




Evaluación del estado de los recursos hidrobiológicos en áreas marinas protegidas del Pacífico de Colombia

Evaluation of the state of hydrobiological resources in marine protected areas of the Colombian Pacific

Ximena Moreno Gutiérrez¹  , Julio César Herrera Carmona² 

Dirección Territorial Pacífico, Parques Nacionales Naturales de Colombia. Cali, Colombia ¹
Universidad del Valle. Cali, Colombia ²

Recibido: 30 de julio 2022

Aceptado: 27 de octubre 2022

Publicado en línea: 1 de enero de 2023

Citación del artículo: Moreno-Gutiérrez, X. y Herrera-Carmona, J. C. (2023). Evaluación del estado de los recursos hidrobiológicos en áreas marinas protegidas del Pacífico de Colombia. *Biota Colombiana*, 24(1), e1099.

<https://doi.org/10.21068/2539200X.1099>

Resumen

Se evaluó el estado de los recursos hidrobiológicos (RHB) de tres Áreas Marinas Protegidas (AMPs) del Pacífico de Colombia: Parque Nacional Natural (PNN) Utría, PNN Uramba Bahía Málaga y PNN Sanquianga. Para el análisis se utilizaron cuatro indicadores pesqueros: 1) Abundancia relativa dada como el desembarco por unidad de esfuerzo (DPUE); 2) Esfuerzo (h); 3) Talla (cm); y 4) Porcentaje de individuos capturados por debajo de la talla media de madurez sexual (TMM). Los indicadores de DPUE y esfuerzo, obtuvieron calificaciones bajas de acuerdo con las categorías construidas por Herrera (2020), a excepción del PNN Utría. Con respecto a los indicadores “tallas” y “porcentaje de individuos capturados por debajo de la TMM”, estos presentaron calificaciones bajas, y están estrechamente relacionados con las reducidas tallas de captura en las áreas. Dadas las evidencias de que los recursos en las AMPs están en una condición que no es sostenible (PNN Uramba Bahía Málaga y PNN Sanquianga), es necesario avanzar en el establecimiento de medidas de manejo (tallas mínimas de captura, vedas temporales y espaciales, control de selectividad de artes de pesca), que resulten en la reducción del esfuerzo por pesca y el aumento de capturas por encima de la TMM de las especies.

Palabras clave. Atributos ecológicos. Indicadores. Integridad ecológica. Parques nacionales naturales. Pesca artesanal tradicional. Valores objeto de conservación.

Abstract

The state of the hydrobiological resources (HBR) of three Marine Protected Areas (MPAs) of the Colombian Pacific was evaluated: Utría National Natural Park (NNP), Uramba Bahía Málaga NNP and Sanquianga NNP. Four fishery indicators were used for the analysis: 1) relative abundance given as landing per Unit Effort (LPUE); 2) effort (h); 3) size (cm); and 4) percentage of individuals captured below the average size at sexual maturity (ASM). The LPUE and effort indicators obtained low ratings in the MPAs according the categories constructed in Herrera (2020), with the exception of PNN Utría. Regarding the indicators "sizes" and "percentage of individuals captured below the ASM, these presented low scores, and are closely related to the reduced sizes of capture in the areas. Given the evidence that the resources in the MPAs are in a condition that is not sustainable (PNN Uramba Bahía Málaga and PNN Sanquianga), it is necessary to advance in the establishment of management measures (minimum catch sizes, time and space closures, selectivity control of fishing gear), which result in the reduction of fishing effort and the increase of catches above the TMM of the species.

Keywords. Ecological attributes. Ecological integrity. Indicators. National natural parks. Traditional artisanal fishing. Values object of conservation.

Introducción

La pesca forma parte de la identidad cultural tradicional de las comunidades costeras y es fuente directa de alimento, empleo y bienestar económico para sus familias (FAO, 2020). Sin embargo, la sobrepesca de muchas poblaciones, ha llevado a que algunas especies de peces, moluscos y crustáceos actualmente se encuentren amenazadas o en peligro de extinción (Ojeda-Martínez, 2008). Presiones antropogénicas, como la sobreexplotación de los recursos pesqueros, sumada a la contaminación marina, la globalización de los mercados, eventos climáticos extremos como los eventos El Niño y La Niña, y cambios a gran escala y de largo plazo en las condiciones del mar generados por el cambio climático tales como el aumento continuo de la temperatura y el nivel del mar, amenazan la sostenibilidad de las pesquerías (Castrejón & Defeo, 2015).

Según Perry *et al.* (2011), estas presiones generan efectos escalonados en la dinámica socioeconómica y socioecológica de las pesquerías, y los cambios producidos en la dinámica de los sistemas pesqueros pueden degradar la capacidad adaptativa y resiliencia de las especies y sus hábitats críticos, alterando así la estructura y la función de las redes tróficas marinas, lo que en última instancia puede generar cambios en la productividad pesquera, disponibilidad y/o accesibilidad a las especies objetivo (Castrejón & Defeo, 2015).

Estas tendencias en la degradación de los ecosistemas y en las pesquerías, son parte de la problemática ambiental del Pacífico colombiano (Barreto & Borda, 2008), donde gran parte de las pesquerías costeras han llegado a niveles máximos de explotación y sobreexplotación (Barreto & Borda, 2011), como la asociada a la flota industrial de pesca de camarón, y la de un alto número de pesquerías artesanales (Rueda *et al.*, 2010), requiriendo medidas de ordenamiento para su sostenibilidad (Puentes *et al.*, 2014). Ante este panorama, las áreas marinas protegidas (AMPs), se consolidan como una estrategia ideal para la gestión de las pesquerías costeras y oceánicas, ya que protegen hábitats esenciales para la alimentación y la reproducción de los recursos hidrobiológicos, contribuyendo al aumento de las poblaciones en tamaño y abundancia (Martínez-Viloria *et al.*, 2011). La dirección territorial pacífico (DTPA) de Parques Nacionales

Naturales de Colombia (PNN), ha desarrollado diversos procesos para atender la situación que se mueve en torno a la presión sobre los recursos hidro-biológicos (RHB) en sus AMP, y como parte de su estrategia misional, implementó el monitoreo de RHB en las AMP: PNN Utría y PNN Sanquianga en el año 2008 y PNN Uramba Bahía Málaga en el 2015, a través de la metodología del sistema de información pesquera del Invemar (SIPEIN) (Narváez *et al.*, 2005). Actualmente, el monitoreo de los RHB, ha provisto información importante para la toma de decisiones de manejo y conservación de los RHB de manera conjunta con las comunidades locales y se constituye como la fuente de información técnica principal para el seguimiento y validación del manejo de las medidas adoptadas en las AMP (DTPA-PNN, 2018).

