



# ESTIMACION Y VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA BIOLÓGICOS DE LA SIERRA (*Scomberomorus sierra*) CAPTURADA EN EL OCEANO PACIFICO COLOMBIANO

Andrea Vanessa Costa Perdomo

**Universidad del Magdalena**

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Pesquera

Santa Marta, Colombia

2023



**AÚN+** incluyente e innovadora | PERIODO 20.24

# **ESTIMACION Y VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DE LOS PUNTOS BIOLÓGICOS DE REFERENCIA DE LA SIERRA (*Scomberomorus sierra*) CAPTURADO EN EL OCEANO PACIFICO COLOMBIANO**

**Andrea Vanessa Costa Perdomo**

Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Pesquero**

Modalidad:  
**Pasantía de Investigación**

Director:  
**Jesus Correa Helbrum, M.Sc.**

Codirector:  
**Jairo Altamar, Ph.D. (c)**

Grupo de Investigación:  
**Evaluación y Ecología Pesquera (GIEEP)**

**Universidad del Magdalena**

Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería Pesquera  
Santa Marta, Colombia

2023

# Nota de aceptación

Aprobado por el Consejo de Programa en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Magdalena para optar al título de Ingeniero Pesquero.

---

Jurado

---

Jurado

Santa Marta, septiembre 14 del 2023

Dedico este valioso logro primeramente a DIOS porque sin su sabiduría no hubiese podido culminar mi carrera, a mi familia quienes siempre creyeron en mí y me apoyaron para poder salir adelante.

# Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios por sus bendiciones y permitirme concluir esta etapa de mi vida a mis padres por sus enseñanzas y su apoyo incondicional.

A mi director Jesús Correa y codirector el profesor Jairo Altamar por su apoyo constante en el desarrollo de mi trabajo de grado, sus buenas indicaciones y pautas para lograr los objetivos propuestos.

Por último, a mis compañeros, que me apoyaron en el desarrollo del trabajo de investigación, como también al grupo SEPEC por la oportunidad de desarrollar mi opción de grado.

# GRUPO DE INVESTIGACIÓN

La Universidad del Magdalena como sede de estudio superior ha venido ejerciendo funciones académicas desde el año 1958, esta sede universitaria a lo largo de su trayectoria como institución educativa ha presentado un proceso de desarrollo, obteniendo así, la Acreditación Institucional por alta calidad en el año 2021; uno de los factores claves que le han permitido alcanzar este logro es su desarrollo investigativo contando dentro de su estructura académica con (25) programas de pregrado, de los cuales (8) están acreditados por alta calidad, como es el caso del programa de Ingeniería Pesquera, el cual cuenta con cinco (5) grupos de investigación, Uno de ellos, el Grupo de Investigación Evaluación y Ecología Pesquera (GIEEP), categorizado en MinCiencias como A, es el grupo donde se desarrolló la presente pasantía. Actualmente se encuentra conformado por el director Luis M. Manjarrés Martínez, 11 investigadores y cuatro (4) docentes de plantas; el GIEEP a la fecha cuenta con más de 100 publicaciones de artículos científicos a lo largo de su trayectoria, además en aspectos académicos coordinan el programa de Maestría en Pesquerías Tropicales.

Actualmente el GIEEP está desarrollando dos proyectos de gran importancia pesquera para el país, denominados: Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC) y el Programa de Observadores Pesquero Colombiano (POPC), los cuales se ejecutan con la financiación y apoyo de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), En ellos se registran insumos para consolidar las estadísticas de los desembarcos de los recursos pesqueros así como los aspectos biológico-pesqueros y captura realizada a bordo por las diferentes pesquerías artesanales e industriales. Todo ello con el fin de consolidar información que les permita a los administradores del recurso implementar estrategias de manejo que contribuyan al desarrollo sostenible de la actividad de la pesca en Colombia

# Resumen

En las aguas del Pacífico colombiano, diversas flotas pesqueras emplean distintos métodos de pesca, tales como el boliche, el boliche artesanal en Buenaventura y el ruche en Tumaco. Este estudio tuvo como propósito estimar los Puntos de Referencia Biológicos (PRB) de la especie objetivo, *Scomberomorus sierra*, capturada en la región del Pacífico colombiano, así como analizar la variación espacio-temporal de estos PRB a lo largo del período 2018-2022. El objetivo principal fue discernir los indicadores biológico-pesqueros para comprender la dinámica de estas flotas que operan en Buenaventura y Tumaco, además, de conocer si el impacto negativo tiene sobre *S. sierra*. Se estimó una longitud de madurez sexual ( $L_m$ ) de 55,6 cm, la cual se situó por debajo de la longitud promedio de captura en las diversas flotas, al igual que las proporciones de individuos maduros que fueron inferiores al  $L_m$ .

**Palabras clave:** Puntos de referencia biológicos, Buenaventura, Tumaco, Talla de madurez, *Scomberomorus sierra*.

# Abstract

In the waters of the Colombian Pacific, various fishing fleets use different fishing methods, such as bowling, artisanal bowling in Buenaventura and Ruche in Tumaco. This study aimed to estimate the Biological Reference Points (PRB) of the target species, *Scomberomorus sierra*, caught in the Pacific region of Colombia, as well as to analyze the spatiotemporal variation of these PRB over the period 2018-2022. The main objective was to discern the biological-fishery indicators to understand the dynamics of these fleets operating in Buenaventura and Tumaco, in addition to knowing if the negative impact has on *S. sierra*. We estimated a sexual maturity length ( $L_m$ ) of 55.6 cm, which was below the average length of capture in the various fleets, as well as the proportions of mature individuals that were lower than  $L_m$ .

