

Dinámica de la Pesca Artesanal y Propuestas de Manejo Sustentable, Providencia y Santa Catalina, Reserva de Biosfera Seaflower Caribe Colombiano

Dynamics of Artisanal Fisheries and Proposals for Sustainable Management, Providencia and Santa Catalina, Colombian Caribbean Seaflower Biosphere Reserve

Dynamique de la Pêche Artisanale et Propositions de Gestion Durable, Providencia et Santa Catalina, Réserve Colombienne de la Biosphère du Seaflower des Caraïbes

ADRIANA SANTOS-MARTÍNEZ^{*1}, ANTHONY ROJAS ARCHBOLD², MARTHA INÉS GARCÍA ESCOBAR¹ y CLARITZA YAMILE LLANOS RUIZ²,

¹Universidad Nacional de Colombia - Sede Caribe- Profesora Asociada.

San Luis Free Town, San Andrés Isla,

Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – Colombia.

*asantosma@unal.edu.co martha.ines.garcia.escobar@gmail.com

²Secretaría de Agricultura y Pesca Gobernación

Avenida Newbal Coral Palace,

San Andrés Isla Departamento Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina – Colombia.

antroojasa@gmail.com

cyamhille@yahoo.es

RESUMEN

En la región del Caribe se explotan recursos pesqueros marinos de los grupos peces, crustáceos y moluscos, pero en las últimas décadas las capturas han disminuido significativamente, al igual que en el Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – Reserva de Biosfera Seaflower. Por ello la Secretaría de Agricultura y Pesca, ha implementado acciones de seguimiento y manejo, entre ellas el monitoreo de los desembarcos e investigaciones sobre la pesca artesanal. De manera conjunta con la Universidad Nacional de Colombia – Sede Caribe se logró evaluar la dinámica de la pesca para obtener medidas de manejo sustentables. En las islas de Providencia (PRO) y Santa Catalina, se caracterizaron a nivel interanual las Unidades Económicas de Pesca (UEPs) y se estimaron y analizaron las variables Captura, Esfuerzo y Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y el Rendimiento Máximo Sostenible RMS, con los modelos holísticos de producción excedente Schaefer y Fox. Los resultados muestran en la serie de siete años (2012 a 2018), al grupo de peces (cerca de 90 especies) con el 78,5% de las capturas en promedio, 18% crustáceos (langosta *Panulirus argus*) y 3,5% moluscos (caracol *Lobatus gigas*). La captura estimada anualmente presentó variaciones grandes de 5,1 a 59 toneladas año, con mayor proporción de la captura con línea de mano (56%), que buceo. El modelo de RMS muestra una fase de plena explotación está cercana a la extracción de 40 toneladas año. Con los pescadores artesanales se está trabajando en generar políticas de pesca que promuevan la sustentabilidad natural, social, económica de forma interinstitucional e incluso trasnacional.

PALABRAS CLAVES: Evaluación recursos, manejo pesquero, sustentabilidad, peces del Caribe

INTRODUCCIÓN

El colapso de los recursos pesqueros marinos es un problema mundial que se debe a diversas y variadas causas como son el incremento del esfuerzo de pesca, la contaminación de los mares, otras amenazas antrópicas y ambientales que degradan los hábitats esenciales y ecosistemas de los cuales dependen las pesquerías (Pauly et al. 2002, Sale et al. 2005, Worm et al. 2006). La pérdida de la biodiversidad marina está disminuyendo la capacidad de los océanos para proveer alimento, mantener la calidad del agua y recuperarse de perturbaciones (Stokstad 2006).

La producción pesquera mundial alcanzó un máximo de aproximadamente 171 millones de toneladas en 2016, de los cuales la acuicultura representó un 47% del total (FAO 2018). Sin embargo no más del 20% de las poblaciones pesqueras evaluadas están moderadamente explotadas o en recuperación, lo cual deja a que aproximadamente el 80% de los recursos pesqueros están en plena explotación, sobreexplotados o agotados (FAO 2018).

De otro lado, la proporción de personas que se dedicaban a la pesca de captura disminuyó del 83% en 1990 al 68% en 2016, mientras que las personas dedicadas a la acuicultura aumentaron del 17% al 32%. En 2016, el 85% de la población mundial empleada en los sectores de la pesca y la acuicultura se encontraba en Asia, seguida de África (10%) y tan solo el 4% en América Latina y el Caribe (FAO 2018).

En la pesca artesanal o de pequeña escala en América Latina y el Caribe, se estima que participan más de dos millones de pescadores con un nivel de producción mayor a 2,5 millones de toneladas, y con valores económicos de producción anuales de aproximadamente 3000 millones de dólares (OLDEPESCA 2010).

En Colombia las capturas totales desembarcadas han mostrado históricamente ser mayores en el Pacífico que en el Caribe, de igual forma se conoce la disminución vertiginosa de los desembarcos en ambas costas desde la última década (Rueda et. Al. 2018). Los registros históricos de la captura desembarcada en el Caribe y el Pacífico colombiano muestran a partir del 2006 un progresivo declive en el rendimiento pesquero (INVEMAR 2019).

En 2018 para el Caribe, se obtuvo un rendimiento de 12.109 t, el valor más bajo del último lustro representando un 45% de valor máximo registrado históricamente. Contrario a lo ocurrido en el Caribe, en el Pacífico la captura en 2018 mostró el valor más alto de los últimos diez años (50.225 t). Este indicador no incluye las capturas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina ni de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Escobar et al. 2019).

En el Caribe colombiano se registraron 2.717,17 t en 2018 provenientes de la pesca artesanal para el periodo (marzo diciembre), predominado peces de las familias Carangidae (cojinúas y jureles, 24,0%), Mugilidae (8,0%) y Haemulidae (roncos 3,6%). En el Pacífico, el desembarco artesanal fue de 4.574,5 t, destacando las familias Penaeidae (camarón tití y camarón blanco, 42,3%), Scombridae (sierra, 9,0%) y Ophidiidae (merluza, 7,1%) (Escobar et al. 2019).

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, es el departamento insular del Caribe colombiano y es la Reserva de Biosfera Seaflower, que para el año 2018, a nivel de la pesca artesanal las estimaciones de captura de los principales recursos pesqueros fueron crustáceos (6,64 t), moluscos (5,53 t) peces (98,7 t) (Santos-Martínez et al. 2019). Sin embargo los recursos pesqueros en la Reserva de Biosfera Seaflower, enfrentan riesgos similares a los de otras áreas como describe UNEP (2012), Salas (2011) y WWF (2016), en cuanto a la sobre pesca, la perdida de hábitat, pesca ilegal, la incertidumbre de la información requerida para la evaluación de las poblaciones, el efecto del ambiente, las fuerzas del mercado y el escenario político con que la administración pesquera es ejecutada, como ocurre a nivel mundial (Santos-Martínez et al. 2019).

Por lo tanto, es necesario contar con información y poder concertar con las comunidades de los pescadores

artesanales medidas de regulación y esquemas de ordenamiento, con políticas que se cumplan y contribuyan a la sustentabilidad de los recursos pesqueros y de los ecosistemas marinos.

El propósito de esta investigación fue aunar esfuerzos humanos, técnicos, financieros, administrativos y logísticos para mejorar la gestión y el conocimiento sobre el manejo, aprovechamiento y administración de recursos en la Reserva de Biosfera Seaflower, a través del análisis de la capacidad de extracción de los recursos pesqueros con la participación de investigadores del Jardín Botánico Sede Caribe - Universidad Nacional de Colombia (UNAL) y de la Secretaría de Agricultura y Pesca de la Gobernación Departamental del Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina. El desarrollo de la investigación, se centró en la isla de Providencia y permitió hacer el análisis de la dinámica de la pesca artesanal y hacer propuestas de manejo sustentable.