El monitoreo de RHB responde al modelo institucional de Estado-Presión-Respuesta (PER). Por tanto, se hace necesario conocer hasta dónde las acciones de manejo implementadas en las AMPs son eficientes y eficaces para proteger o recuperar los diferentes componentes de la biodiversidad, o mantenerlos dentro de rangos de variación apropiados. En este sentido, el uso de indicadores se consolida como una manera simple y a la vez integral (Puentes *et al.*, 2014) para realizar una evaluación efectiva de la gestión de las AMPs a partir de la valoración de actividades como la pesca, que se desarrollan en torno a ellas (Pomeroy *et al.*, 2006). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar el estado de los recursos hidrobiológicos en tres AMPs del Pacífico colombiano, priorizando el análisis sobre indicadores pesqueros de los RHB.

Materiales y métodos

Área de estudio. El PNN Utría, se ubica en la zona norte de la costa del Pacífico colombiano en el departamento del Chocó (García, 2010). Declarado en 1986, se superpone en un 80 % con cuatro resguardos indígenas de la etnia Emberá, y con comunidades afrodescendientes asentadas en sus inmediaciones, las cuales tienen una fuerte relación con el parque como área de pesca, que practican bajo acuerdos de uso y manejo (DTPA-PNN, 2018). El PNN Uramba Bahía Málaga, declarado en el año 2010, se encuentra en el sector central de la costa del Pacífico colombiano, en el Municipio de Buenaventura, Departamento del Valle del Cauca. Abarca una extensión marina de 470.94 km². Se destaca el ecosistema de manglar, clave para la reproducción y reclutamiento de gran cantidad de especies marinas y estuarinas, incluyendo peces, moluscos y crustáceos (García, 2010; DTPA-PNN, 2018). El PNN Sanquianga se ubica en la zona sur de la costa del Pacífico colombiano, en el norte del departamento de Nariño. Fue creado en 1977 y ocupa cerca de 800 km² de bosques inundados, manglares y esteros (García, 2010; DTPA-PNN, 2018). Su área se traslapa con territorios colectivos de afrodescendientes, quienes hacen uso de sus recursos naturales, especialmente peces y crustáceos (Figura 1).

Revisión de información, selección de especies y artes de pesca. Este estudio se desarrolló con datos pesqueros del monitoreo de RHB (2008–2019) de las AMPs PNN Utría, PNN Uramba Bahía Málaga y PNN Sanquianga. El monitoreo de RHB en las AMPs sigue el diseño metodológico establecido para el Sistema de Información Pesquera desarrollado por el INVEMAR (SIPEIN) (Narváez *et al.*, 2005). A través del SIPEIN se realizó la estimación de los siguientes indicadores pesqueros: capturas mensuales (peso, número individuos y especies), desembarco por unidad de esfuerzo (DPUE) (kg.faena⁻¹), esfuerzo (horas) por faena, especies registradas y talla media de captura (TMC) de acuerdo con el arte de pesca usado. También se usaron los datos del monitoreo de piangua (*Anadara tuberculosa*) en los PNN Sanquianga y Uramba Bahía Málaga, por ser un recurso de gran importancia para la región. En el PNN Uramba, se obtuvieron los datos de piangua a partir del monitoreo con la herramienta SIPEIN, mientras que para el PNN Sanquianga se usaron los datos del monitoreo específico de piangua, el cual se realiza anualmente en dos temporadas climáticas (marzo y septiembre) en las cuatro bocanas (Tapaje, Amarares, Sanquianga y Guascama) del

PNN Sanquianga. En esta área, el Desembarco por Unidad de Esfuerzo (DPUE) se expresa en número de individuos por 100m cuadrados (ind.100 m⁻²).

Las especies de peces incluidas en los análisis fueron seleccionadas de acuerdo con la priorización realizada por ejercicios participativos previos en cada AMP (DTPA-PNN, 2018). Esta priorización fue realizada teniendo en cuenta diversos criterios: cultural, pesquero y grado de amenaza de la UICN, y/o el libro rojo de peces de Colombia (Chasqui *et al.*, 2017). De las 35 especies priorizadas por las AMP, se seleccionaron 6 para el análisis en el PNN Utría, 11 para el PNN Uramba y 6 para el PNN Sanquianga (Tabla 1). Para el PNN Utría se analizaron los artes de pesca línea de mano y espinel, ya que estos registraron las más altas capturas en peso y en número de especies durante los años de monitoreo; para el PNN Uramba Bahía Málaga se analizaron los artes línea de mano y espinel, y para el PNN Sanquianga el espinel y el trasmallo monofilamento fondera que presenta los más altos registros de especies, debido a que es un artes de pesca multiespecífico que capturan gran variedad de especies en las zonas más cercanas a la costa (Tabla 1).

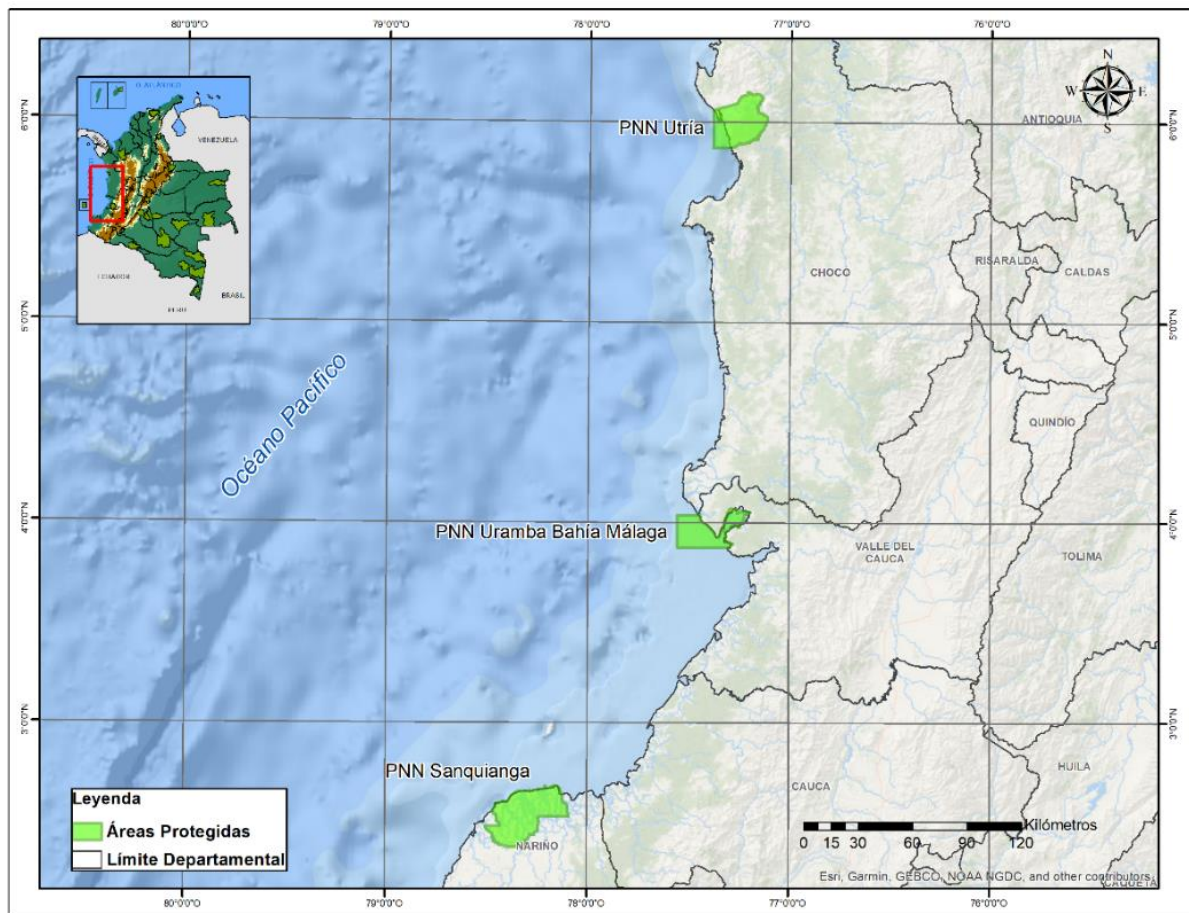


Figura 1. Ubicación de las AMPs con información del monitoreo de recursos hidrobiológicos. Parques Nacionales Naturales de Colombia (2022).