**Keywords:** Biological reference points, Buenaventura, Tumaco, Maturity size, *Scomberomorus Sierra*.

# Tabla de Contenido

1.	Introducción.....	10
2.	Objetivos.....	11
2.1.	General.....	11
2.2.	Específicos.....	11
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
4.1.	Área de estudio.....	12
4.2.	Obtención y procesamiento de datos.....	13
4.3.	Estructura de tallas e indicadores derivados.....	13
5.	Resultados y discusión.....	15
5.1.	Balance de la información procesada.....	15
5.2.	Estructura de tallas e indicadores derivados.....	15
6.	Conclusiones.....	22
7.	Referencias.....	23
8.	Anexos.....	25



## Figuras

- Figura 1. Puerto base de la flota artesanal e industrial que opera con red de cerco desde Buenaventura y Tumaco..... 12
- Figura 2. Histograma de frecuencia de las longitudes de la sierra (*Scomberomorus sierra*) muestreado a bordo de la flota artesanal e industrial que opera desde Buenaventura (a y b) y Tumaco (c), durante el período 2022. La línea roja representa la longitud media de captura ( $L_{mc}$ ), línea negra la longitud de madurez ( $L_m$ ), la azul el  $L_{90-100}$  y la franja indica el rango óptimo de captura..... 16

## Tablas

- Tabla 1 Número de lances de pesca con red de cerco registrados durante los periodos 2018-2022... 15
- Tabla 2. Análisis de la estructura de longitudes de sierra (*Scomberomorus sierra*) monitoreadas a bordo en las flotas que operan en el litoral Pacífico durante el periodo 2022. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a  $L_m$  ( $P_{mat}$ ) y  $L_{mega}$  ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{opt}$ ), la proporción objetivo ( $P_{obj}$ ). .. 17

# 1. Introducción

La pesca con redes es una actividad muy antigua que se ha utilizado en todo el mundo desde las antiguas civilizaciones. En el Pacífico colombiano ha sido practicada la pesca por las comunidades costeras desde hace muchos años. La pesca con redes es una actividad económica muy importante ya que proporciona alimento y empleos (FAO, 2020). Sin embargo, este tipo de actividad puede tener impactos negativos en los ecosistemas y en los principales stocks de pesca si no se tiene un manejo adecuado, lo que puede tener consecuencias negativas de seguridad alimentaria y económicas a largo plazo (FAO, 2020).

En Colombia se desarrolla este tipo de actividad de pesca artesanal (Pacífico y Caribe), la cual implementa diferentes técnicas tradicionales con la red de cerco que han sido transmitidas por generaciones, así mismo, representando para Colombia una actividad de gran importancia socioeconómica, fundamentalmente por su papel en la soberanía alimentaria en las comunidades (Rueda, et al., 2010; Tavares, 2018). Entre las principales especies capturadas por las flotas que operan en el Pacífico colombiano encontramos a la sierra (*Scomberomorus sierra*) es un recurso pelágico de la familia Scombridae que puede llegar a alcanzar tallas entre 20 y 96 cm de longitud total (Duarte et al., 2021; Correa et al., 2022); pero de acuerdo a su ciclo de vida las especies más pequeñas viven en aguas costeras, mientras que los más grandes realizan migraciones transoceánicas (Collete 1995).

En esta región del país este recurso pesquero es muy apetecido para el consumo humano, de esto radica su importancia económica para los pescadores artesanales que tienen como objetivo este recurso pesquero. Por este motivo, es de suma importancia conocer los aspectos biológicos relevantes de la dinámica poblacional de la sierra, entre éstos la biología reproductiva (época de reproducción, longitud de madurez, proporción de sexos y su comportamiento reproductivo), los cuales están influenciados por la variación espacial y temporal de los factores bióticos y abióticos (Hernández–Olalde 2008).

A pesar de la importancia socioeconómica de la sierra en el Pacífico colombiano, poco se conoce poco el estado de explotación y biología reproductiva. En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo conocer el estado de explotación e indicadores biológicos referencias de la sierra (*Scomberomorus sierra*) que es capturada principalmente con redes de cerco en el Pacífico y que pueden ser usados por las instituciones competentes en el manejo sostenible de la sierra.

## 2. Objetivos

### 2.1. General

- Estimar los Puntos de Referencia Biológicos (PRB) de la sierra (*Scomberomorus sierra*) capturada en el Pacífico colombiano.

### 2.2. Específicos

- Compilar y estandarizar información biológico-pesquera registrada en el Programa de Observadores Pesqueros de Colombia (POPC).
- Determinar la estructura de tamaños de la *S. sierra* que es capturada por las diferentes flotas que operan en el Pacífico colombiano.
- Construir representaciones gráficas de las distribuciones de tamaños, para la identificación de los PRB de la especie estudiada.
- Realizar un análisis crítico del estado de los PRB de la *S. sierra* capturada en el Pacífico colombiano.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Área de estudio

Basado en la información registrada a bordo por el programa de observadores pesqueros de Colombia (POPC), encargados de la toma de los formularios de Capturas y Esfuerzo (CyE) y biológico-pesquero a bordo de las embarcaciones artesanales avanzadas de las flotas de pesca blanca (ruche y boliche) y viento y marea (boliche) que opera en Buenaventura y Tumaco (Figura 1). El Pacífico colombiano se localiza geográficamente desde la zona norte en los límites con Panamá, siguiendo por Juradó y el golfo de Tribugá, Chocó, continuando hacia la zona centro-sur por el golfo Tortugas, Buenaventura, Guapi, Sanquianga y la ensenada de Tumaco en el sur en Nariño, hasta la frontera con Ecuador (Tobón-López et al., 2008; Díaz et al., 2011; Rodríguez et al., 2015). La sierra es capturada en toda la costa del Pacífico con énfasis en los puntos de desembarco más importantes de la pesca industrial y artesanal, sobre la base de los volúmenes de captura Buenaventura, Tumaco, Guapi y Bahía Solano (CCI et al., 2006; CCI y MADR, 2009; De la Hoz et al., 2015). Para ello las mayores capturas se reportan con los métodos o artes de pesca como boliche y ruche que se basan en un paño de diferentes tamaños para lograr el enredo o cerco. (De la Hoz et al., 2015).