MÉTODOLOGÍA

Área de Estudio

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, se encuentra ubicado en el mar Caribe colombiano, está conformado por tres islas principales habitadas e islas cayos y bancos (Figura 1). Fue declarado como Reserva de Biosfera Seaflower, por la UNESCO -

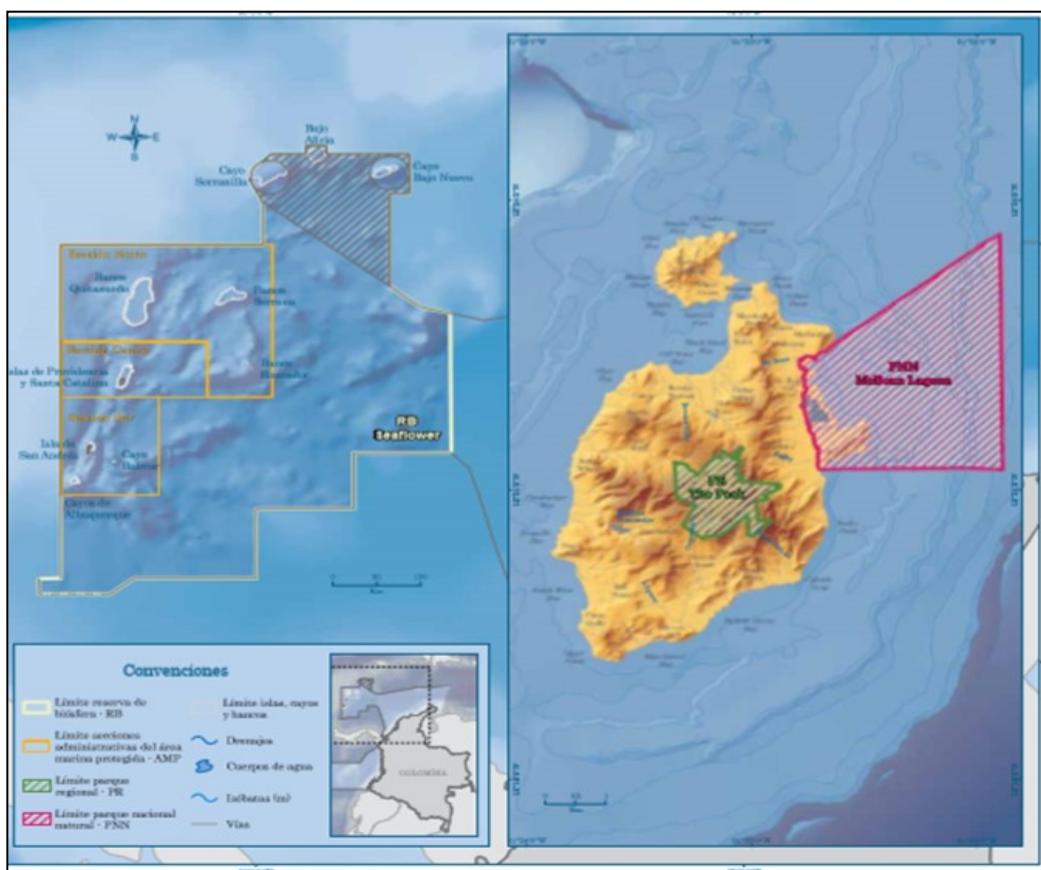


Figura 1. Isla de Providencia, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Reserva de Biosfera Seaflower, Colombia (Tomado y modificado de CORALINA e INVEMAR, 2012).

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, en el año 2000, contiene el 77% de las áreas coralinas de Colombia y se encuentra dentro de las diez reservas marinas más grandes del mundo (Polanco et al. 2016).

Dentro de la Reserva de Biosfera Seaflower, las tres islas habitadas son San Andrés, Providencia y Santa Catalina y una serie de ocho islas cayos, que han sido tradicionalmente fuente de sustento a pescadores artesanales del Archipiélago, principalmente el grupo étnico raizal.

La isla de Providencia, con un área de 17 km², es la segunda isla habitada de mayor tamaño del Archipiélago y Santa Catalina, con un área de 1 km², se encuentran ubicadas en la sección Centro de la Reserva de Biosfera (Figura 1). Las islas se caracteriza por ser una isla de origen volcánico y rodeada por ecosistemas marinos y costeros estratégicos interconectados como lo son corales, manglares, fanerógamas marinas, litoral rocoso, playas y fondos blandos sedimentarios (CORALINA e INVEMAR 2012).

La barrera coralina que rodea Providencia y Santa Catalina, es la tercera más grande del planeta con una extensión de 32 km y un área total de 285,2 km² (Díaz et al. 2000). Probablemente su amplia extensión, le otorga una gran riqueza de peces, la mayor del Archipiélago, con aproximadamente 487 especies registradas (Bolaños et al. 2015). Adicionalmente la isla se encuentra rodeada por 1603 ha de praderas de pastos marinos (fanerógamas marinas) y varios bosques de manglar que presentan una extensión aproximada de 47,22 ha, sumadas a 995 ha del Parque Nacional Natural McBean Lagoon (López et al. 2011). También se destacan las playas en la zona norte y sur de la isla, compuestas por arenas coralinas y terrígenas finas (Abril y Cubillos 2012).

MÉTODOS DE MUESTREO

El monitoreo de la información pesquera artesanal del Departamento Archipiélago pesca se realiza por parte de la Secretaría de Agricultura y Pesca, quien es la autoridad pesquera oficial. Los datos son tomados en los sitios de desembarcos de los pescadores en tierra y almacenados en el SIPEIN (Sistema de Información Pesquero de Invemar), que administra la Secretaría (SAPD 2019), siguiendo el trabajo de Medina et al. (2010), Wilson-Aguirre (2015) y Wilson-Aguirre y Montoya-Duffis (2015).

Para esta investigación se recibieron los reportes del SIPEIN de la isla de Providencia y Santa Catalina. El tratamiento de la información partió de un análisis exploratorio de la serie temporal de datos de captura y esfuerzo de los años 2012 a 2018 (SAPD 2019). Se evaluó la consistencia de la información, comparando diferentes fuentes de datos y realizando procesos en tablas dinámicas, gráficos y estadísticos descriptivos e inferenciales.

Este análisis permitió determinar el comportamiento de los datos en términos de su tendencia y variabilidad. Todos los análisis incluyeron la variación temporal de las siguientes variables de desempeño pesquero, a partir de las en las principales Unidades Económicas de Pesca – UEPs, línea de mano y buceo:

- Peces: por cada arte de pesca se analizó la Captura

(C en kg), Esfuerzo (F en faenas por día) y CPUE (kg/faenas/día). Seguidamente se evaluaron relaciones funcionales entre estas variables para determinar aproximación al estado de las poblaciones pesqueras. Además, se realizó el análisis de las tallas medias de captura (TMC) y su talla media de madurez (TMM) para las principales especies de peces capturadas en las islas.

- Langosta espinosa: por cada isla se evaluó: Captura (C en kg), Esfuerzo (F en faenas por día) y CPUE (kg/faenas/día). Seguidamente se evaluaron relaciones funcionales entre estas variables para determinar aproximación al estado de la población pesquera.
- Caracol pala: por cada isla y por buceo y se evaluó: Captura (C en kg), Esfuerzo (F en faenas por día) y CPUE (kg/faenas/día). Seguidamente se evaluaron relaciones funcionales entre estas variables para determinar aproximación al estado de la población pesquera.

Se evaluó el ajuste de modelos de producción excedente y se cuantificaron indicadores como el Rendimiento máximo sostenible (RMS) y Esfuerzo en MRS de multí-especies de peces en la pesca blanca en el Archipiélago, empleando los modelos de Schaefer y Fox. Basados en regresiones los indicadores se obtuvieron como, Schaefer: RMS = $-0.25*a2/b$ y fRMS = $-0.5*a/b$. Para Fox: RMS = $-(1/d)*e(c-1)$ y fRMS = $-1/d$. Siendo: a = intercepto en Schaefer y c = Intercepto en Fox; mientras que b = pendiente en Schaefer y d = pendiente en Fox.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

La pesca artesanal en la Reserva de Biosfera Seaflower es realizada por pescadores nativos de las islas - raizales mayormente, quienes emplean embarcaciones menores (40 pies o 12m de eslora y menos de 5 t de capacidad) y extraen recursos pesqueros empleando artes de pesca como la línea de mano, el buceo a pulmón con arpón y las nasas. Los recursos pequeños son peces (multí-especies) con más de cien especies de peces capturadas, moluscos como el caracol pala (*Lobatus gigas*) y crustáceos como la langosta espinosa (*Panulirus argus*).

Embarcaciones y Pescadores - Unidades Económicas de Pesca – UEPs

El promedio anual de embarcaciones artesanales (cinco años entre 2011 a 2017) fue 217 (66% San Andrés y 34 % Providencia y Santa Catalina) y los pescadores en promedio (cuatro años) 1201 al año (73% San Andrés y 28 % Providencia y Santa Catalina), en donde la relación embarcación pescador en Providencia fue de 4,5, menor que en San Andrés.

Pero después del 2011, que la Corte Internacional de Justicia en la Haya, dictó sentencia sobre el caso de la disputa territorial y de delimitación marítima entre la República de Nicaragua y la República de Colombia en el mar Caribe, y declara admisible la petición de Nicaragua, que corresponde a cerca de un tercio de la Reserva de Biosfera Seaflower, las cantidades de botes y pescadores

aumentaron como una respuesta a la soberanía, pero luego desde 2014 vienen disminuyendo, casi a la mitad, como se puede observar en las principales Unidades Económicas de Pesca – UEPs, línea de mano y buceo (Figura 2A).

