivos. Si se estima también la abundancia real en uno de los DCP —p. ej. con ecosondas (López *et al.* 2016; Santiago *et al.* 2017; Santiago *et al.* 2020)— el índice de asociación se puede convertir con facilidad en un índice de abundancia. Los autores validaron empíricamente varias de las hipótesis en las que se basa su enfoque con datos de marcado de rabiles de un conjunto de DCP en Hawái (Capello *et al.* 2016). Los autores destacaron que, al ampliar los estudios de marcado de especies seleccionadas y la red espacial-temporal de DCPf de observación, su enfoque se puede ampliar a regiones más extensas y generar así estimaciones de abundancia independientes de la pesca para especies objetivo y no objetivo, que complementarían las estimaciones que dependen de la pesca, a escalas útiles para la ordenación regional. Tal y como han señalado Moreno *et al.* (2016b), es fundamental maximizar la cobertura de observación de los DCPf con tecnología adecuada, así como estimar las densidades de estos dispositivos con precisión (en lugar de controlar el número de DCPf), ya que el índice de abundancia dependerá del número de estos dispositivos en el sistema de estudio. Es evidente que esto requerirá programas regionales de investigación ambiciosos, basados en la cooperación entre pescadores, investigadores y autoridades pesqueras pertinentes a nivel local, nacional, subregional y regional.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvard M, Carlson D, McGaffey E (2015a) Using a partial sum method and GPS tracking data to identify area restricted search by artisanal fishers at moored fish aggregating devices in the Commonwealth of Dominica. *PLoS One* 10: e0115552 doi 10.1371/journal.pone.0115552
- Alvard M, McGaffey E, Carlson D (2015b) A Method for Measuring Fishing Effort by Small-scale Fish Aggregating Device (FAD) Fishers from the Commonwealth of Dominica. *Field Methods* 27: 300-315 doi 10.1177/1525822x14552221
- Barnwell S (2014) Review of fisheries data collection systems in selected CRFM member states and recommendations for integrating FAD fisheries. CRFM, Belize
- Bealey R, Pérez Moreno M, Van Anrooy R (2019) The Caribbean Billfish Management and Conservation Plan. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 643. Rome, FAO. 106 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Capello M, Deneubourg JL, Robert M, Holland KN, Schaefer KM, Dagorn L (2016) Population assessment of tropical tuna based on their associative behavior around floating objects. *Sci Rep* 6: 36415 doi 10.1038/srep36415
- COPACO (2019) Marco de referencia para la recopilación de datos (DCRF) de la COPACO. Versión 2019.0.3. COPACO.
- CRFM (2014) Report of the CRFM / CARIFICO Regional Workshop on FAD Management, 05 December 2014, Trinidad and Tobago. CRFM Technical & Advisory Document, No. 2014/ 7. CRFM Secretariat, Belize
- CRFM (2015) 2015 Draft Sub-Regional Management Plan for FAD Fisheries in the Eastern Caribbean (Stakeholder Working Document). CRFM Technical & Advisory Document 2015/ 05
- CRFM/JICA (2011) Working draft of a FAD fishery management plan. A participatory community-based FAD fishery management
- CRFM/JICA (2012) Study on the formulation of a master plan on the sustainable use of fisheries resource for coastal community development in the Caribbean. Final report. Japan International Cooperation Agency & IC Net Limited
- Dagorn L, Holland KN, Restrepo V, Moreno G (2013) Is it good or bad to fish with FADs? What are the real impacts of the use of drifting FADs on pelagic marine ecosystems? *Fish Fish* 14: 391-415 doi 10.1111/j.1467-2979.2012.00478.x
- Ehrhardt N, Brown JE, Pohlot BG (2017a) Desk Review of FADs fisheries development in the WECAFC region and the impact on stock assessments WESTERN CENTRAL ATLANTIC FISHERY COMMISSION (WECAFC) EIGHT SESSION OF THE SCIENTIFIC ADVISORY GROUP (SAG), Merida, Mexico
- Ehrhardt N, Brown JE, Pohlot BG (2017b) Desk Review of FADs fisheries development in the WECAFC region and the impact on stock assessments. Western Central Atlantic Fishery Commission (WECAF). Eight Session of the Scientific Advisory Group (SAG). Merida, Mexico, 3-4 November 2017. WECAF, Merida, Mexico
- Erisman BE, Allen LG, Claisse JT, Pondella DJ, Miller EF, Murray JH, Walters C (2011) The illusion of plenty: hyperstability masks collapses in two recreational fisheries that target fish spawning aggregations. *Can J Fish Aquat Sci* 68: 1705-1716 doi 10.1139/f2011-090
- FAO (2007) Information and communication technologies benefit fishing communities. Policies to support improved communications for development. FAO, Rome.