Figure 1. Location of MPAs with information from the monitoring of hydrobiological resources. National Natural Parks of Colombia (2022).

Tabla 1. Especies y artes de pesca consideradas para el análisis del estado de los RHB en las AMPs PNN Utría, PNN Uramba Bahía Málaga y PNN Sanquianga. (*) especies que también son registradas en ese Parque Nacional Natural por el monitoreo de RHB.

Table 1. Species and fishing gear considered for the analysis of the state of RHB in the PNN Utría, PNN Uramba Bahía Málaga and PNN Sanquianga MPAs. (*) species that are also recorded in that National Natural Park by RHB monitoring.

Especie	Nombre común	Categoría de amenaza (libro rojo Chasqui et al. (2017))	PNN Utría	PNN Uramba bahía Málaga		PNN Sanquianga
				Artes de pesca		
<i>Anadara tuberculosa</i>	piangüa	VU		Recolección manual		Recolección manual
<i>Bagre pinnimaculatus</i>	alguacil			Espinel		
<i>Brotula clarkae</i>	merluza	NT	Espinel			Espinel
<i>Caranx caninus</i>	jurel	LC	Línea de mano y Espinel			Trasmallo monofilamento fondera
<i>Cynoscion albus</i>	corvina	VU		Espinel		*
<i>Epinephelus quinquefasciatus</i>	Mero	DD	*	Línea de mano		
<i>Hyporthodus acanthistius</i>	cherna	NT				Espinel
<i>Litopenaeus occidentalis</i>	camarón langostino	VU				Trasmallo monofilamento fondera
<i>Lobotes pacificus</i>	berrugate			Espinel		*
<i>Lutjanus argentiventris</i>	pargo chillao	LC		Línea de mano		
<i>Lutjanus colorado</i>	Pargo Vijo			Espinel		
<i>Lutjanus guttatus</i>	pargo lunarejo	NT	Línea de mano y Espinel	Línea de mano		*
<i>Lutjanus peru</i>	pargo rojo	NT		Línea de mano		
<i>Scomberomorus sierra</i>	sierra castilla	NT	Línea de mano	Línea de mano		Trasmallo monofilamento fondera
<i>Sphyaena ensis</i>	champeta		Línea de mano			
<i>Thunnus albacares</i>	Atún aleta amarilla	NT	Línea de mano			
<i>Thunnus obesus</i>	albacora	VU		Línea de mano		

Indicadores usados para el análisis del estado de los recursos hidrobiológicos. Los indicadores pesqueros son variables que representan el desempeño de una pesquería, y los valores de los indicadores pueden ser comparados contra un punto de referencia, el cual define una condición por debajo de la cual la pesquería debería regularse. Los indicadores pesqueros utilizados fueron: 1) abundancia relativa, dada como el Desembarco por Unidad de Esfuerzo (DPUE) de cada especie priorizada por arte de pesca expresada en $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ para los peces, crustáceos y moluscos de los PNN Utría y Uramba y en $\text{ind}\cdot 100\text{ m}^{-2}$ para los moluscos del PNN Sanquianga, debido al uso de datos del monitoreo de piangua en parcelas; 2) esfuerzo por arte (h); 3) talla por especie y por arte en cm para los peces y crustáceos y mm para los moluscos; y 4) porcentaje de individuos capturados por debajo de la talla media de madurez sexual (TMM) por especie y arte de pesca. Las líneas de referencia para estos indicadores fueron construidas con los datos del monitoreo pesquero realizado en el PNN Utría entre marzo de 2008 y agosto de 2019, en el PNN Uramba Bahía Málaga entre noviembre de 2015 y enero de 2018, y en el PNN Sanquianga entre junio de 2008 y marzo de 2014, a excepción del recurso piangua que fueron construidas para el PNN Sanquianga con datos de los monitoreos realizados entre 2017 y 2019 y para el PNN Uramba Bahía Málaga con datos de los monitoreos realizados entre 2017 y 2018.

Identificación del estado actual de los indicadores. La calificación del estado actual de los indicadores pesqueros de los RHB se realizó de acuerdo con las cinco categorías (no deseable, pobre, regular, bueno y deseable) propuestas por [Herrera \(2020\)](#) en el marco del ejercicio de análisis de integridad ecológica de las áreas protegidas para la planificación del manejo de las mismas. Estas categorías fueron construidas para cada indicador a partir de información primaria obtenida del monitoreo de RHB y corresponden a las líneas de referencia del conjunto histórico de datos basadas en los valores mínimos, máximos, y los percentiles 20 (p20), 40 (p40), 60 (p60) y 80 (p80) ([Tabla 2](#)). De esta manera, por ejemplo, para calificar el estado actual del indicador DPUE para cada una de las especies priorizadas con un arte de pesca específico y en un PNN determinado, se calculó la mediana del indicador de los DPUE obtenidas en el último año de monitoreo bajo las características expuestas anteriormente, y se contrastó con el valor de la línea de referencia. El valor de la mediana obtenida se identificó en las cinco categorías de calificación y así se pudo obtener una valoración.

Para las categorías del indicador tallas (longitud total) en peces, el límite inferior de la categoría “Bueno”, fue establecido teniendo como referencia la talla media de madurez sexual (TMM) reportada por la literatura para cada especie. Cuando dicha información no estuvo disponible, se utilizó información de otras zonas geográficas como zonas aledañas al Pacífico colombiano o estudios realizados en el Pacífico oriental tropical (POT). Para generar las categorías del indicador talla en la piangua (*A. tuberculosa*), se consideró la talla mínima de longitud total reglamentada (50 mm) como el límite inferior de la categoría “Bueno”, y 45 mm como el límite inferior de la categoría “Regular”, debido a que esa es la talla reglamentaria en Ecuador, y gran parte de las capturas realizadas en el PNN Sanquianga y su zona de influencia tienen ese destino.