La UEPs línea de mano presentó un promedio mensual anual 45 UEPs activas en la Sección Centro del Área Marina Protegida Seaflower, que corresponde a las islas de Providencia y Santa Catalina. Se identificó un leve descenso comparado con los datos presentados por García-Escobar y Santos-Martínez (2015 y 2018). La mayor actividad pesquera de las líneas de mano, ocurrió entre 2014 y 2015 con más de 85 UEPs; mientras que el 2016 a 2018 hay un descenso fuerte de la actividad llegando a valores bajos en este último año (11 UEPs) (Figura 2A). La actividad pesquera intra-anual, mostró ser bimodal con un pico entre abril y mayo (época seca), y otro pico entre septiembre y octubre (época lluviosa), relacionado con la estacionalidad de los recursos peces (Figura 2B); a diferencia de Medina et al. (2010), que en un año de muestreo no encontraron una relación significativa.

La actividad pesquera con buceo en Providencia, muestra un pico en 2015 con más de 65 UEPs; mientras el resto de años ha mostrado una actividad siempre menor a

25 UEPs por año (Figura 3A). La estacionalidad del recurso muestra que sobresalen al año dos picos de actividad de buceo en los meses de marzo y septiembre con 29 y 77 UEPs por mes (Figura 3B). Relacionados igualmente con los picos climáticos y la mayor oferta de recursos.

Captura Interanual Estimada en Providencia

En las islas de Providencia y Santa Catalina el 56% del recurso pesquero capturado se obtiene por el arte línea de mano. Cabe anotar que el buceo representó el 36% promedio del recurso pesquero capturado en estas dos últimas islas (Figura 4). Por lo tanto estos dos métodos de pesca representan el 92 % de las capturas y las nasas y el reel el 8%, proporciones que se mantienen según trabajos previos (Medina et al. 2010).

En Providencia la producción pesquera en peces fluctuó entre 1,4 t a 53,1 t durante los años 2012 a 2018 (Figura 5). Los crustáceos igualmente presentan una tendencia decreciente desde 2012 (23,6 t) hasta 2018 con 0,02 t. Similar patrón mostró los moluscos con una mayor captura en 2015 con 5,09 t y menos en 2018 con 0,07 t (Figura 6 A y B).

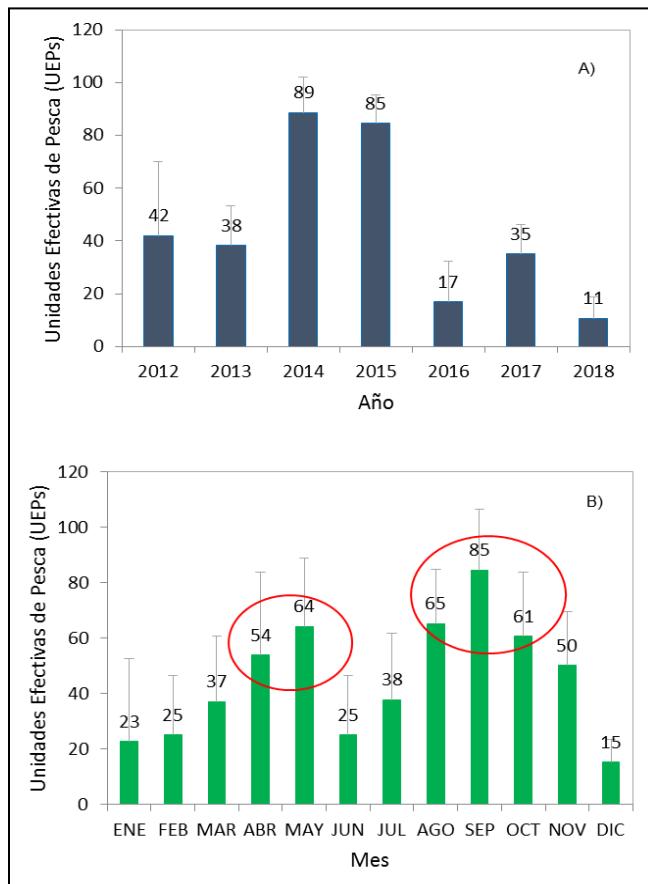


Figura 2. Variación interanual (A) e intra-anual (B) del promedio (\pm EE) de unidades económicas de línea de mano en la pesquería artesanal de la Isla de Providencia. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

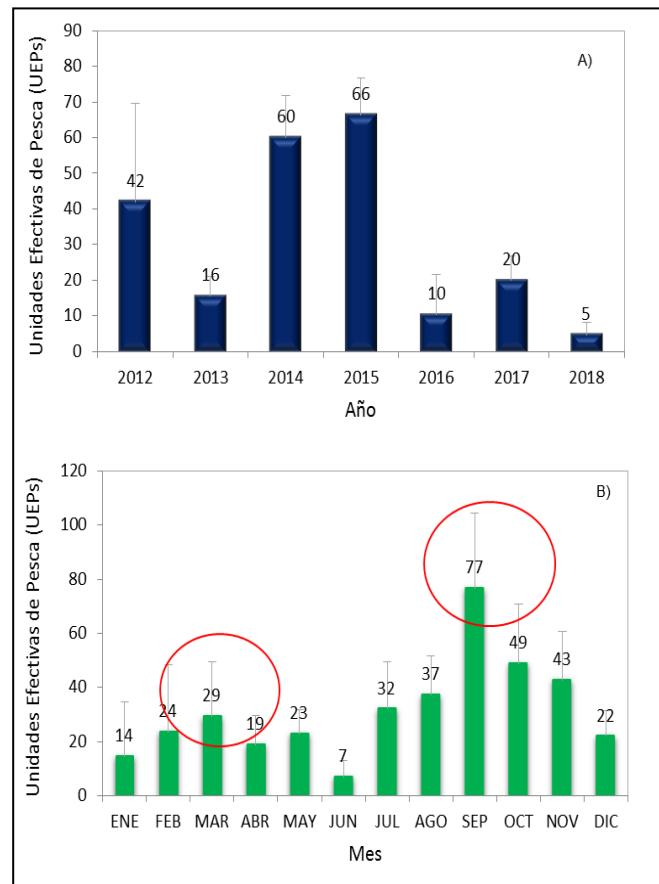


Figura 3. Variación interanual (A) e intra-anual (B) del promedio (\pm EE) de unidades económicas de buceo en la pesquería artesanal de la Isla de Providencia. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

Durante el 2012 al 2018 en Providencia y Santa Catalina la captura total en porcentaje del grupo Peces fue de 78,6% y se registraron 90 especies, teniendo en cuenta que 30 especies de peces demersales y pelágicos conformaron el 59,2% de la biomasa total. Las principales especies en peso fueron el Black Bonito (*Thunnus atlanticus*) con 6,9%, el Dogteeth Snapper (*Lutjanus jocu*) con 5,6%, y el 40,8 % restante lo representaron 59 especies y otros grupos denominados varios (Tabla 1). Al comparar con la isla de San Andrés, si bien también se capturan alrededor de 100 especies, solo tres de ellas representan cerca del 50 % y 16 especies,

el 85 % (Santos-Martínez et al. 2013), lo que muestra una mejor representación en las islas de Providencia y Santa Catalina, de lo esperado en pesquerías tropicales del alta diversidad (Pauly et al. 2003). Aunque el trabajo de Medina

No obstante, el número de especies presentes en el área (Bolaños-Cubillos et al. 2015) es casi de cuatro veces lo que se registra en pesca, es posible que no se estén registrando todas. Se hace necesario, mejorar la toma del dato en cuanto a la identificación de las especies muestreadas en las Islas de Providence y Santa Catalina, ya que esto

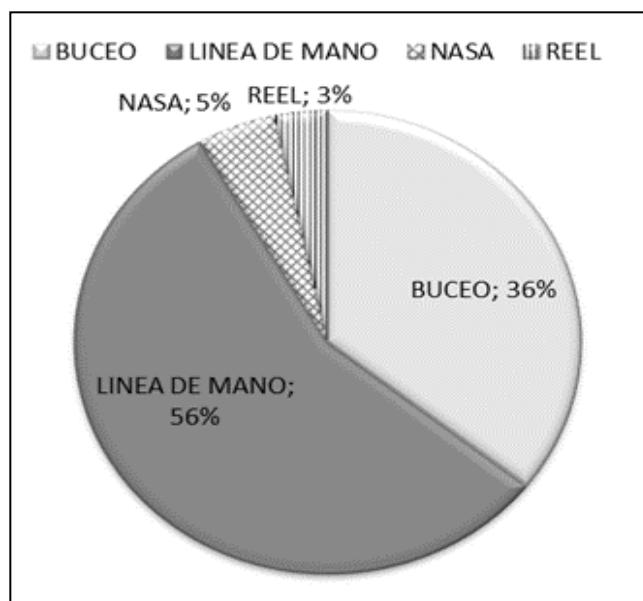


Figura 4. Captura en porcentaje de acuerdo con las artes de pesca utilizadas en la pesca artesanal de las islas de Providence y Santa Catalina en el periodo de 2012 a 2018. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