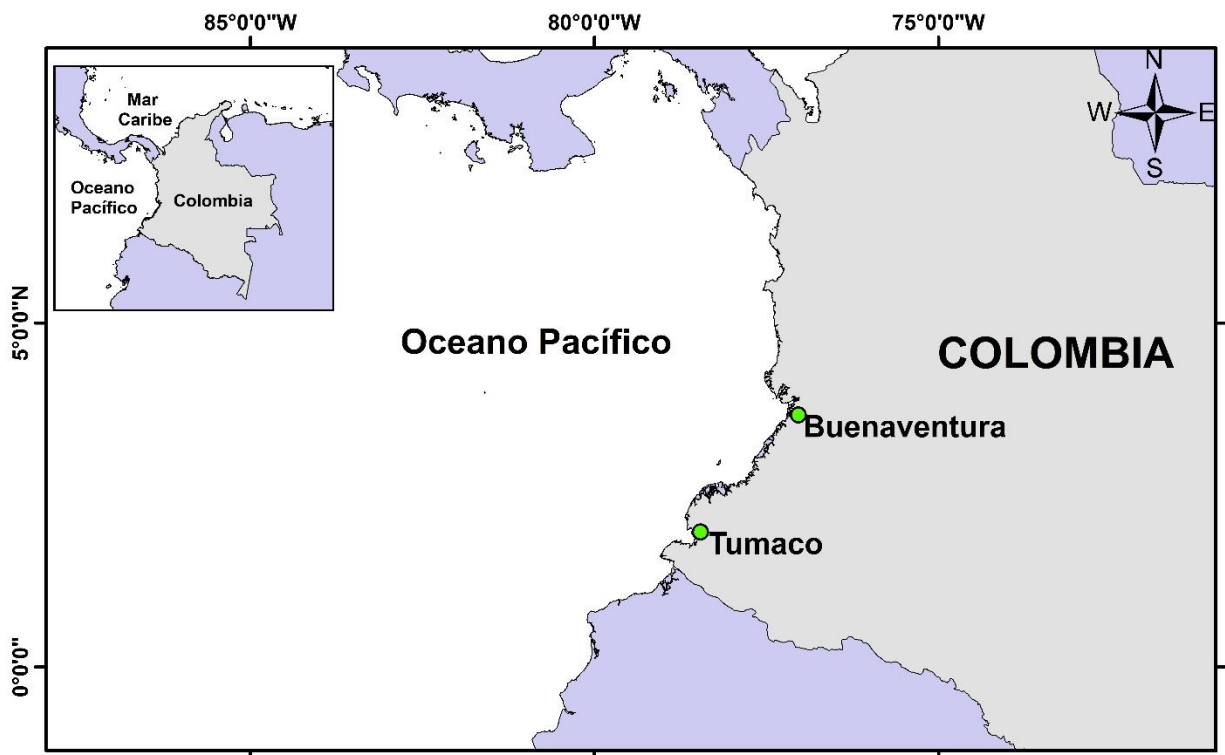


Figura 1. Puerto base de la flota artesanal e industrial que opera con red de cerco desde Buenaventura y Tumaco.

## 4.2. Obtención y procesamiento de datos

Se hizo la solicitud a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) de las bases de datos que contiene los registros de la información tomada a bordo de los formularios Captura y Esfuerzo (CyE) que contienen los lances de pesca diarios y datos biológicos de peces óseos que contienen registros de tallas (longitud total, horquilla y estándar), peso total, peso eviscerado, sexo y estado de madurez gonadal (Anexo 1).

## 4.3. Estructura de tallas e indicadores derivados

Para el cálculo de la estructura de tallas de la *S. sierra*, se tomó la longitud total y se agrupó la información en intervalos de 1 cm para los peces que no superaron los 30 cm de longitud total, intervalos de 2 cm para los peces con tallas máximas registradas entre 30 y 60 cm e intervalos de 5 cm para los peces con tallas entre 60 y 150 cm (Anderson y Neumann, 1996). A partir de la estructura de tallas de captura de cada tipo de arte o método de pesca (ruche y boliche) se obtuvieron las correspondientes distribuciones de frecuencia representadas mediante histogramas, sobre los cuales se trazaron los puntos de referencia longitud de madurez ( $L_m$ ) y longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ). La longitud de madurez ( $L_m$  o  $L_{50\%}$ ) se define como la longitud a la cual el 50% de todos los individuos están sexualmente maduros (King, 2007), en tanto que la longitud óptima se define como la talla a la cual se maximiza la producción de la cohorte (Froese y Binohlan, 2000). Por último, se introduce una nueva medida,  $P_{obj}$  (la suma de  $P_{mat}$ ,  $P_{opt}$  y  $P_{mega}$ ), para distinguir los patrones de selectividad y construir un árbol de decisiones para el desarrollo de indicadores del estado del stock (Cope y Punt, 2011).

Para el cálculo de la longitud de madurez, una vez efectuada la correspondiente estandarización de los estados de madurez gonadal, se asignó a cada dato de longitud la clasificación de inmaduro o maduro. Posteriormente se aplicaron modelos lineales generalizados (familia binomial, función enlace logit), con la longitud total como variable predictora continua y la condición de inmaduro o maduro como variable respuesta dicótoma (Roa et al., 1999). A su vez, el valor de  $L_{opt}$  se calculó mediante la ecuación empírica de Froese y Binohlan (2000):

$$\text{Log}_{10}L_{opt} = 1,053 \times \text{Log}_{10}(L_m) - 0,0565$$

Con base en la  $L_m$  de las especies objetivo de cada flota se estableció el porcentaje de individuos con un tamaño menor que  $L_m$ , lo que puede considerarse como un índice del impacto relativo de cada pesquería sobre las poblaciones explotadas. Además, a partir del valor de la  $L_{opt}$  de captura

se estableció el rango óptimo de captura, que corresponde al intervalo dado por  $L_{opt} \pm 10\%$ . Los datos fueron procesados por medio de la herramienta FishBio desarrollada por Castillo y De La Hoz-M (2020).