Debido a que durante cada faena de pesca no se capturaron todas las especies priorizadas para el análisis, la distribución de frecuencias de el DPUE de una especie dada estuvo dominada por el valor cero. Por lo tanto, al generar las categorías usando percentiles (p20, p40, p60 y p80), las tres primeras categorías e incluso la cuarta, tuvieron como límite inferior y superior al cero. Por lo tanto, para omitir la alta dominancia de ceros, fue necesario calcular los intervalos de las categorías solo a partir de los valores de DPUE positivos.

Tabla 2. Categorías propuestas para la generación de una línea de referencia, basadas en los valores mínimos y máximos, y en los percentiles 20 (p20), 40 (p40), 60 (p60) y 80 (p80), y calificación de estado según los valores asignados a cada indicador (Herrera, 2020).

Table 2. Proposed categories for generating a baseline, based on minimum and maximum values, and 20th (p20), 40th (p40), 60th (p60), and 80th (p80) percentiles, and status rating according to the values assigned to each indicator (Herrera, 2020).

Calificación	Linf	Lsup	Descripción	
No deseable	1	Min	P20	El indicador se encuentra en un estado No deseable. Se requiere realizar una valoración inmediata para identificar las causas de la condición. Es prioritario revisar cuales son las presiones que tienen mayor incidencia en el indicador (antropogénicas o de variabilidad climática), para orientar las acciones de manejo.
Pobre	2	p20	p40	El indicador se encuentra en estado Pobre. Se requieren acciones de manejo en el corto plazo para evitar que se continúe degradando su condición. Es necesario revisar cuales son las presiones que tienen mayor incidencia en el indicador para orientar las acciones.
Regular	3	p40	p60	El indicador se encuentra en estado Regular, por lo que requiere de mejores acciones de manejo para su mantenimiento, y de un seguimiento continuo para que no se degrade su condición. Se sugiere revisar cuales son las presiones que tienen mayor incidencia en el indicador para orientar las acciones.
Bueno	4	p60	p80	El indicador se encuentra en estado Bueno, y aunque las acciones de manejo pueden ser las adecuadas, es necesario identificar que acciones adicionales son necesarias para mantener o mejorar su condición.
Deseable	5	p80	Max	El indicador se encuentra en un estado Deseable. Se deben mantener las acciones de manejo para garantizar la continuidad de su condición.

Resultados

Parque Nacional Natural Utría

Al evaluar el estado actual del indicador DPUE de las especies priorizadas capturadas con línea de mano (Tabla 3), se evidenció que de las cinco especies evaluadas cuatro se encontraron en la categoría "Bueno" (*Caranx caninus*, *Lutjanus guttatus*, *Sphyraena ensis* y *Thunnus albacares*), mientras que *Scomberomorus sierra* se encontró en la categoría "Deseable". De otro lado, el estado actual del DPUE de las especies priorizadas capturadas con espínel (*Brotula clarkae* y *L. guttatus*), fue "Bueno".

Tabla 3. Indicadores usados para el análisis del estado de los recursos hidrobiológicos en el parque nacional natural Utría.

Table 3. Indicators used for the analysis of the state of hydrobiological resources in the Utría national natural park.

PNN Utría	Linf	Lsup	Estado actual	Linf	Lsup	Estado actual	Linf	Lsup	Estado actual			
<u>DPUE línea de mano (kg.h⁻¹)</u>												
<i>Caranx caninus</i>	0.99	1.65	2018=1.34	Buena	46.25	70.5	2018=48.00	Regular	>50.00	100.00	2018=83.00	No deseable
<i>Lutjanus guttatus</i>	0.57	1.16	2018=0.77	Buena	24.00	37.00	2018=32.00	Pobre	>50.00	100.00	2018=99.30	No deseable
<i>Scomberomorus sierra</i>	0.70	9.81	2018=0.71	Deseable	47.00	58.50	2018=58.00	Regular	>50.00	100.00	2018=51.90	No deseable
<i>Sphyraena ensis</i>	1.46	2.52	2018=2.06	Buena	41.00	46.20	2018=43.00	Regular	>50.00	100.00	2018=67.10	No deseable
<i>Thunnus albacares</i>	2.43	6.53	2018=3.82	Buena	73.00	83.00	2018=76.00	Pobre	>50.00	100.00	2018=95.20	No deseable
<u>DPUE línea de mano (kg.h⁻¹)</u>												
<u>Talla espinel (cm)</u>												
<i>Brotula clarkae</i>	6.75	21.45	2018=10.7	Buena	70.50	77.00	2018=74.30	Buena	30.00	40.00	2018=35.30	Regular
<i>Caranx caninus</i>												
<i>Lutjanus guttatus</i>	0.86	1.58	2018=1.42	Buena	35.00	39.00	2018=36.00	Pobre	>50.00	100.00	2018=96.10	No deseable
<u>ESFUERZO (H)</u>												
Espinel	3.00	5.40	2018=5.30	Buena								
LÍNEA DE MANO	0.50	3.80	2018=3.80	Deseable								

La mediana del esfuerzo registrado durante los monitoreos de 2018 para el arte de pesca espinel fue 5.30 h por faena, lo cual de acuerdo con la línea de referencia de la [Tabla 3](#), se situó en la categoría “Bueno”, mientras que la mediana del esfuerzo del arte de pesca línea de mano fue 3.80 h por faena, por lo que su estado fue “Deseable”. La calificación del indicador tallas de las especies capturadas con línea de mano durante 2018, dio como resultado que tres de las cinco especies evaluadas se encontraron en la categoría “Regular” (*C. caninus*, *S. sierra* y *Sphyraena ensis*), mientras que dos se encontraron en la categoría “Pobre” (*L. guttatus* y *T. albacares*). La evaluación de las tallas de las especies capturadas con espinel durante 2018, indicó que *C. caninus* se encontró en la categoría “Bueno”, mientras que *L. guttatus* en la categoría “Pobre”. La evaluación del estado del indicador porcentaje de individuos capturados por debajo de la TMM, dio como resultado que las cinco especies priorizadas con el arte de pesca línea de mano se encontraron en la categoría “No deseable”, mientras que de las especies priorizadas capturadas con espinel *L. guttatus* se encontró en la categoría “No deseable”, y *C. caninus*, se encontró en la categoría “Regular” ([Tabla 3](#)). En términos generales, el análisis del estado de los recursos hidrobiológicos en el PNN Utría durante el último año de monitoreo (2018), indicó que para las artes de pesca evaluadas (línea de mano y espinel) el DPUE y el esfuerzo se encuentran en un estado bueno, aunque se están capturando individuos de tallas pequeñas que no exceden la TMM, es decir que el DPUE y el esfuerzo durante el año evaluado, contrastado con los datos históricos registrados para el AP, no presentaron variaciones que indiquen una disminución del DPUE o un aumento del esfuerzo, caso contrario a las Tallas y porcentaje de individuos capturados por debajo de la TMM las cuales indican que las artes de pesca usadas, bajo el esfuerzo usado están capturando especies en tallas pequeñas, incluso por debajo de su TMM.

Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga

Al evaluar el estado actual del indicador DPUE de las especies priorizadas capturadas con línea de mano en el PNN Uramba Bahía Málaga ([Tabla 4](#)), se encontró que las cinco especies evaluadas (*Epinephelus quinquefasciatus*, *Lutjanus argentiventris*, *L. guttatus*, *Lutjanus peru* y *S. sierra*), se ubicaron en la categoría “Regular”. De otro lado, de las seis especies evaluadas y capturadas con espinel, dos presentaron el DPUE en estado “Bueno” (*Bagre pinnimaculatus* y *Lobotes pacificus*), tres en estado “Regular” (*Cynoscion albus*, *E. quinquefasciatus* y *Lutjanus colorado*), y una en estado “No deseable” (*L. argentiventris*). La mediana de la abundancia relativa durante 2017 para la piangua (*A. tuberculosa*) fue 1.81 kg.h⁻¹, por lo que el estado del indicador se clasificó en la categoría “Regular”. De otro lado, la mediana del esfuerzo registrado durante los monitoreos pesqueros de 2016 para el arte de pesca línea de mano fue 11.0 (h) por faena, lo cual de acuerdo con la línea de referencia se encuentra en la categoría “Pobre”, indicando un tiempo excesivo de esfuerzo. De las seis especies evaluadas para el indicador Talla capturadas con línea de mano durante 2016, dos presentaron un estado “Bueno” (*E. quinquefasciatus* y *S. sierra*), una un estado “Regular” (*L. argentiventris*), una un estado “Pobre” (*T. albacares*), y dos un estado “No deseable” (*L. guttatus* y *L. peru*). Las dos especies priorizadas y capturadas con Espinel (*E. quinquefasciatus* y *L. argentiventris*), presentaron durante 2016 un estado “Pobre”, mientras que la mediana de la talla durante 2017 para la piangua (*A. tuberculosa*) fue 5.50 cm, por lo que este indicador se clasificó en la categoría “Bueno” ([Tabla 4](#)).

Tabla 4. Indicadores usados para el análisis del estado de los recursos hidrobiológicos en el Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga.

Table 4. Indicators used for the analysis of the state of hydrobiological resources in the Uramba Bahía Málaga National Natural Park.

PNN Bahía Málaga	Linf	Lsup	Estado actual	Linf	Lsup	Estado actual	Linf	Lsup	Estado actual			
<u>DPUE LÍNEA DE MANO (KG.H⁻¹)</u>												
<i>Epinephelus quinquemaculatus</i>	1.15	2.00	2016=1.15	Regular	120.3	130	2016=123.00	Bueno	40.00	50.00	2016=43.20	Pobre
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0.47	0.67	2016=0.55	Regular	37.50	51.50	2016=41.50	Regular	>50.00	100.00	2016=78.00	No deseable
<i>Lutjanus guttatus</i>	0.61	0.97	2016=0.92	Regular	14.00	39.00	2016=38.50	No deseable	>50.00	100.00	2016=90.30	No deseable
<i>Lutjanus peru</i>	1.31	1.73	2016=1.47	Regular	18.00	37.00	2016=36.50	No deseable	>50.00	100.00	2016=97.90	No deseable
<i>Scomberomorus sierra</i>	1.44	2.19	2016=1.75	Regular	58.50	64.00	2016=64.00	Bueno	20.00	30.00	2016=29.40	Bueno
<i>Thunnus albacares</i>					67.50	71.75	2016=68.00	Pobre	>50.00	100.00	2016=100.00	No deseable
<u>DPUE ESPINEL (KG.H⁻¹)</u>												
<i>Bagre pinnimaculatus</i>	1.00	1.88	2.16=1.03	Bueno	Talla espinel (cm)						Ind. debajo de TMM espinel (%)	
<i>Cynoscion albus</i>	1.30	2.51	2016=1.73	Regular								
<i>Epinephelus quinquemaculatus</i>	1.08	1.63	2016=1.33	Regular	75.00	86.50	2016=76.50	Pobre	>50.00	100.00	2016=100.00	No deseable
<i>Lobotes pacificus</i>	1.41	2.18	2016=1.62	Bueno								
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0.10	0.51	2016=0.39	No deseable	42.50	46.50	2016=43.00	Pobre	>50.00	100.00	2016=92.50	No deseable
<i>Lutjanus colorado</i>	0.28	0.43	2016=0.31	Regular								
<u>DPUE PIANGÜA (KG.H⁻¹)</u>												
<i>Anadara tuberculosa</i>	1.35	2.03	2017=1.81	Regular	5.00	6.00	2017=5.50	Bueno				
<u>Esfuerzo (h)</u>												
LÍNEA DE MANO	10.0	11.0	2016=11.0	Pobre								

La evaluación del estado del indicador porcentaje de individuos capturados por debajo de la TMM, indicó que, de las especies priorizadas con el arte de pesca línea de mano, cuatro se encontraron en la categoría “No deseable” (*L. argentiventris*, *L. guttatus*, y *L. peru*), una en la categoría “Pobre” (*E. quinquefasciatus*) y uno en la categoría “Bueno” (*S. sierra*). Para este mismo indicador, las especies priorizadas capturadas con espinel (*E. quinquefasciatus* y *L. argentiventris*), se encontraron en la categoría “No deseable” (Tabla 4). En términos generales, el análisis del estado de los RHB en el PNN Uramba Bahía Málaga durante el último año de monitoreo (2016), indicó que para las artes de pesca evaluadas (línea de mano y espinel) el DPUE se encuentra en una condición que requiere mejores acciones de manejo y se debe dar especial atención al pargo *L. argentiventris*. Así mismo, se están capturando individuos de tallas pequeñas de las especies *L. guttatus* y *L. peru*, que no exceden la TMM y el único recurso con una talla de captura por encima de su TMM fue *S. sierra*.

Parque Nacional Natural Sanquianga

Al evaluar el estado del indicador DPUE de las especies priorizadas capturadas con espinel se encontró que *B. clarkae* se ubicó en la categoría “Regular”, mientras que *Hyporthodus acanthistius* en la categoría “Pobre”. De otro lado, el estado del DPUE de las especies capturadas con trasmallo monofilamento fondera (*C. caninus* y *S. sierra*), al igual que el estado del langostino (*Litopenaeus occidentalis*) fue “regular” (Tabla 5). La mediana de la abundancia relativa de la piangua (*A. tuberculosa*) durante 2019 fue 36 ind.100 m², por lo que el estado del indicador se clasificó en la categoría “Regular”. La mediana del esfuerzo registrado durante los monitoreos de 2013 para el arte de pesca espinel fue 5.50 (h) por faena, lo cual de acuerdo con la línea de referencia se encontró en la categoría “Regular”, mientras que la mediana del esfuerzo del arte de pesca trasmallo monofilamento fondera fue 7.0 (h) por faena, por lo que su estado fue “Pobre”.