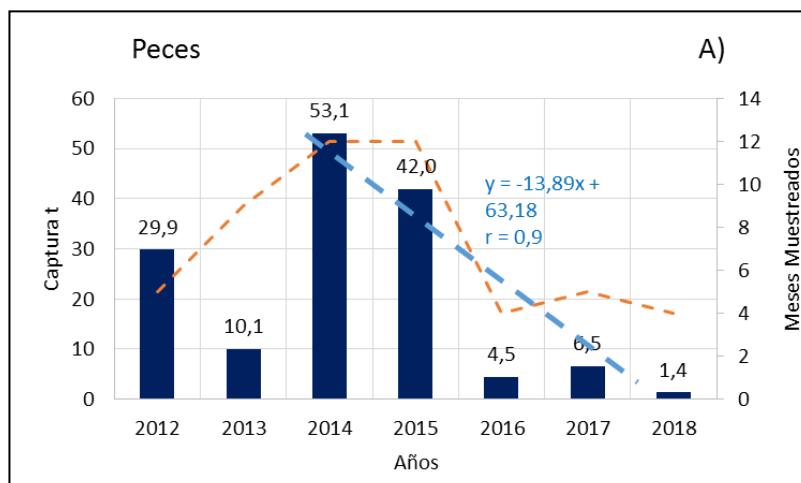


Figura 5. Captura tota ton de la pesca artesanales de las islas de Old Providence y Santa Catalina en el periodo de 2012 a 2018, A) Peces. Barras capturas eje X y línea punteada meses de muestreos en el segundo eje. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

causa mucho ruido en el análisis de la composición de la captura por especies, lo cual muestra similitud a lo reportado por García-Escobar y Santos-Martínez (2015 y 2018) y Santos-Martínez et al. (2019).

Análisis de Talla Media de Captura y la Talla Media de Madurez Sexual

El análisis de los datos de tallas medias de captura (TMC) y la talla media de madurez sexual (TMM) para algunas de las principales especies de peces capturadas en la pesca artesanal en las islas de Providencia y Santa Catalina presenta los siguientes resultados (Figura 7).

El análisis evidenció una fuerte presión pesquera sobre la principal especie de la pesca el *T. atlanticus*, y menos sobre las otras tres especies de la Figura 7, sin embargo no se cuenta con muchos datos y por lo tanto esto corresponde más a una tendencia. De esta forma ocho (8) de las principales especies capturadas, las cuales son Chub, Black Bonito, Ocean Yellow Tail, Atún Aleta Amarilla, Yellow Eye Snapper, Mutton Snapper, Mandilos y Yellow Jack, la TMC se encuentra por debajo de la TMM, además al

calcular el índice del TMC/TMM para estas especies, presenta que la talla media de captura está por debajo del valor de punto de referencia (Tabla 2), lo cual amenaza la sustentabilidad de la especie ya que se captura individuos por debajo de la talla media de madurez, como igualmente lo describe Rueda et al. (2018), para otras especies en Colombia.

El área de captura de la cual proviene principalmente la pesca artesanal desembarcadas en las islas de Providencia y Santa Catalina, son los caladeros circundantes (68,4%), seguidas por Cayo isla Quitasueño (23,6%), Cayos islas del Norte (7,6%), Serrana (0,3%) y Far Bank (0,1 %) (Figura 8). Lo anterior presenta similitud a lo reportado por García-Escobar y Santos-Martínez (2018).

Índice de Abundancia CPUE con el Método de Línea de Mano

El esfuerzo promedio anual de la pesca artesanal de peces para el método de línea de mano fue de 537 faenas, con un patrón unimodal situando dos picos seguidos en 2014 (1064 faenas) y 2015 (1015 faenas), que igualmente

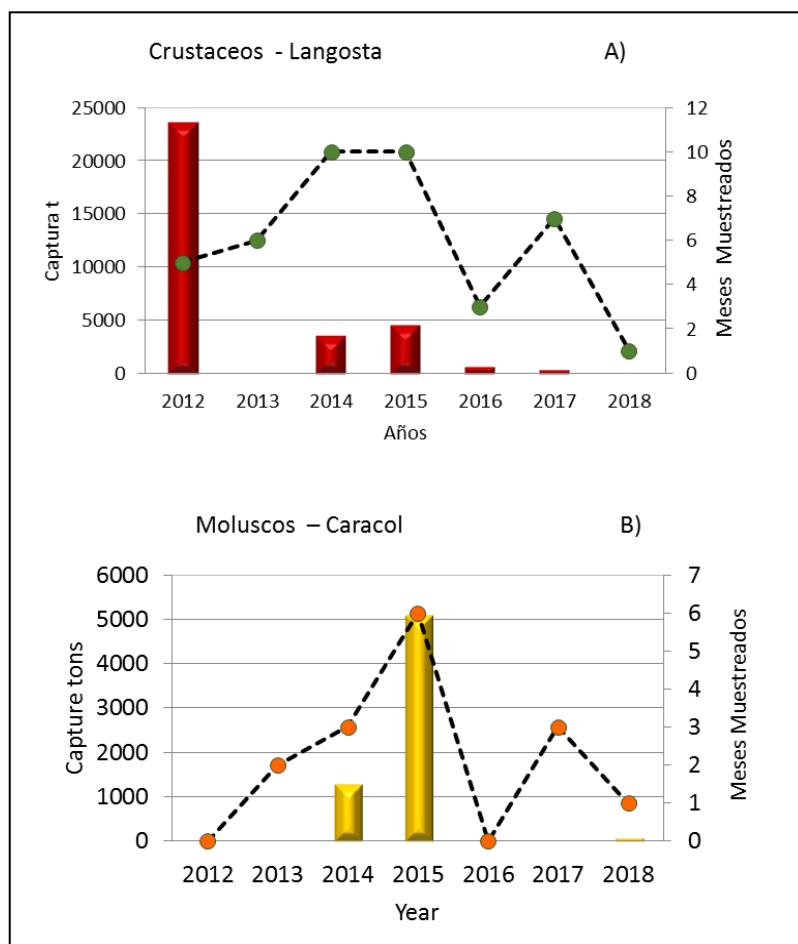


Figura 6. Captura tota kilogramos de la pesca artesanal de las islas de Providence y Santa Catalina, en el periodo de 2012 a 2018, A) Langosta y B) Crustáceos y Moluscos. Barras capturas eje X y línea punteada meses de muestreos en el segundo eje. Datos Sipein Gobernación (SAPD 2019).

correspondieron a las mayores capturas de peces registradas en Providence (> 25.000 kg) (Figura 9).

El efecto del esfuerzo de pesca sobre la abundancia relativa de peces, fue marcado desde 2014 cuando en el año siguiente comenzó la reducción continua de la abundancia hasta su menor valor en 2018 (< 10 kg/faena), ver Figura 10.

La relación CPUE versus el esfuerzo, nos muestra la evolución y tendencia que indicó que el esfuerzo aún es directamente proporcional a la abundancia de peces, sin llegar a haber mostrado un techo. (Figura 11).

La dinámica pesquera indica que en 2018 la captura se encuentra en sus valores más bajos con esfuerzo de pesca igualmente bajo, luego de haber ocurrido altas captura con esfuerzos altos en 2014 y 2015, que probablemente señalaron valores máximos de explotación sobre los recursos con este arte de pesca en Providencia (Figura 12).

Cabe anotar igualmente que esta es una pesquería multiespecie, además la serie de datos de los monitoreos del SIPEIN en Providencia no es muy larga, lo cual podría ser una limitante en la inferencia de la evolución de pesca artesanal solo con estos datos.

Modelo Producción Excedente –Línea de Mano

Entre los modelos ensayados, el de Schaefer mostró estar más ajustado a la realidad, indicando probablemente que el recurso peces en Providencia pudiera estar en recuperación luego de una rápida etapa de sobre pesca (Figura 13). Si se considera que una fase de plena explotación es cercana a la extracción de 40 t, en 2018 el recurso muestra señales de disminución. Es importante aclarar que la serie de datos del monitoreo pesquero tiene pocos años y pocos datos o vacíos de información en otros, además el análisis aquí realizado es multiespecie.

Tabla 1. Principales especies de peces capturadas (% en peso de la captura) por la pesca artesanal durante el periodo 2012 a 2018 en la Isla de Providencia. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD, 2019).