#### **4.4. Construcción de mapa temático**

En este trabajo se crearon mapas temáticos para analizar el comportamiento espacio-temporal de los indicadores biológicos de la sierra que es capturada por las flotas artesanales e industriales que operan en Buenaventura y Tumaco entre el 2019 y 2022. Para ello, se consideró el porcentaje de individuos con talla superior a la longitud media de madurez ( $L_m$ ) para esta pesquería que opera principalmente con redes de cerco. Estos indicadores se obtuvieron del análisis de información registrada a bordo y georreferenciada en el sistema WGS 1984-EPSSG 4623, por parte de los observadores del POPC en coordenadas geográficas (latitud y longitud en formato sexagesimal). Esta información fue estandarizada y procesada en formato Microsoft Excel para efectuar los procesos necesarios en un sistema de información geográfica QGIS Versión 3.22.

Todos los mapas temáticos se basaron en el agrupamiento de los datos de los lances de pesca en zonas de forma hexagonal “celdas” para facilitar la visualización de dos informaciones por mapa, estos hexágonos se dimensionaron considerando la extensión de la zona de operación de cada pesquería, la densidad de los lances correspondientes y permitir la visualización adecuada en este documento. La decisión de usar hexágonos se fundamentó en que la distancia de un centro de celda a otro es el mismo a diferencia de celdas cuadradas donde esta distancia varía y si consideramos de suma importancia esa distancia el uso de círculos evitaría esta debilidad, pero no permitiría cubrir un área totalmente dejando espacios entre los círculos. La creación de estas celdas se efectuó empleando el complemento de QGIS (Density Analysis).

Los mapas se presentan por año y con una escala porcentual de individuos con talla superior a la  $L_m$  para esto se utilizaron cinco categorías de color que va de 0-20%, 21-40%, 41-60%, 61-80% y 81-100% esto para determinar qué color se le asignaría cada celda. Además, en el interior de la celda se indica el número de ejemplares a los cuales se le tomó la talla para cada especie.

## 5. Resultados y discusión

### 5.1. Balance de la información procesada

Se registró en total 1346 lances de pesca con red de cerco de los cuales 21 lances corresponden al periodo 2018, para el año 2019 se realizó 227 lances, 287, 668 y 728 lances correspondiente a los años 2020, 2021 y 2022. El aumento del número de lances muestreados se debe a que cada año la AUNAP incrementó el esfuerzo de muestreo, es decir, el número de días abordo (Tabla 1).

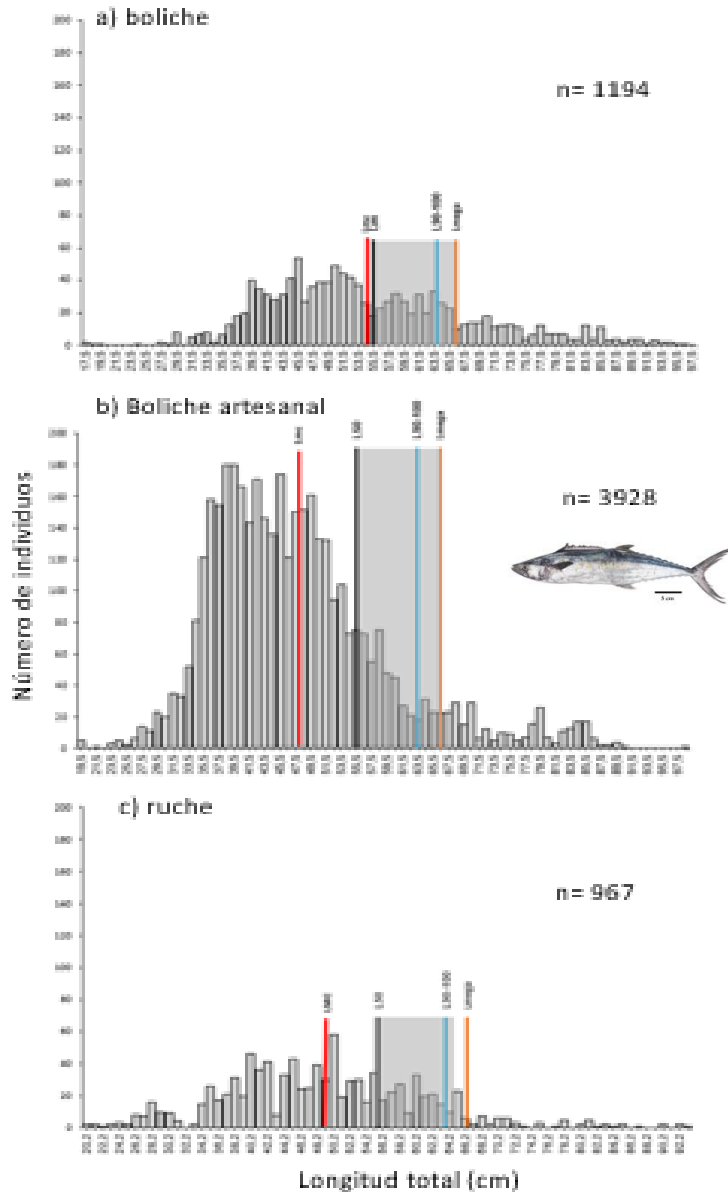
Tabla 1 Número de lances de pesca con red de cerco registrados durante los periodos 2018-2022.

Año	Esfuerzo de pesca (N° de lances)	% Número de lances
2018	21	1,8
2019	227	11,7
2020	287	14,8
2021	668	34,5
2022	728	37,7
Total	1931	100

En términos de captura se puede analizar que los resultados publicados por Correa-Helbrum et al., (2020, 2021 y 2022), se destaca dentro del top cinco de las principales especies capturadas con red de cerco por las flotas de pesca blanca, viento y marea que opera desde Buenaventura y ruche en Tumaco, la *S. sierra* estuvo dentro de este grupo, siendo la flota de viento y marea que opera con boliche artesanal la que presento el mayor porcentaje de captura durante los años registrados.