- FAO (2016) Status of billfish resources and billfish fisheries in the Western Central Atlantic, by Nelson Ehrhardt and Mark Fitchett. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1127. Bridgetown, Barbados.

- FAO (2019) Directrices voluntarias sobre el mercado de las artes de pesca. FAO, Roma.
- Fonteneau A, Chassot E, Bodin N (2013) Global spatio-temporal patterns in tropical tuna purse seine fisheries on drifting fish aggregating devices (DFADs): Taking a historical perspective to inform current challenges. *Aquat Living Resour* 26: 37-48 doi 10.1051/alr/2013046
- Fonteneau A, Gaertner D, Nordstrom V (1999) An overview of problems in the catch per unit of effort and abundance relationship for the tropical purse seine fisheries. *ColVolSciPap ICCAT* 49: 259-276
- Franks J (2000) A review: pelagic fishes at petroleum platforms in the Northern Gulf of Mexico; diversity, interrelationships, and perspective. *Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Caribbean-Martinique*, 15-19 Oct 1999
- Franks JS, Johnson DR, Ko D-S, Sanchez-Rubio G, Hendon JR, Lay M (2012) Unprecedented influx of pelagic Sargassum along Caribbean Island coastlines during Summer 2011. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 64: 6-8
- Hallier JP, Gaertner D (2008) Drifting fish aggregation devices could act as an ecological trap for tropical tuna species. *Mar Ecol Prog Ser* 353: 255-264 doi 10.3354/meps07180
- Leroy B, Phillips JS, Nicol S, Pilling GM, Harley S, Bromhead D, Hoyle S, Caillot S, Allain V, Hampton J (2013) A critique of the ecosystem impacts of drifting and anchored FADs use by purse-seine tuna fisheries in the Western and Central Pacific Ocean. *Aquat Living Resour* 26: 49-61 doi 10.1051/alr/2012033
- López J, Moreno G, Boyra G, Dagorn L (2016) A model based on data from echosounder buoys to estimate biomass of fish species associated with fish aggregating devices. *Fish Bull* 114: 166-178 doi 10.7755/fb.114.2.4
- López J, Moreno G, Sancristobal I, Murua J (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. *Fisheries Research* 155: 127-137 doi 10.1016/j.fishres.2014.02.033
- Masters J, Mohammed E (2015) Progress Report - CARIFICO Logbook System - 15 March 2015 CRFM
- Merten W, Rivera R, Appeldoorn R, Serrano K, Collazo O, Jimenez N (2018) Use of video monitoring to quantify spatial and temporal patterns in fishing activity across sectors. *Sci Mar* 82: 107-117 doi 10.3989/scimar.04730.09A
- Mohammed E (2015) Developing a Model Logbook for FAD Fisheries in the Eastern Caribbean. CRFM Technical & Advisory Document - Number 2015 / 02. CRFM Secretariat, Belize
- Mohammed E, Masters J (2014) Progress Report - CARIFICO Logbook System - 02 December 2014 CRFM
- Mohammed E, Masters J (2015) Progress Report - CARIFICO Logbook System - 30 January 2015. CRFM
- Moreno G, Boyra G, Rico I, Sancristobal I, Filmater JD, Forget F, Murua J, Goñi N, Murua H, Ruiz J, Santiago J, Restrepo V (2016a) Towards acoustic discrimination of tuna species at FADs. *Collect Vol Sci Pap ICCAT* 72: 697-704
- Moreno G, Boyra G, Sancristobal I, Itano D, Restrepo V (2019) Towards acoustic discrimination of tropical tuna associated with Fish Aggregating Devices. *PLoS One* 14: e0216353 doi 10.1371/journal.pone.0216353
- Moreno G, Dagorn L, Capello M, López J, Filmlater T, Forget F, Sancristobal I, Holland K (2016b) Fish aggregating devices (FADs) as scientific platforms. *Fisheries Research* 178: 122-129 doi 10.1016/j.fishres.2015.09.021
- Morgan AC (2011) Fish Aggregating Devices (FADs) and tuna. Impacts and management options. Ocean Science Division. PEW Environment Group, Washington, DC.