Nombre	Nombre Científico	Nombre Común	%
1	<i>Thunnus atlanticus</i>	Black Bonito	6,9
2	<i>Lutjanus jocu</i>	Dogteeth Snapper	5,6
3	<i>Sphyraena barracuda</i>	Barracuda	4,9
4	<i>Haemulon album</i>	White Margate-Margarita	4,8
5	<i>Kyphosus sectatrix</i>	Chub- Chopas	4,0
6	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Yellow Tail	3,9
7	<i>Canthidermis sufflamen</i>	Turbet	3,6
8	<i>Lutjanus purpureus</i>	Red Snapper	3,0
9	<i>Auxis thazard</i>	Bonito	2,8
10	<i>Lachnolaimus maximus</i>	Hogfish- Pargo pluma	2,7
11	<i>Elagatis bipinnulata</i>	Ocean Yellow Tail	1,9
12	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	Yellow mouth grouper	1,3
13	<i>Lutjanus campechanus</i>	Red snapper	1,2
14	<i>Balistes vetula</i>	Old Wife	1,1
15	<i>Caranx latus</i>	Horse Eye Jack	1,0
16	<i>Coryphaena hippurus</i>	Dolphin Fish	1,0
17	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Black Grouper	1,0
18	<i>Thunnus albacares</i>	Yellowfin tuna	0,9
19	<i>Lutjanus vivanus</i>	Yellow Eye Snapper	0,9
20	<i>Acanthocybium solandri</i>	King Fish	0,8
21	<i>Acanthurus bahianus</i>	Doctor fish	0,8
22	<i>Lutjanus analis</i>	Mutton Snapper	0,74
23	<i>Etelis oculatus</i>	Mandilos	0,74
24	<i>Haemulon plumieri</i>	White Grunt-Ronco	0,69
25	<i>Scarus sp.</i>	Loro	0,64
26	<i>Caranx lugubris</i>	Black Jack,	0,58
27	<i>Rhomboplites aurorubens</i>	Red eye Snapper	0,55
28	<i>Carangoides bartholomaei</i>	Yellow Jack	0,53
29	<i>Scarus coelestinus</i>	Midnight parrot fish	0,42
30	<i>Sparisoma viride</i>	Spotlight parrot fish	0,42
Otras Especies (59) o Grupos mixtos			40,8

Tabla 2. Índice del TMC/TMM para algunas de las principales especies de peces que soportan mayor presión pesquera en el Sector Centro del DMI Área Marina Protegida Seaflower. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

No.	Especie	Nombre Común	Índice (1-TCM/TMM)%
1	<i>Kyphosus sectatrix</i>	Chub	15,6
2	<i>Thunnus atlanticus</i>	Black Bonito	15,4
3	<i>Elagatis bipinnulata</i>	Ocean Yellow Tail	20,5
4	<i>Thunnus albacares</i>	Yellow Fin Tuna	61,1
5	<i>Lutjanus vivanus</i>	Yellow Eye Snapper	24,4
6	<i>Lutjanus analis</i>	Mutton Snapper	19,7
7	<i>Etelis oculatus</i>	Mandilos	20
8	<i>Carangoides bartholomaei</i>	Yellow Jack	13,3

La Tabla 3 muestra el proceso de cálculo de los puntos de referencia (RMS y (f)RMS), según los modelos de Schaefer y Fox para la actividad de la pesca artesanal de peces con línea de mano en Sección Centro del DMI Área Marina Protegida Seaflower.

Índice de abundancia CPUE con el método de Buceo

La pesca de peces efectuada mediante buceo presentó un esfuerzo promedio anual de 375 faenas (Figura 14). El patrón de esfuerzo fue unimodal y proporcional a la captura

con picos en 2014 (8.000 kg) y 2015 (10.000 kg) (Figura 14). Desde el 2016 al 2018 la tendencia fue a la disminución, similar a lo reportado por García-Escobar y Santos-Martínez (2015 y 2018) y Santos-Martínez et al. (2019).

La relación entre el esfuerzo y la abundancia evidencia en el tiempo que a medida que decrece el esfuerzo, la abundancia también lo hace hasta valores de CPUE de 7,7 kg/faena en 2016, en los dos últimos años se evidencia un aumento de la abundancia relativa (Figura 15).

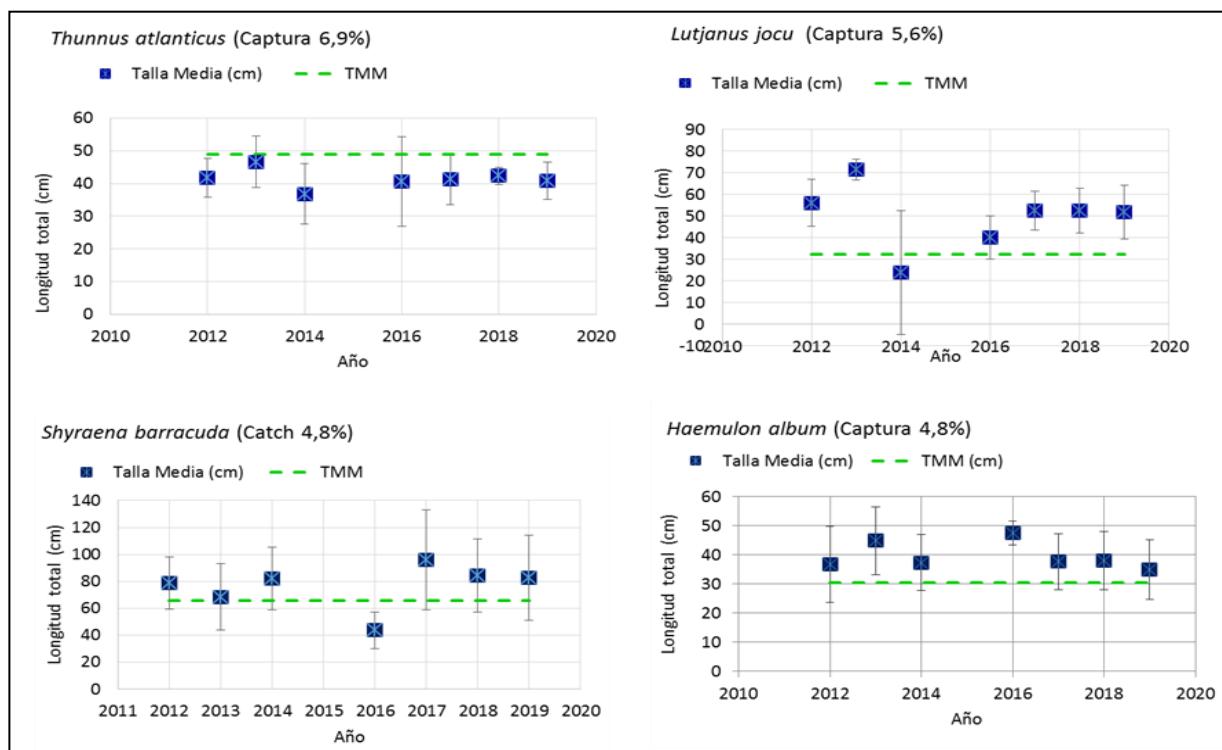


Figura 7. Variación interanual de la talla media de captura (TMC) para algunas de las principales especies de peces en la pesca artesanal de Providencia y Santa Catalina y su ubicación con respecto a la talla media de madurez sexual (TMM). En paréntesis el porcentaje de captura promedio anual de la especies. Datos SIPEIN Go-

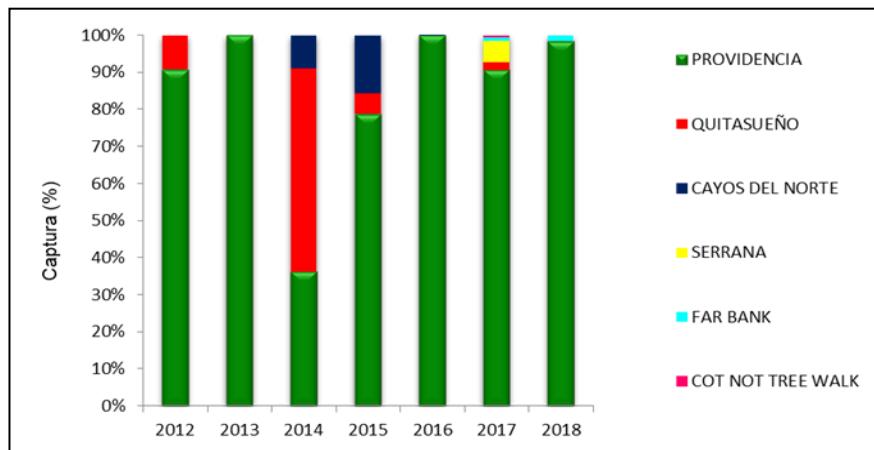


Figura 8. Captura estimada en porcentaje en peso de la pesca artesanal interanual por áreas de pesca en las islas de Old Providence y Santa Catalina entre 2012 y 2018. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

La relación CPUE-Esfuerzo en la pesquería de peces con el arte de buceo en Providencia, mostró proporcionalidad entre ambas variables, aunque los datos no presentan lógica al indicar que, a menor esfuerzo, menor abundancia, solo el último dato 2018 si evidencia que a menor esfuerzo mayor abundancia relativa (Figura 16).

La dinámica de la Pesquería de peces con buceo, indica que en 2018 muestran los menores valores históricos de captura y esfuerzo de pesca (Figura 17).