### 5.2. Estructura de tallas e indicadores derivados

A partir de 6089 datos de longitud total de la sierra (*S. sierra*), muestreadas a bordo de las flotas de pesca blanca (1194), viento y marea (3928) y ruche (967) que operan con red de cerco, se estimaron los puntos de referencias biológicos (PRB) representados con una  $L_m$  de 54,4 cm Lt;  $L_{90-100}$  66,4 cm Lt,  $L_{\text{mega}}$  66,4 cm de Lt y un rango óptimo 69,3–84,7 cm (Figura 2abc). Se destaca que la flota de pesca blanca que opera con boliche desde Buenaventura captura una gran proporción de individuos inmaduro pero su  $L_{mc}$  fue el que se acercó más al  $L_m$  (Figura 2a). Haciendo una comparación de estos resultados son similares a los reportados por (Correa-Helbrum et al. 2020) ( $L_m$ : 70,8 cm,  $L_{90-100}$ : 80,7 cm,  $L_{\text{opt}}$ : 77,9 cm).



**Figura 2. Histograma de frecuencia de las longitudes de la sierra (*Scomberomorus sierra*) muestreado a bordo de la flota artesanal e industrial que opera desde Buenaventura (a y b) y Tumaco (c), durante el período 2022. La línea roja representa la longitud media de captura ( $L_{mc}$ ), línea negra la longitud de madurez ( $L_m$ ), la azul el  $L_{90-100}$  y la franja indica el rango óptimo de captura.**

Por otra parte, se evaluaron tres métodos de pesca que corresponden a Buenaventura (boliche y boliche artesanal) y Tumaco (ruche), siendo la flota de viento y marea que opera con boliche artesanal el arte de mayor recurrencia en la captura de la especie evaluada (Tabla 2). La longitud total máxima se reportó en el boliche artesanal con 98.5 seguida del boliche y ruche (97 y 93 cm) mientras que la talla mínima reportada se presentó en el boliche con 17 cm seguido de boliche artesanal y ruche (19.7 y 19 cm). Se evidencio que gran parte de las capturas estuvieron concentradas en individuos con longitudes entre 47.8 y 54.9 cm, las cuales se encuentra por debajo de la talla de madurez  $L_m$  estimada en 55,6 cm (Tabla 2). Además, en todos los casos, la longitud



media de captura ( $L_{mc}$ ) estuvo por debajo del  $L_m$  estimada para la *S. sierra*. Con relación a los indicadores simples establecidos por Froese (2004), los valores más alto del  $P_{mat}$  correspondió al boliche que opera en Buenaventura con 0,41, seguido del ruche con 0,27 y por último el boliche artesanal 0,19 (Tabla 2).

**Tabla 2. Análisis de la estructura de longitudes de sierra (*Scomberomorus sierra*) monitoreadas a bordo en las flotas que operan en el litoral Pacífico durante el periodo 2022. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a  $L_m$  ( $P_{mat}$ ) y  $L_{mega}$  ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{opt}$ ), la proporción objetivo ( $P_{obj}$ ).**

PRB	Buenaventura		Tumaco
	Boliche	Boliche artesanal	ruche
n	1194	3928	967
Min	17	19	19,7
Max	97	98,5	93
$L_{mc}$	54,9	47,8	48,9
$L_m$	55,6	55,6	55,6
$L_{90-100}$	63,4	63,4	63,4
$L_{opt}$	60,4	60,4	60,4
$L_{mega}$	66,4	66,4	66,4
$P_{mat}$	0,41	0,19	0,27
$P_{90-100}$	0,25	0,09	0,1
$P_{opt}$	0,26	0,14	0,25
$P_{mega}$	0,18	0,08	0,06
$P_{obj}$	0,85	0,41	0,58

La talla de madurez calculada para la sierra estuvo por encima de las calculas por (Vega et al. 2017) y (Correa-Helbrum et al. 2021) 46.8 -53.5 cm, mientras que las tallas calculadas por (Correa-Helbrum et al. 2022) y (Erazo et al. 2017) estuvieron por encima 55.6 – 58.8 cm. los valores se encuentran dentro del ámbito de talla de madurez estimado en este estudio (Tabla.3).

**Tabla 3. Comparación de Longitud de Madurez ( $L_m$ ) de Sierra (*Scomberomorus sierra*) Monitoreadas a Bordo en las Flotas que Operan en el Litoral Pacífico durante el Periodo 2022 y Comparación con Otros Estudios.**

Año	Estimación- $L_m$	Autor
2017	58.8	Erazo-et-al.
2021	53.5	Correa-Helbrum-et-al.
2022	55.6	Correa-Helbrum-et-al.

### 5.3. Distribución espacio-temporal de las capturas por tamaños

Para los periodos comprendidos entre 2018 y 2022 las flotas que opera con red de cerco desde Buenaventura y Tumaco. En el caso de la flota de pesca blanca que opera con boliche registro capturas desde alrededores de la frontera con la republica del Ecuador hasta el sur de Cabo Manglares, área con una extensión de 15.758 km<sup>2</sup> donde 17 celdas fueron analizadas, en general muy cerca de la costa exceptuando el sector de Mulatos a Salahonda, donde se amplió su área de operación a profundidades de 350 m (Figura 3). Se puede determinar que la celda de color blanco y rosado claro fue donde hubo mayor captura de *S. sierra* (0 – 20% y 40 - 60%) que se encuentran por debajo de la talla de madurez, cabe resaltar que la talla de madurez reportada según estudios fue de 56,6 cm (Figura 3). En el caso de la flota artesanal de viento y marea (17 celdas) que tiene un área de operación similar a la flota de pesca blanca, se observo que 81% de los individuos de *S. sierra* capturados por esta flota se encuentra por debajo de la talla de madurez (Figura 4). Por último, la flota de pesca blanca que opera con el método de pesca ruche desde Tumaco, a partir del muestreo a bordo de 9 celdas se evidencio que 60% de las celdas correspondían en gran medidas a capturas de individuos juveniles (Figura 5).