- Orúe B, Pennino MG, López J, Moreno G, Santiago J, Ramos L, Murua H (2020) Seasonal Distribution of Tuna and Non-tuna Species Associated With Drifting Fish Aggregating Devices (DFADs) in the Western Indian Ocean Using Fishery-Independent Data. *Frontiers in Marine Science* 7 doi 10.3389/fmars.2020.00441
- Pikitch EK, Santora C, Babcock EA, Bakun A, Bonfil R, Conover DO, Dayton P, Doukakis P, Fluharty D, Heneman B, Houde ED, Link J, Livingston PA, Mangel M, McAllister MK, Pope J, Sainsbury KJ (2004) Ecosystem-Based Fishery Management. *Science* 305: 346-347 doi 10.1126/science.1098222
- Santiago J, Murua H, López J, Quincoces I (2017) Buoy Derived Abundance Indices of Tropical Tunas in the Indian Ocean. IOTC-2017-WGFAD01-13. Indian Ocean Tuna Commission, Victoria
- Santiago J, Uranga J, Quincoces I, Orue B, Grande M, Murua H, Merino G, Urtizberea A, Pascual P, Boyra G (2020) A novel index of abundance of juvenile yellowfin tuna in the Atlantic ocean derived from echosounder buoys. *Collect Vol Sci Pap ICCAT* 76: 321-343
- Schneider EVC, Brooks EJ, Bailey DM, Killen SS, Cortina MP, Van Leeuwen TE (2021) Design and Deployment of an Affordable and Long-lasting Deepwater Subsurface Fish Aggregation Device. *Caribbean Naturalist* 83: 1-16
- Shin Y, Rochet M, Jennings S, Field J, Gislason H (2005) Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. *ICES J Mar Sci* 62: 384-396 doi 10.1016/j.icesjms.2005.01.004
- Sidman C, Lorenzen K, Sebastien R, Magloire A, Cruickshank-Howard J, Hazell J, Masters J (2014) Toward a Sustainable Caribbean FAD Fishery. An Analysis of Use, Profitability and Shared Governance. TP-206. Florida Sea Grant
- Silva GBd, Hazin HG, Araújo PVdN (2018) Fishing operations to catch tuna on aggregated schools at the vicinity of a data buoy in the Western Equatorial Atlantic. *Brazilian Journal of Oceanography* 66: 335-338 doi 10.1590/s1679-87592018018206604
- Tilley A, Dos Reis Lopes J, Wilkinson SP (2020) PeskaAS: A near-real-time, open-source monitoring and analytics system for small-scale fisheries. *PLoS One* 15: e0234760 doi 10.1371/journal.pone.0234760
- Tilley A, Wilkinson SP, Kolding J, López-Angarita J, Pereira M, Mills DJ (2019) Nearshore Fish Aggregating Devices Show Positive Outcomes for Sustainable Fisheries Development in Timor-Leste. *Frontiers in Marine Science* 6 doi 10.3389/fmars.2019.00487
- Vallès H (en preparación) Appendix I- Preliminary Results of the Caribbean Regional Moored Fish Aggregating Device (MFAD) Survey (Sept 2021-Oct 2021) The Caribbean Regional Management Plan for the Moored Fish Aggregating Device (MFAD) Fishery -Working Document. FAO
- Voegeli FA, Smale MJ, Webber DM, Andrade Y, O'Dor RK (2001) Ultrasonic Telemetry, Tracking and Automated Monitoring Technology for Sharks. *Environ Biol Fishes* 60: 267-282 doi 10.1023/a:1007682304720
- Widyatmoko AC, Hardesty BD, Wilcox C (2021) Detecting anchored fish aggregating devices (AFADs) and estimating use patterns from vessel tracking data in small-scale fisheries. *Sci Rep* 11: 17909 doi 10.1038/s41598-021-97227-1
- Wilson MW, Lawson JM, Rivera-Hechem MI, Villaseñor-Derbez JC, Gaines SD (2020) Status and trends of moored fish aggregating device (MFAD) fisheries in the Caribbean and Bermuda. *Mar Policy* doi 10.1016/j.marpol.2020.104148