La representación del modelo de producción excedente de Schaefer, muestra el recurso en explotación, no obstante,

para el manejo de la pesquería debería tomarse como medida precautoria una cuota por debajo del RMS (7300 kg), equivalentes a aproximadamente 4000 kg de pescado pescable con unas 437 faenas/año de buceo (Figura 18).

Los modelos holísticos utilizados, permiten tener unos puntos de referencia para el manejo, que son fundamentales, pero se requiere de datos de mayor calidad y cantidad que apoye la toma de datos e incluso utilizar métodos analíticos que permitan a nivel de tallas, poder complementar. No obstante no todo se puede explicar con estos modelos (Miloslavich et al. 2018), ya que otras variables y paráme-

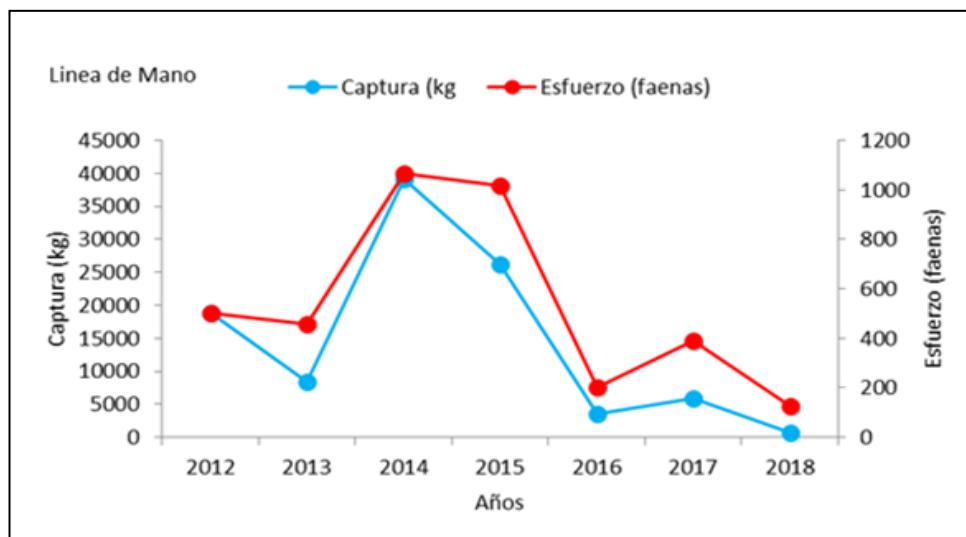


Figura 9. Dinámica de la captura y el esfuerzo, interanual en la pesquería artesanal de línea de mano, en Providencia. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD, 2019). Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

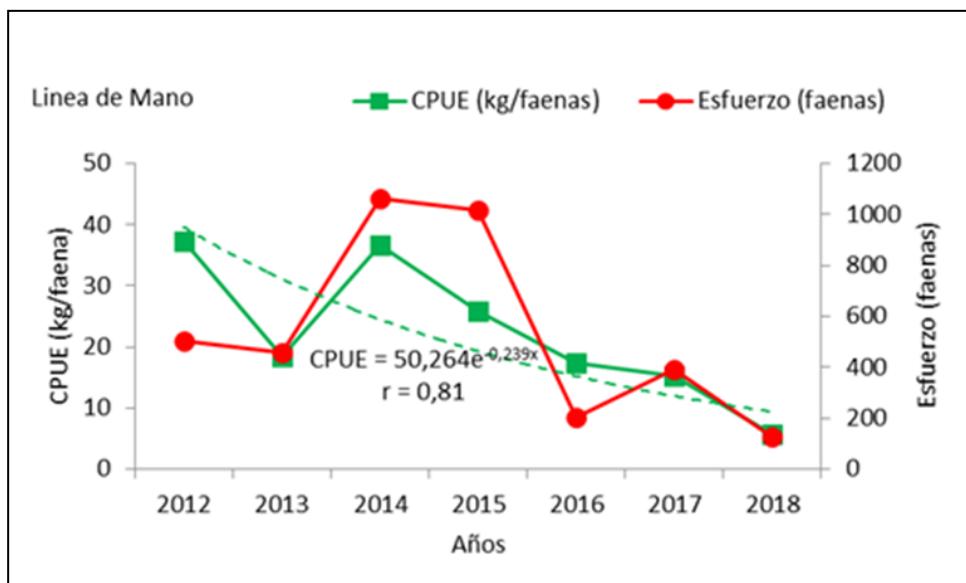


Figura 10. Dinámica de la abundancia (CPUE) y el esfuerzo interanual aplicado a peces en la pesquería artesanal de línea de mano en la Isla de Providencia. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

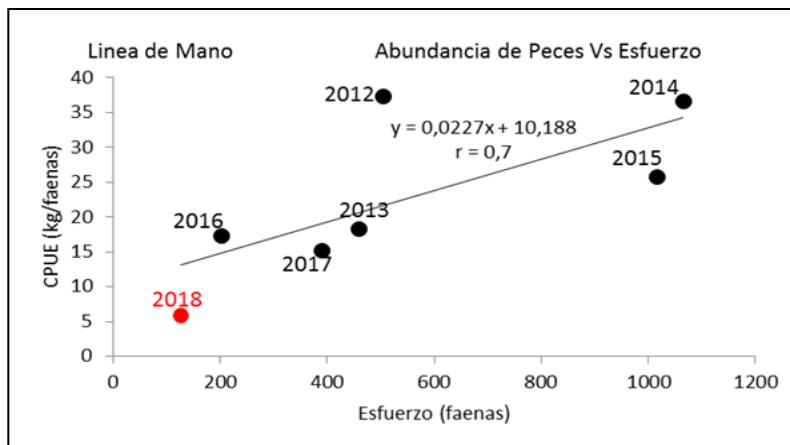


Figura 11. Evolución de la pesca de la abundancia de Peces en Provincia y su relación con el esfuerzo de pesca con el método de línea de mano en el periodo 2012 a 2018. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

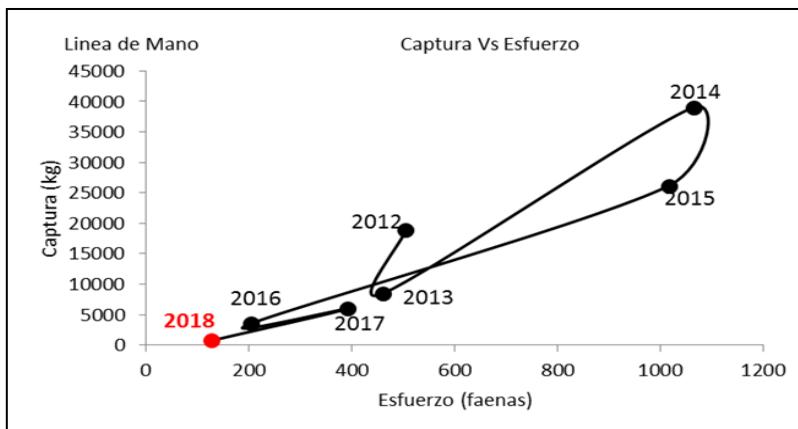


Figura 12. Evolución de la captura de pesca artesanal con línea de mano en la isla de Providencia en relación al esfuerzo faena por año durante el periodo 2012 al 2018. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

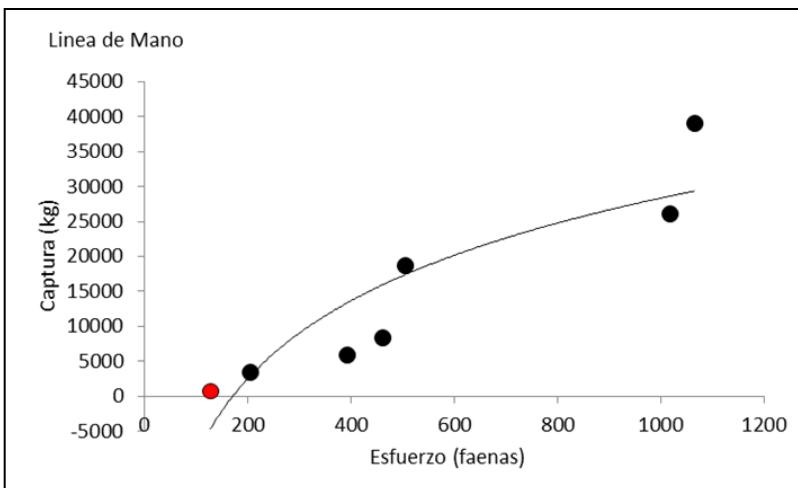


Figura 13. Representación de la tendencia del modelo de producción excedente de Schaefer a la captura de peces en la pesca artesanal con la línea de mano en Providencia y Santa Catalina durante 2012 a 2017.

Tabla 3. RMS y fRMS según los dos modelos de Schaefer y Fox para la pesca de peces con línea de mano en la Sección Centro del DMI Área Marina Protegida Seaflower.