La calificación del indicador tallas de las especies capturadas con espinel durante 2013, dio como resultado que *B. clarkae* se encontró en la categoría “Bueno”, mientras que *H. acanthistius* se encontró en la categoría “Pobre”. La evaluación de las tallas de las especies capturadas con trasmallo monofilamento fondera durante 2013, indicó que *C. caninus* se encontró en la categoría “No deseable”, mientras que *S. sierra* en la categoría “Pobre”. La mediana de la talla durante 2013 para el langostino (*L. occidentalis*) fue 12.20 cm, por lo que este indicador se clasificó en la categoría “Bueno”. Por otro lado, la mediana de la talla de la piangua (*A. tuberculosa*) durante 2019 fue 45.01 mm, por lo que este indicador se clasificó en la categoría “Regular”. La evaluación del estado del indicador porcentaje de individuos capturados por debajo de la TMM, dio como resultado que de las especies priorizadas con el arte de pesca espinel, *B. clarkae* se encontró en la categoría “Pobre”, mientras que *H. acanthistius* en la categoría “No Deseable”. En este indicador, las especies priorizadas capturadas con trasmallo monofilamento fondera (*C. caninus* y *S. sierra*), se encontraron en la categoría “No deseable” (Tabla 5). Para el PNN Sanquianga el DPUE y el esfuerzo se encontraron en un estado que no es sostenible, lo cual es soportado por la baja talla en la que están siendo capturados los recursos, con excepción de *B. clarkae* y el camarón *L. occidentalis*.

Tabla 5. Indicadores usados para el análisis del estado de los recursos hidrobiológicos en el parque nacional natural sanquianga.

Table 5. Indicators used for the analysis of the state of hydrobiological resources in the sanquianga national natural park

PNN Sanquianga		Linf	Lsup	Estado actual	Linf	Lsup	Estado actual	Linf	Lsup	Estado actual		
		<u>DPUe Espinel (KG.H⁻¹)</u>			<u>Talla Espinel (cm)</u>			<u>Ind. debajo de TMM espinel (%)</u>				
<i>Brotula clarkae</i>	5.96	13.63	2013=8.18	Regular	74.00	80.00	2013=80.00	Bueno	40.00	50.00	2013=43.00	Pobre
<i>Hyporhamphus acanthistius</i>	1.67	4.33	2013=4.04	Pobre	45.00	55.00	2013=55.00	Pobre	>50.00	100.00	2013=60.00	No deseable
		<u>DPUe trasmallo monofilamento fondera (kg.hr⁻¹)</u>			<u>Talla Trasmallo monofilamento fondera (cm)</u>			<u>Ind. debajo de TMM Trasmallo monofilamento fondera (%)</u>				
<i>Caranx caninus</i>	0.07	0.10	2013=0.08	Regular	5.00	20.00	2013=20.00	No deseable	>50.00	100.00	2013=100.00	No deseable
<i>Scomberomorus sierra</i>	0.16	0.27	2013=0.22	Regular	30.00	35.00	2013=35.00	Pobre	>50.00	100.00	2013=97.00	No deseable
<i>Litopenaeus occidentalis</i>	0.37	0.60	2013=0.38	Regular	11.00	13.00	2013=12.20	Bueno				
		<u>DPUe Pianguá (IND.100 M2⁻¹)</u>			<u>Talla piangua (cm)</u>							
<i>Anadara tuberculosa</i>	28.00	45.00	2019=36.00	Regular	45.00	50.00	2019=45.01	Regular				
		<u>Esfuerzo (H)</u>										
Espinel	4.75	6.00	2013=5.50	Regular								
Trasmallo monofilamento fondera	6.08	7.75	2013=7.00	Pobre								

Discusión

Los indicadores de DPUE y esfuerzo, valorados en las AMPs obtuvieron calificaciones bajas (entre pobre y regular) con excepción del PNN Utría donde independientemente de la especie y el arte de pesca, se encontraron en categorías altas (entre buena y deseable). Es posible que estos resultados reflejen el beneficio de los esfuerzos de conservación desarrollados en la zona exclusiva de pesca artesanal (ZEPA) y el distrito regional de manejo integrado (DRMI) Golfo de Tribugá y Cabo Corrientes (Vieira, 2016), las cuales son cercanas al PNN Utría. Las calificaciones bajas obtenidas de los indicadores de DPUE y esfuerzo pesquero en el PNN Uramba Bahía Málaga y Sanquianga, indican que la abundancia de los recursos priorizados se encuentra en un estado regular o pobre y el esfuerzo de pesca desarrollado en estas áreas es alto. El aumento de esfuerzo indica una presión mayor sobre los recursos, lo que sugiere la necesidad de revisar las estrategias de manejo de los RHB en estas AMPs, y evitar en el mediano y largo plazo un agotamiento del stock pesquero como ha ocurrido con otros recursos (Rueda *et al.*, 2014). Adicionalmente, comparados con el espinel, el trasmallo de monofilamento y la línea de mano, son artes de pesca menos selectivos. Los impactos que generan no se limitan únicamente a las especies objeto de captura, sino que también se refleja en la extracción incidental de especies de menor importancia económica o en la afectación de los ecosistemas protegidos (Martínez-Viloria *et al.*, 2011), por lo que se debe tener mayor atención en sus aspectos tecnológicos para mejorar la regulación.

En términos generales, estos resultados son el reflejo de diversos factores políticos, sociales y económicos que se mueven en torno al manejo de la pesca en Colombia, como la falta de una adecuada gestión sobre la actividad pesquera, la escasa consideración sobre el principio precautorio, la gestión ecosistémica, la falta de incentivos a las prácticas de pesca sostenible, los esfuerzos desarticulados de las entidades regulatorias y la carencia de recursos y medios para implementar proyectos para el fortalecimiento de la cadena de valor de la pesca sostenible. A esta situación, se suma el aumento de presión por esfuerzo pesquero, debido al ingreso de nuevas pesquerías aún no reglamentadas. La primera, denominada como “Viento y Marea”, que utiliza red de enmalle de diferentes ojos de malla, con autonomía de pesca de ocho días promedio, y mayor capacidad de faenar lejos de la costa (Caicedo *et al.*, 2015), y la segunda denominada “Ruche” (red de cerco artesanal), que opera sin una regulación efectiva en las zonas marino costeras del centro y sur del Pacífico colombiano. En consecuencia, las estadísticas nacionales de desembarcos de los principales recursos pesqueros capturados en el Pacífico, incluyendo pargos, sierras, jureles, atunes y meros continúan sobrepasando el rendimiento máximo sostenible (RMS) estimado para las especies (Puentes *et al.*, 2014). En general los grupos capturados en la pesquería industrial y artesanal como peces, moluscos y crustáceos siguen mostrando una tendencia de descenso (Rueda *et al.*, 2020) y en el país se continúan documentando impactos puntuales de la pesca sobre la biodiversidad (Rueda *et al.*, 2006; Rodríguez *et al.*, 2012), así como efectos en la estructura y funcionamiento del ecosistema (Rueda & Defeo, 2003; Rueda *et al.*, 2004).