En general, se observa que la  $L_{mc}$  de la *S. sierra* capturada por las flotas que operan con red de cerco en el Pacífico colombiano, en gran parte se encuentran por debajo de la  $L_m$  determinado, lo cual indica que estas flotas ejercen un efecto potencialmente negativo sobre el recurso explotado, resultado similar a lo reportado por Correa et al., (2021) y Duarte et al (2021), en donde se evidencia que  $L_{mc}$  estuvo por debajo de la  $L_m$  reportada. Por otra parte, es importante resaltar que los individuos más grandes (>55,6 Lt) fueron registrados en las zonas más alejadas de la costa lo que concuerda con lo publicado con Collete (1995) que menciona que los individuos más grandes realizan migraciones transoceánicas y por ende se encuentran alejado de la costa.

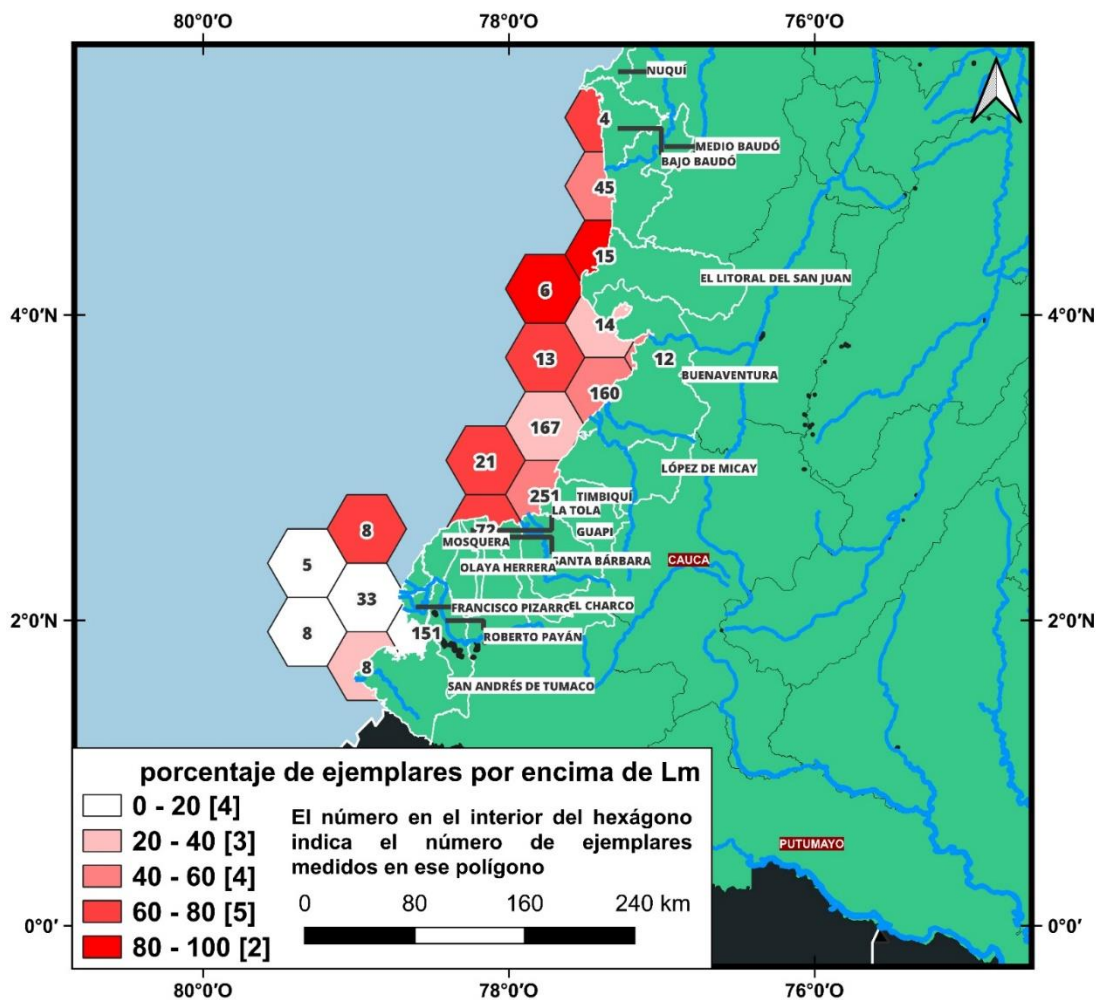


Figura 3. Distribución espacio-temporal de las capturas por tamaños para la sierra (*Scomberomorus sierra*) capturados con red de cerco (boliche) que utiliza la flota pesca blanca que operan desde Buenaventura, durante los periodos 2019-2022.