Año	Rendimiento (Captura toneladas)	Esfuerzo (# Faenas)	CPUE (toneladas/faenas) Schaefer	LnCPUE (toneladas/faenas) Fox
2012	18,833351	504	0,03736776	-3,286946981
2013	8,44568	459	0,018400174	-3,995395142
2014	39,049169	1064	0,036700347	-3,304969074
2015	26,14418	1015	0,025757813	-3,659017288
2016	3,520817	203	0,017343926	-4,054512914
2017	5,960619	390	0,015283638	-4,180972404
2018	0,740713	127	0,005832386	-5,14432913
Promedio	14,670647	537,4285714	0,022383721	-3,946591848
Desvest	14,00154141	368,4765289	0,011593804	0,636795077
Intercepto a y c			0,010187771	-4,618967298
Pendientes byd			2,27E-05	0,001251097
RMS Schaefer			1,14	
RMS Fox				2,90
f _{RMS} Schaefer			224	
f _{RMS} Fox				799

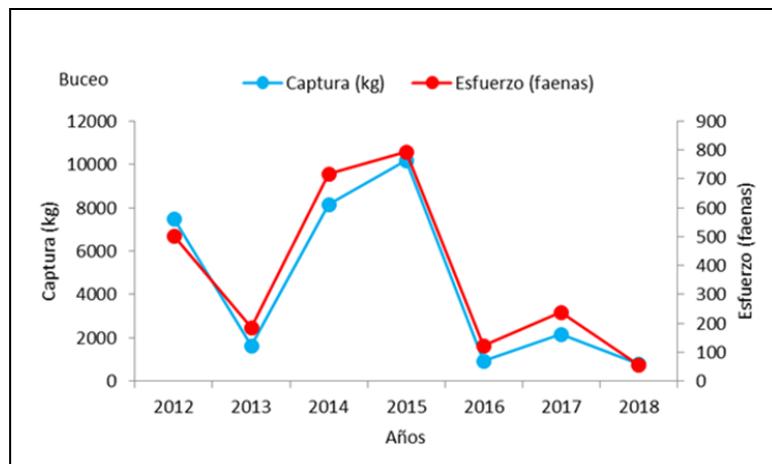


Figura 14. Dinámica de la captura y el esfuerzo, interanual en la pesquería artesanal de buceo, en Providencia. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD, 2019). Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

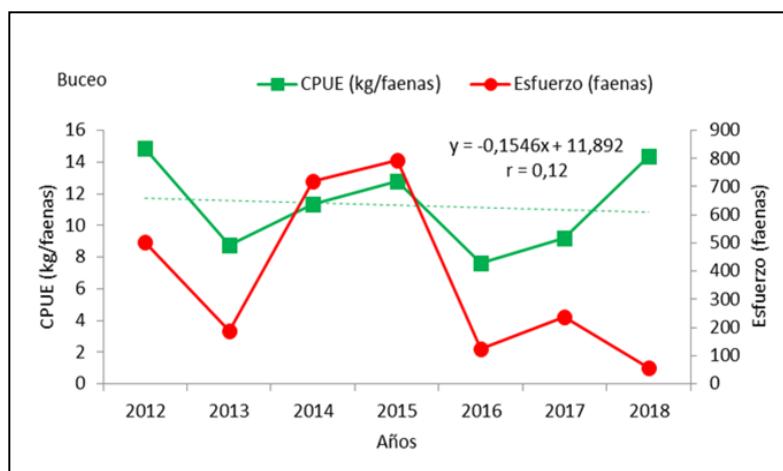


Figura 15. Dinámica de la abundancia (CPUE) y el esfuerzo interanual aplicado a peces en la pesquería artesanal de buceo en la Isla de Providencia. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

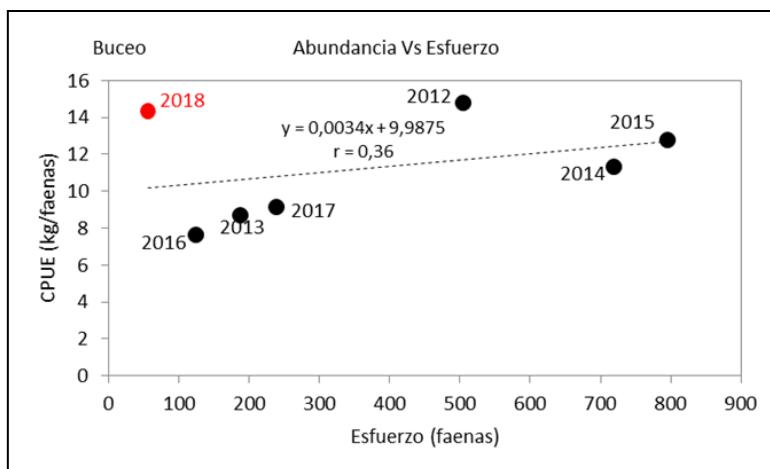


Figura 16. Evolución de la pesca de la abundancia de Peces en Provincia y su relación con el esfuerzo de pesca con el método buceo en el periodo 2012 a 2018. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

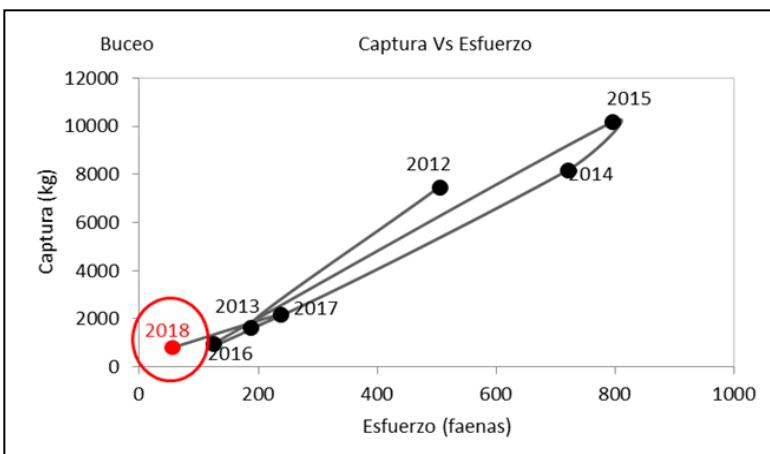


Figura 17. Evolución de la pesca artesanal de peces con buceo en la isla de Providencia en relación al esfuerzo durante el periodo 2012 al 2017. Datos SIPEIN Gobernación (SAPD 2019).

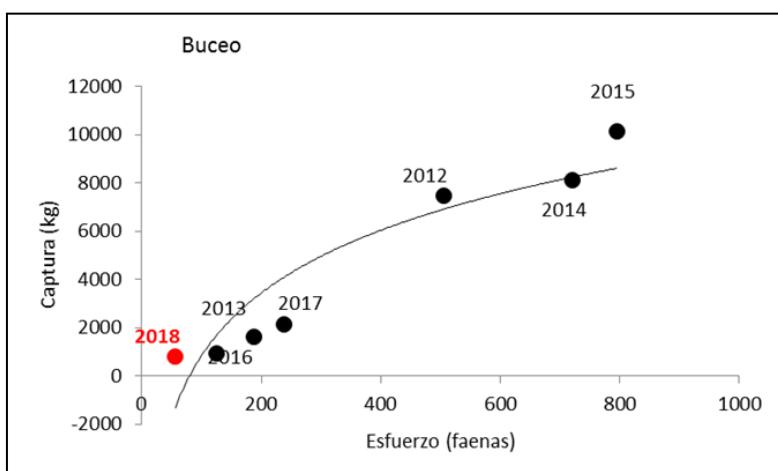


Figura 18. Representación de la tendencia del modelo de producción excedente de Schaefer para la pesca artesanal multi-especies de peces con buceo en Providencia y Santa Catalina durante 2012 a 2018.

tos pueden estar afectando los resultados, tipo cambios ambientales, la pesca ilegal o existen externalidades que no conocemos que pueden afectar los modelos pesquero.

La pesca ilegal en la zona norte de Seaflower, es un tema recurrente que denuncian los pescadores artesanales y autoridades marítimas en el Archipiélago de San Andrés, que impacta los procesos de concertación y ordenamiento con los pescadores locales. En los últimos años autoridades locales, radio y periódicos locales y nacionales denuncian barcos ilegales de países limítrofes como Nicaragua (abril 30 de 2013), Jamaica (agosto 20 de 2019), e incluso República Dominicana (mayo 25 de 2019), barcos que han sido capturados e incautado toneladas de caracol, langosta, peces loro y pesca blanca (peces). El trabajo transnacional de las autoridades podrá ser una vía para detener la pesca ilegal, pero también se debe hacer por parte de los países procesos conjuntos con la comunidad pesquera para que sean líderes de los procesos de manejo y se aporte a la sustentabilidad.