En relación a los indicadores “tallas de las especies” y “porcentaje de individuos capturados por debajo de la TMM” analizados en las tres AMPs, estos presentaron calificaciones bajas (entre regular y pobre), y están estrechamente relacionados con las reducidas tallas de captura en las áreas. Con excepción de *C. caninus* (capturado con espinel) en el PNN Utría, *E. quinquefasciatus* y *S. sierra*, (capturados con línea de mano), *A. tuberculosa* (capturada por colecta manual) en el PNN Uramba, *B. clarkae* (capturada con espinel) y el langostino *L. occidentalis* (capturado con trasmallo monofilamento fondera) en el PNN Sanquianga, el porcentaje de individuos capturados por debajo de la TMM excedió el 50 %, lo cual pone en riesgo el reclutamiento de las cohortes futuras. Los casos más extremos son los de las especies *T. albacares* (capturada con línea de mano) y, *E. quinquefasciatus* (capturada con espinel) en el PNN Uramba, *C. caninus* (capturado

con trasmallo monofilamento fondera) en el PNN Sanquianga, y *L. guttatus* (capturado con línea de mano) en el PNN Utría, ya que durante el año evaluado, el 100 % de los individuos fueron capturados por debajo de la TMM reportada en la literatura, lo cual en teoría, indica un alto riesgo de sobrepesca en relación al crecimiento (Pauly, 1983) y atenta contra la renovación poblacional de estas especies (Martínez-Viloria *et al.*, 2011). Considerando que los caladeros donde se ejerce la actividad de pesca en las AMPs se ubican en zonas de poca profundidad (hasta unos 30 m) (DTPA-PNN, 2018), incluso en estuarios y bocanas de ríos donde habitan individuos jóvenes, es muy probable que la actividad de pesca artesanal por sí misma esté generando una fuerte presión dentro de las poblaciones al estar concentrando sus capturas sobre tallas pequeñas (Correa-Herrera & Jiménez-Segura, 2012). Sin embargo, Sluka & Sullivan (1998), exponen que la suma de las presiones que enfrentan las especies en el medio marino como el aumento del esfuerzo, la pesca no regulada y los cambios ambientales, son un factor determinante que incide de manera crítica sobre los indicadores y producen cambios en la estructura de las poblaciones de las especies, y como consecuencia el reclutamiento disminuye, generando pérdidas genéticas y a su vez que el tamaño de los individuos sea menor. Al respecto, López-García (2013) encontró para el Pacífico de Colombia, una alta capacidad adaptativa de *L. guttatus* y *L. argentiventris* frente a condiciones ecosistémicas y oceanográficas particulares, reflejando una alta diferenciación genética en zonas del Pacífico colombiano (Bahía Tumaco, Bahía Málaga y Bahía Solano), incluso existiendo subpoblaciones en las zonas evaluadas con características físicas distintas. Esta estrategia puede estar siendo implementada por otras especies que han sido reportadas en las AMPs con estadios de maduración avanzados en tallas pequeñas con respecto a la reportada en literatura. Correa-Herrera & Jiménez-Segura (2012) reportaron que la TMM de *L. guttatus* en el PNN Utría ($L_{50}=23.5$ cm) es menor a la reportada por otros autores como Rojas (1997), quien encontró una TMM para machos entre 32.0 y 32.9 cm y para hembras entre 33.0 y 33.9 cm en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Por tanto, es imprescindible el desarrollo de estudios de biología reproductiva y variabilidad genética con registros amplios de tallas de las especies para la correcta implementación de medidas de manejo y conservación acordes a su estrategia reproductiva y estructura poblacional en las AMPs. Es importante también considerar que *T. albacares* es una especie altamente migratoria y los desembarcos solo dan cuenta de una reducida parte del stock pesquero.

De igual forma, es relevante comprender la incidencia de la variabilidad climática sobre los recursos hidrobiológicos y pesqueros (Mendo *et al.*, 2020). En el Pacífico colombiano el comportamiento de las especies marinas, puede estar significativamente influenciado por eventos de variabilidad climática como El Niño y La Niña, alterando las preferencias térmicas de las especies. Por esta razón, y para comprender y mejorar las acciones de manejo en las AMPs, el monitoreo de las condiciones océano-atmosféricas debe ser incluido en el portafolio de investigaciones de las áreas y debe ser contrastado con otras variables que pueden a su vez amplificar o mitigar las presiones sobre los indicadores pesqueros.

El estado actual de los RHB en las AMP evaluadas evidencia la necesidad de avanzar en el establecimiento de medidas de manejo (tallas mínimas de captura, vedas temporales y espaciales, control de selectividad de artes de pesca) dentro de los acuerdos de uso y manejo existentes entre las AMP y las comunidades de pescadores, que resulten en la reducción del esfuerzo por pesca y el aumento de capturas por encima de la TMM de las especies, para garantizar el reclutamiento, la presencia de las cohortes futuras y la disponibilidad del recurso para futuras generaciones. Si bien, ante la ausencia de información, es necesario anteponer el principio de precaución. También es necesario realizar estudios de biología reproductiva para determinar las TMM de las especies en cada AMP, y establecer medidas de manejo de acuerdo a su estructura poblacional, ya que peces como los pargos tienen una alta capacidad adaptativa frente a las condiciones ecosistémicas. Debido a que la valoración del estado de los indicadores pesqueros relacionados

con los RHB en las AMPs de Sanquianga y Uramba Bahía Málaga, fueron realizados con datos del año 2014 y 2016 respectivamente, y en consecuencia el estado actual de los recursos puede haberse degradado, debe ser una prioridad de las AMP y de PNN, continuar con los monitoreos de RHB y con la sistematización de los datos en la plataforma SIPEIN, de tal forma que se mantenga una base de referencia actualizada para hacer evaluaciones en el corto y mediano plazo. De igual forma, se recomienda contrastar a nivel espacial la información registrada en SIPEIN con la zonificación de las áreas protegidas, de tal forma que permita validar el cumplimiento de dicha zonificación en el plan de manejo de las AMP y aportar a la misma a partir de la implementación de vedas temporales y espaciales para especies sobre las cuales se cuente con información local de sus épocas reproductivas.

Agradecimientos

En el PNN Utría, a los pescadores artesanales de línea y espinel de los corregimientos de Jurubirá (Nuquí) y del Valle (Bahía solano); en el PNN Uramba Bahía Málaga a los pescadores de los Consejos Comunitarios de La Plata, Puerto España Miramar, La Barra, Juanchaco, Ladrilleros y Chucheros; En el PNN Sanquianga a los pescadores de las comunidades de Los Mulatos, Amarales, Bazán, Bajito, Firme de los Cifuentes, San Pablo de la Mar y Cocal de los Payanes, y en general a los equipos de trabajo de las Áreas Protegidas, con los cuales ha sido posible el desarrollo y seguimiento del monitoreo de los RHB. Al grupo asesor científico que participó en 2019 en los ejercicios de análisis de integridad ecológica desarrollado para las Áreas Protegidas adscritas de la Dirección Territorial Pacífico.