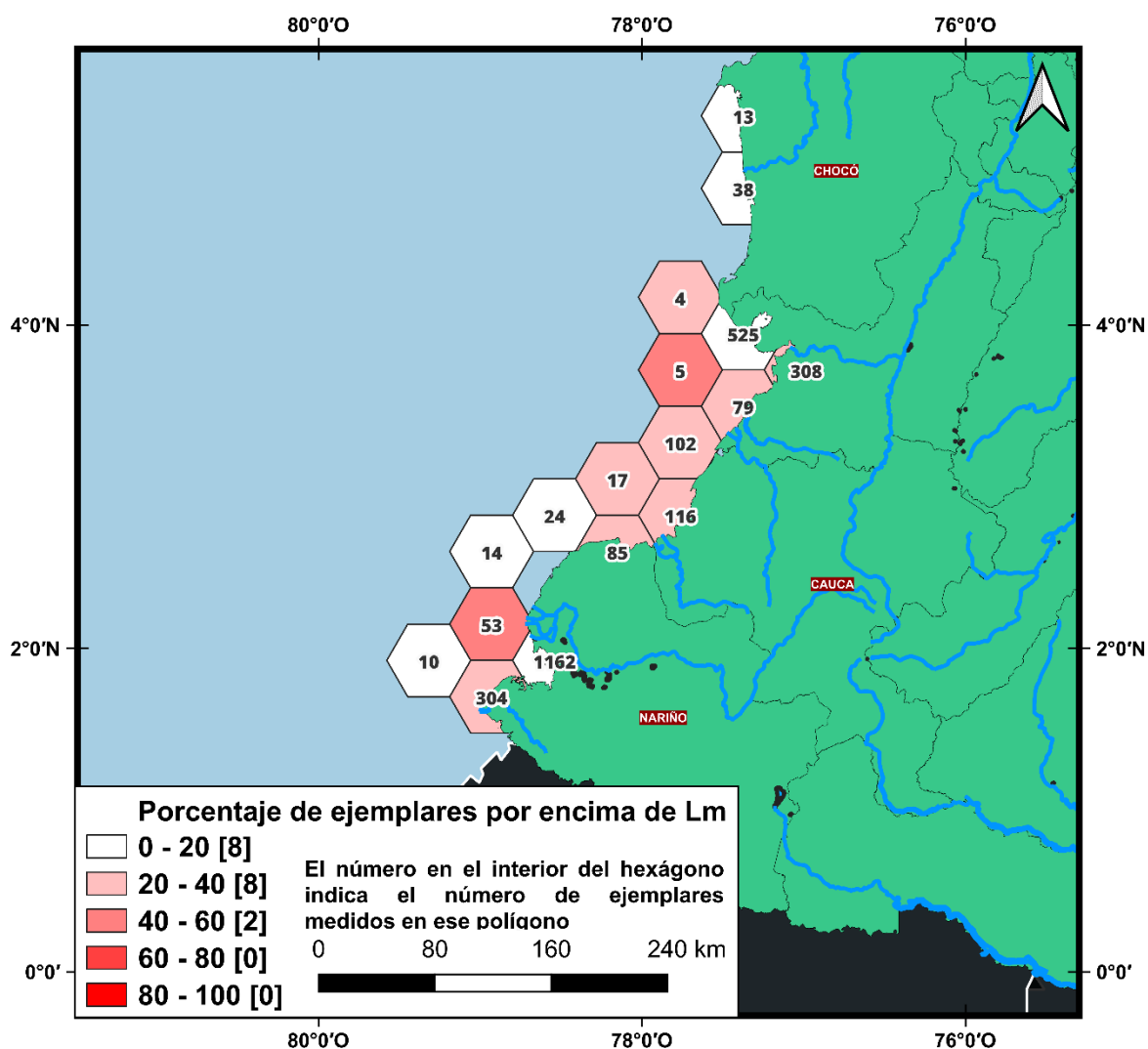


Figura 4. Distribución espacio-temporal de las capturas por tamaños para la sierra (*Scomberomorus sierra*) capturados con red de cerco (boliche artesanal) que utiliza la flota de viento y marea que operan desde Buenaventura, durante los periodos 2019-2022.

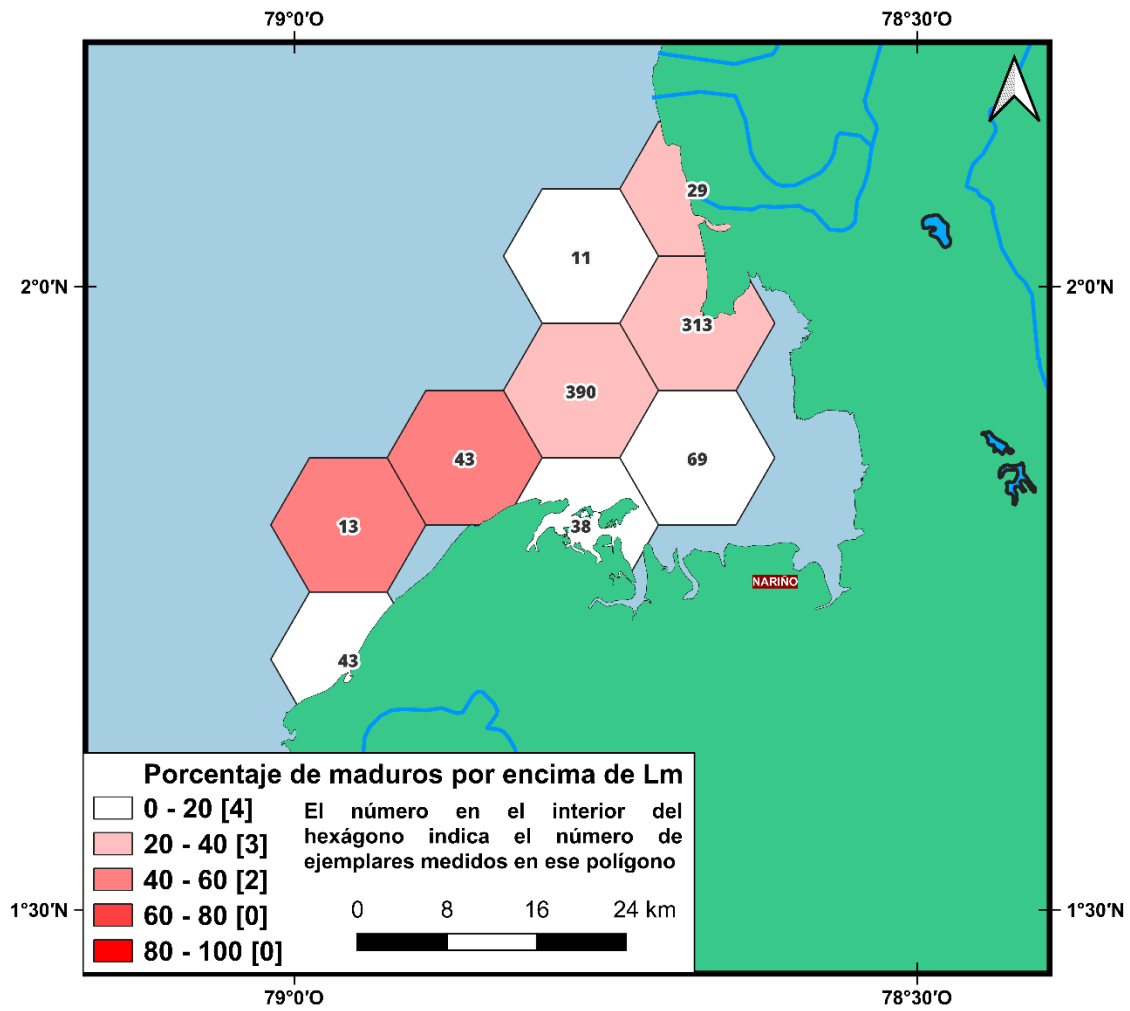


Figura 5. Distribución espacio-temporal de las capturas por tamaños para la sierra (*Scomberomorus sierra*) capturados con red de cerco (ruche) que utiliza la flota de pesca blanca que operan desde Tumaco, durante los periodos 2018-2022.