CONCLUSIONES

Es necesario continuar con investigaciones y acción de manejo de la mano de la comunidad pesquera artesanales y continuar trabajando en generar políticas de pesca que promuevan la sustentabilidad natural, social, económica de forma interinstitucional e incluso trasnacional. Por ello la ordenación pesquera debe ser transnacional y controlar la pesca ilegal. Además el manejo debe contribuir para que las reservas de biosfera, incluidas sus áreas marinas protegidas, cumplan sus funciones de bienes y servicios ecosistémicos para las comunidades.

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos expresar nuestros agradecimientos a los pescadores artesanales por su apoyo a la investigación y su compromiso con la sustentabilidad de la Reserva Seaflower. Agradecemos a las instituciones Secretaría de Agricultura y Pesca de la Gobernación Departamental del Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina y Universidad Nacional de Colombia - Sede Caribe, unidad académica Jardín Botánico, por apoyarnos para poder realizar la investigación y participar en el 72 GCFI en Punta Cana – República Dominicana. Especial agradecimiento al profesor Jairo Medina, quien dirigió el proyecto interinstitucional, y a todo el equipo administrativo que participó.

LITERATURA CITADA

- Abril A. y N. Cubillos. 2012. Playas. En: CORALINA - INVEMAR. 2012. *Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Santa Marta: Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina –CORALINA e Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés - INVEMAR.* 179 pp.
- Bolaños-Cubillos N., A. Abril-Howard, H. Bent- Hooker, J. Caldas y A. Aceró. 2015. Lista de peces conocidos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Reserva de Biosfera Seaflower, Caribe occidental Col. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 44 (1):127 - 162.
- CORALINA - INVEMAR. 2012. *Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Santa Marta: Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina –CORALINA e Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés.* INVEMAR, 179 pp.
- Díaz J., L. Barrios, M. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López y S. Zea. 2000. *Áreas coralinas de Colombia.* Santa Marta: Invemar, Serie Publicaciones Especiales.
- Escobar F., E. Viloria, A. Girón y M. Rueda. 2019. Capítulo III. Causas y Tensores del Cambio en los Ecosistemas Marinos y Costeros y sus Servicios: Indicadores de presión. Páginas 77-95 En: *INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2018.* Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 200 pp.
- FAO. 2018. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018.* Roma, Italy. 253 pp.
- García-Escobar, M.I. y A. Santos-Martínez. 2015. Documento Estudio de la Capacidad Potencial de la Pesca Artesanal en la Reserva de Biosfera Seaflower. Proyecto *Estudio y Manejo de Los Recursos Pesqueros y Fortalecimiento y Gestión Sostenible de Las Actividades Primarias, en la Reserva de Biosfera Seaflower del Departamento Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina.* Convenio Interadministrativo No. 016 de 2015 - Gobernación Departamental - Secretaría de Agricultura y Pesca y la Universidad Nacional de Colombia - Sede Caribe. San Andrés, Colombia. 112 pp.
- García-Escobar, M.I. y A. Santos-Martínez. 2018. Documento Evaluación de la Capacidad de Extracción de los Recursos Pesqueros de Interés, con proyección para los próximos años con medidas de manejo que mejoren la administración del recurso. Proyecto *Fortalecimiento de los Procesos de Gestión y Conocimientos sobre el Manejo Aprovechamiento y Administración de los Recursos En La Reserva De Biosfera Seaflower.* Convenio Interadministrativo No. 1359 de 2017 - Gobernación Departamental - Secretaría De Agricultura y Pesca y la Universidad Nacional de Colombia - Sede Caribe, San Andrés, Colombia. 78 pp.
- INVEMAR. 2019. *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2018.* Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 200 pp.
- López Rodríguez, A., M. García, P.C. Sierra-Correa, M. Hernández-Ortiz, L. Machacón, J. Lasso, O. Bent, A. Mitchell, A. Pacheco, . Segura, S. Nieto y J. Espriella. 2011. *Ordenamiento Ambiental de los manglares del Archipiélago de San Andrés, providencia y Santa Catalina.* 151 pp.
- Medina, J.H., A. Aceró y A. Santos-Martínez. 2010. Caracterización de la Actividad y el Esfuerzo de la Pesca Artesanal en las Islas de Providencia y Santa Catalina, Caribe Colombiano. *Revista Cuadernos del Caribe* 14:129 - 168.
- Miloslavich, P., N.J. Bax, S.E. Simmons, E. Klein, W. Appeltans, O. Aburto-Oropeza, et al. 2018. Essential ocean variables for global sustained observations of biodiversity and ecosystem changes. *Global Change Biology* 24:2416 - 2433. doi:10.1111/gcb.14108.
- OLDEPESCA. 2010. *Elaboración de protocolos para el mejoramiento de la calidad, sanidad e inocuidad de productos provenientes de la pesca artesanal y de pequeña escala en la región.* México: XXI Conferencia de Ministros.
- Pauly D., J. Alder, E. Bennett, V. Christensen, P. Tyedmers y R. Watson. 2003. The future for fisheries. *Science* 302(5649):1359 - 1361.
- Pauly D., V. Christensen, S. Guenette, T.J. Pitcher, U.R. Sumaila, C.J. Walters, R. Watson y D. Zeller. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418:689 - 695.
- Polanco A., Aceró, A., Bolaños, N., y J. González. 2016. Peces de la Reserva de Biosfera Seaflower. En M. Vides, D. Alonso, E. Castro, y N. Bolaños, Biodiversidad del mar de los siete colores. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa.
- Rueda M., F.D. Escobar, E. Viloria, J. Víaña, A. Girón, J. Álvarez, O. Garcés, M.R. Bayona, L.J. Vivas-Aguas, N. Arbeláez y J.C. Franco. 2018. Causas y Tensores del Cambio en Los Ecosistemas Marinos y Costeros y Sus Servicios: Indicadores de Presión. Páginas 73 - 123 en: *INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2017.* Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta Colombia. 180 pp.
- Salas, S., R. Chuenpagdee, A. Charles y J.C. Seijo. 2011. *Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean.* FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 544. FAO. Rome, Italy. 430 pp.
- Sale, P.F., R.K. Cowen, B.S. Danilowicz, G.P. Jones, J.P. Kritzer, K.C. Lindeman, S. Planes, N.V.C. Polunin, G.R. Russ, Y.J. Sadovy y R. S. Steneck. 2005. Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *TRENDS Ecology and Evolution* 20(2):74 - 80.

- Santos-Martínez, A., J.E. Mancera-Pineda, E. Castro-González, M. Sjogreen Velasco, H. Bent Hooker y J. Torres Rodríguez. 2013. *Propuesta para el Plan de Manejo Pesquero de la Zona Sur del Área Marina Protegida en la Reserva de Biosfera Seaflower*. Universidad Nacional Sede Caribe - Jardín Botánico, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias. Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Secretaría de Agricultura y Pesca, 80 pp.
- Santos-Martínez, A., J. Medina y M.I. Gracia-Escobar. 2019. Análisis sobre el estado de los recursos pesqueros, con énfasis en tallas de peces del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina –Reserva de Biosfera Seaflower. Proyecto *Fortalecimiento de los procesos de gestión, conocimiento y planificación sobre el manejo, aprovechamiento y sustentabilidad de los recursos pesqueros y agrícolas de la Reserva de la Biosfera Seaflower - Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*, Contrato No. 1396 de 2019. Departamento Archipiélago y UNAL – Sede Caribe - Componente IV. Informe Final, San Andrés, Colombia. 78 pp.
- Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento - SAPD. 2019. Sistema de Información Pesquera del Departamento SIPEIN. Datos Monitoreo Pesquero Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento Archipiélago de San Andrés y Providencia.
- UNEP. 2012. *Global Environment Outlook 5: Environment for the future we want*. United Nations Environment Programme. Panamá, 528 pp.
- Wilson-Aguirre, H. y S. Montoya-Duffis 2015. Caracterización de La Flota Pesquera del Archipiélago de San Andrés, Providencia Y Santa Catalina, Caribe Colombia. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **68**:517..
- Wilson-Aguirre, H. 2015. Caracterización de la Flota Pesquera que Opera en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe, Colombia. Paginas 11-23 en: Rojas, A., Prada, M., Jay, M. (Eds.). 2015. *Atlas Biológico Pesquero de la Reserva de Biosfera Seaflower. Gobernación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. San Andrés Islas, Colombia, San Andrés 97 pp.
- Worm, B., E.B. Barbier, N. Beaumont, J.E. Duffy, C. Folke, B.S. Halpern, J.B.C. Jackson, H.K. Lotze, F. Micheli, S.R. Palumbi, E. Sala, K.A. Selkoe, J.J. Stachowicz y R. Watson. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystemservices. *Science* **314**(3):787 – 790.
- WWF. 2016. *Planeta Vivo Informe 2016: Riesgos y resiliencia en una nueva era*. World Wild Fund for Nature. Gland, Suiza. 144 pp.