Referencias

- Barreto, C. & Borda, C. (2008). *Evaluación de recursos pesqueros colombianos*. Instituto Colombiano Agropecuario. Produmedios.
- Barreto, C. G. & Borda, C. A. (2011). Evaluación de algunos recursos pesqueros demersales del Pacífico colombiano. En: Diaz, J. M., Viera, C. A. y Melo, G. (Eds.). *Diagnóstico de las principales pesquerías del Pacífico colombiano*. (pp. 195-214). Fundación Marviva.
- Caicedo, J. A., Zapata, L. A., Zorrilla, M. X., Castillo, B. & Rojas, P. A. (2015). *Plan de manejo del ensamblaje de peces demersales de importancia pesquera del Parque Nacional Natural Gorgona y su zona de influencia*. Parques Nacionales Naturales y fondo mundial para la naturaleza -Colombia.
- Castrejón, M. & Defeo, O. (2015). Co-governance of small-Scale shellfisheries in Latin America: Institutional adaptability to external drivers of change. In: Jentoft, S. & Chuenpagdee, R. (Eds.) *Interactive governance for small-scale fisheries: Global reflections*. *Mare Publication Series*. (13), 605-625.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-17034-3_31.
- Chasqui, V. L., Polanco, A., Acero, A., Mejía-Falla, P. A., Navia, A., Zapata, L. A. & Caldas, J. P. (2017). *Libro rojo de peces marinos de Colombia*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invemar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Serie de Publicaciones Generales # 93.
- Correa-Herrera, T. & Jiménez-Segura, L. F. (2012). Biología reproductiva de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en el Parque Nacional Natural Utría, Pacífico colombiano. *Revista Biología Tropical*, 61(2), 829-840.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v61i2.11226>.
- Dirección Territorial Pacífico-Parques Nacionales Naturales. (2018). *Insumos para el ordenamiento de los recursos hidrobiológicos y pesqueros en los PNN de la Dirección Territorial Pacífico*. (Informe técnico). Parques Nacionales Naturales de Colombia.

- FAO. (2020). *The state of world fisheries and aquaculture. Sustainability in action*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- García, C. (2010). *Diagnóstico de las áreas marinas y costeras protegidas, y de las áreas de manejo en el Pacífico colombiano*. Fundación MarViva.
- Herrera, J. C. (2020). *Análisis de integridad ecológica – Ajustes propuestos a la metodología*. (Informe técnico). Parques Nacionales Naturales de Colombia y Universidad del Valle.
- López-García, V. J. (2013). *Estudio de la variabilidad genética de dos especies de pargo *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus argentiventris*, del Pacífico colombiano, mediante técnicas moleculares*. (tesis de maestría no publicada). Universidad Nacional de Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/21723/7408506.2013.pdf?sequence=1>.
- Martínez-Viloria, H. M., Whisgman, L. A., Vargas, A. & Narváez, J. C. (2011). Efectos de la pesca sobre los recursos hidrobiológicos del Parque Nacional Natural Corales Del Rosario y de San Bernardo, En: Zarza, E. (Editor). *El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales Del Rosario y de San Bernardo*. (pp. 281-286). Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Mendo, J., Caille, G., Massutí, E., Punzón, A., Tam, J., Villasante, S. & Gutiérrez, D. (2020). Recursos pesqueros. En: Moreno, J. M., Laguna-Defior, C., Barros, V., Calvo Buendía, E., Marengo, J. A. & Oswald Spring, U. (Eds). *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos*. (pp. 291-346). McGraw-Hill.
- Narváez, J. C., Rueda, M., Viloria, E., Blanco, J., Romero, J. A. & Newmark, F. (2005). *Manual de Sistema de información Pesquera del Inveemar (SIPEIN v. 3.0), Una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero*. Instituto de Investigaciones marinas y Costeras.
- Ojeda-Martínez, C. (2008). *Selección de indicadores para la evaluación de las Áreas Marinas Protegidas*. (Tesis de doctorado no publicada). Universidad de Alicante.
<http://hdl.handle.net/10045/11065>.
- Pauly, D. (1983). *Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.
- Perry, R. I., Ommer, R. E., Barange, M., Jentoft, S., Neis, B. & Sumaila, U. R. (2011). Marine social-ecological responses to environmental change and the impacts of globalization. *Fish and Fisheries*, 12(4), 427-450.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00402.x>.
- Pomeroy, R. S., Parks, J. E. & Watson, L. M. (2006). *Cómo evaluar un área marina protegida. Manual de Indicadores Naturales y Sociales para Evaluar la Efectividad de la Gestión de Áreas Marinas Protegidas*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
<https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2006.paps.1.es>.
- Puentes, V., Escobar, F. D., Polo, C. J. & Alonso, J. C. (2014). *Estado de los Principales Recursos Pesqueros de Colombia*. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca.
- Rodríguez, A., Rueda, M., Viaña, J., García, C., Rico, F., García, L. & Girón, A. (2012). *Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/13086>.
- Rojas, J. (1997). Fecundidad y épocas de reproducción del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces:Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2), 477-487.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v57i1-2.11303>.

- Rueda, M. & Defeo, O. (2003). Spatial structure of fish assemblages in a tropical estuarine lagoon: combining multivariate and geostatistical techniques. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 296(1), 93-112.
[https://doi.org/10.1016/s0022-0981\(03\)00319-8](https://doi.org/10.1016/s0022-0981(03)00319-8).
- Rueda, M., Blanco, J., Narváez, J. C., Viloría, E., Newmark, F & Santos-Acevedo, M. (2004). *Estado de los Recursos sometidos a explotación, Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia año 2003*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.
- Rueda, M., Angulo, J. A., Madrid, N., Rico, F. & Girón, A. (2006). *La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del Pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.
- Rueda, M., Marmol, D., Viloría, E., Doncel, O., Rico-Mejía, F., García, L. & Girón, A. (2010). *Identificación, ubicación y extensión de caladeros de pesca artesanal e industrial en el territorio marino-costero de Colombia*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.
- Rueda, M., Bustos-Montes, D., Viloría, E. & Navarrete-Ramírez, S. M. (2014). *Protocolo Indicador Uso de recursos hidrobiológicos. Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas*. Investigaciones Marinas y Costeras, Global Environment Facility y Programa de las Naciones Unidas.
- Rueda, M., Escobar-Toledo, F. D., Viaña-Tous, J., Castillo-Navarro, H. & Romero, J. A. (2020). Causas y tensores del cambio en los ecosistemas marinos y costeros y sus servicios: indicadores de presión. En: *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia*. (pp. 93-120). Serie de Publicaciones Periódicas. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.
- Sluka, R. & Sullivan, M. (1998). The influence of spear fishing on species composition and size of groupers on patch reefs in the upper Florida Keys. *Environmental Biology of Fishes*, (47), 77-189.
<https://doi:10.1007/bf00005040>.
- Vieira, C. A. (2016). *Grupo Interinstitucional y Comunitario de Pesca Artesanal de la Costa Chocoana: una alianza regional para el ordenamiento pesquero en el Pacífico norte chocoano*. Marviva.
- Zambrano, H., Pardo, M. & Naranjo, L. (2007). *Evaluación de Integridad Ecológica – Propuesta Metodológica. Herramienta para el Análisis de la Efectividad en el Largo Plazo en Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt.
<http://hdl.handle.net/20.500.11761/35231>.