## 6. Conclusiones

En este estudio, se logró estimar los Puntos de Referencia Biológicos (PRB) de la especie *Scomberomorus sierra* capturada en el océano Pacífico colombiano. La compilación y estandarización de datos biológico-pesqueros proporcionados por el POPC permitieron un análisis profundo de la estructura de tallas y la dinámica de captura de esta especie. Los resultados sugieren que la flota de boliche desde Buenaventura tiene una captura predominantemente inmadura de *S. sierra*, lo que podría indicar cierta presión sobre las poblaciones juveniles. Además, la longitud de captura se encontró consistentemente por debajo de la longitud de madurez, lo que podría tener implicaciones para la sostenibilidad de la especie. Este estudio aporta información valiosa para la gestión pesquera en el Pacífico colombiano, ya que los PRB estimados y los patrones de captura identificados pueden guiar la implementación de medidas de manejo más efectivas para asegurar la conservación y la explotación sostenible de *S. sierra* en la región como son la talla mínima de captura la cual está ligada el tamaño de malla del arte de pesca a usar.

## 7. Referencias

Collete BB. 1995. Atunes, bacoretas, bonitos, caballas, estorninos, melva. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro–oriental. Vol. III. Vertebrados: Parte 2, pp. 1521–1543.

Correa-Helbrum, J., Cuello, F., Mármol, D., Fonseca, S., Zúñiga, H., Zambrano, E. Altamar, J. y Jiménez, S. 2022. composición de las capturas e indicadores biológico-pesqueros estimados a partir de muestreos a bordo de las principales flotas que operan en el Pacífico y el Caribe colombiano, período febrero a diciembre de 2022. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Santa Marta, 107p

Duarte L.O., Martínez, A., Rodríguez, J., Tarazona, D., Gil-Manrique, B., Tejeda, K., Isaza, E., De la Hoz-M, J., Manjarrés–Martínez, L. (2021). Aspectos biológico-pesqueros de especies capturadas por las pesquerías artesanales en aguas marinas y continentales de Colombia durante el año 2021. Relaciones biométricas e indicadores basados en longitudes. Informe técnico. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Universidad del Magdalena, Santa Marta, 87 p.

Diario Oficial de la Federación. (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de atún y atún aleta amarilla con embarcaciones menores. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Dolly, M. Et al. (2019). Oportunidades para el turismo de naturaleza en el Pacífico colombiano publicado en la Revista de Investigaciones de la Universidad del Pacífico

FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma.

Fundación Surtigas. (2015). Caracterización socioeconómica de la pesca artesanal en el Pacífico colombiano

Hernández–Olalde L. 2008. Ecología reproductiva de peces de arrecife rocoso en el sureste del Golfo de California. Ph.D. thesis, CICIMAR, IPN, La Paz, BCS, México, 199 pp.

INVEMAR. (2012). Caracterización de las pesquerías artesanales en el Pacífico colombiano", elaborado por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras .

INVEMAR. (2012). Caracterización de las pesquerías artesanales en el Pacífico colombiano.

Kelleher, K. (2005). Discards in the world's marine fisheries: An update. FAO Fisheries Technical Paper, (470), 131.

Pesca artesanal en el Pacífico colombiano: situación actual y desafíos" de Pedro Zapata y Jaime Jiménez fue publicado en la revista científica "Interciencia" en el año 2004.


Rueda, M. Marmol, E. Vilorio, O. Docel, F. Rico-Mejía, L. Garcia y Giron A. 2010. Identificación, ubicación y extensión de los caladeros de pesca artesanales e industriales en el territorio marino-

cotero de Colombia. Invermar, INCODER, Agencia nacional de recursos hídricos, Santa Marta.



## 8. Anexos

### Anexo 1. Formularios de captura y esfuerzo utilizados para el muestreo a bordo de las diferentes flotas pesqueras que operan con red de cerco desde Buenaventura y Tumaco.

		SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL SERVICIO ESTADÍSTICO PESQUERO COLOMBIANO – SEPEC					
		FORMULARIO DE CAPTURA Y ESFUERZO INDUSTRIAL A BORDO RED DE CERCO CON JARETA (RUCHE)					VERSIÓN: 1
<b>LOCALIZACIÓN DEL REGISTRO</b>							
Nº de registró (1)		Fecha (2)	DD/MMM/AA	Municipio (3)			
No. del lance (4)		Zona de pesca (5)			Profundidad (m) (6)		
Digitador (7)				Observador (8)			
<b>INFORMACIÓN DE LA EMBARCACIÓN</b>							
Embarcación (9)			Capitán (10)		Pescadores (11)		
Eslora (pies) (12)		Método de propulsión (13)			Potencia (HP) (14)		
Puerto zarpe (15)		Fecha (16)	Hora (17)	Puerto arribo (18)	Fecha (19)	Hora (20)	
		DD/MMM/AA	HH:MM		DD/MMM/AA	HH:MM	
<b>INFORMACIÓN DE LA RED</b>							
Long. relinga sup. (m) (21)			Altura de la red (m) (22)				
Tam. malla cuerpo (pulg) (23)			Tam. malla copo (pulg.) (24)				
<b>INFORMACIÓN DEL LANCE</b>							
Posición geográfica (25)	LATITUD	LONGITUD	Hora inicio (26)	HH:MM	Hora final (27)	HH:MM	
<b>INFORMACIÓN CAPTURA</b>							
T (28)	Especie (29)	Peso (kg) (30)	T (28)	Especie (29)	Peso (kg) (30)		
OBSERVACIONES (31)							