



# **ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA PESQUERÍA DE CERCO DE PELÁGICOS PEQUEÑOS EN EL ECOSISTEMA DEMERSAL Y BENTOPELÁGICO COSTERO DEL ECUADOR**

Cristian M. Canales, Viviana Jurado, Marcelo San Martín

Guayaquil, Octubre 2021

## Resumen Ejecutivo

Se analizó la incidencia y efectos de la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador sobre la ictiofauna de especies consideradas bentopelágicas. Para estos fines se consideraron las bases de observadores científicos sobre un total de 16.692 lances de pesca en el período 2016-2020, y diversas metodologías fueron empleadas para el análisis de conglomerados (Cluster) e índices de diversidad, Vulnerabilidad-Susceptibilidad PSA, y Razón de potencial reproductivo SPR-LBPA.

El estudio determinó que los desembarques de la pesquería de pelágicos pequeños está conformada en un 26% por especies bentopelágicas, siendo siete las especies más relevantes de las que destacan Gallineta (*Prionotus spp.*) (28%), Barriga juma (*Larimus spp.*) (23%) y Chazo (*Peprilus medius*) (19%). Sin embargo y a nivel de lances de pesca, la recurrencia de especies aumenta al 46%. Los análisis mostraron que la mayor probabilidad de incidencia de especies bentopelágicas está principalmente determinada por la clase de buques I (menores de 35 TRN) en toda la distribución de la pesquería. Se estima que esta clase de embarcación registra incidencia de estas especies en 1 de cada 2 lances de pesca (54%), lo cual disminuye a 1 de cada 3 lances en los buques de mayor tamaño (clase III y IV). Las especies más recurrentes en los lances de pesca son el Chazo (*Peprilus medius*), la Gallineta (*Prionotus spp.*) y Hojita (*Chloroscombrus orqueta*). Se estima que la mayor incidencia de estas especies en los lances de buques de menor tamaño se relaciona estrechamente con áreas de operación cercanas a la costa.

De un registro total de 180 especies diferentes que fueron observadas en las capturas, una gran mayoría de estas pueden ser consideradas como anecdóticas ya que su registro no supera el 1% de los lances totales (151 especies). Las diferencias obtenidas en la composición de especies sugieren variaciones geográficas en la distribución de las principales especies y su fauna acompañante. La mayor diversidad, riqueza de especies y similitud en la composición de especies se registraron en las áreas de pesca ubicadas al sur de Manta (Zona 1 y Zona 2) en las cuales se concentran 27 de las 29 especies más recurrentes de toda la pesquería. En estas zonas se observó la mayor presencia de especies tanto pelágicas (*Scomber japonicus*, *Auxis spp.* y *Opisthonema spp.*) como bentopelágicas (*Fistularia corneta* y *Peprilus medius*). La zona ubicada al norte de Manta (Zona 3) presentó bajos valores de abundancia y diversidad, y una mayor presencia de las especies pelágicas *Auxis spp.*, *Opisthonema spp.* y *Decapterus macrósoma*. Se estima que estas diferencias espaciales en los índices de biodiversidad pueden estar estrechamente relacionadas con las dos Eco-Regiones ambientales frente a las costas

ecuatorianas. Estos mismos análisis mostraron que la clase de buques de menor tamaño (clase I) presenta la mayor diversidad entre las clases analizadas, explicado por su mayor incidencia sobre la fauna bentopelágica.

Por su lado, el análisis de riesgos ecológicos basado en la Productividad-Susceptibilidad (PSA) mostró que los más altos niveles de susceptibilidad se explicarían por las áreas donde opera la flota de clase I junto al alto de calado las redes respecto de la profundidad. Debido a esto, se estima que la actividad pesquera podría estar interactuando con el fondo y con ello afectando especies que habitan en la proximidad del sustrato arenoso/fangoso. Este análisis determinó que las especies bentopelágicas presentan un rango de vulnerabilidad intermedia siendo las más vulnerables el Chazo (*Peprilus medius*) y la Gallineta (*Prionotus spp.*). El análisis PSA fue complementado por el análisis de Razón de Potencial Reproductivo (LBPA-SPR) el cual entregó resultados cuantitativos mucho más categóricos respecto del estado de estas poblaciones bentopelágicas. En la mayoría de los casos analizados, los índices SPR estuvieron por debajo de lo recomendable ( $SPR=0,4$ ) como efecto acumulativo de elevados niveles de mortalidad por pesca, razón por la cual se concluye que la pesquería y en particular los buques de menores tamaños (clase I) han afectado la comunidad bentopelágica. Entre las especies más afectadas se encuentra la Gallineta (*Prionotus spp.*) ( $SPR=0,13$ ) y cuyo resultado es consistente con las mayores capturas relativas de este grupo de especies y la mayor vulnerabilidad. Igualmente, afectadas destaca la especie Barriga Juma (*Larimus spp.*) la que junto a Gallineta, Corbata (*Trichiurus lepturus*) y Chazo (*Peprilus medius*) constituyen las más vulneradas según el análisis PSA. Se estima que estas especies estarían sujetas a una presión de pesca incidental que ha causado daño acumulativo a través del tiempo. La relación entre la captura acumulada y el índice SPR sugiere que varias especies bentopelágicas (Corbata, Trompeta, Chazo, Barriga y Gallineta) presentarían tamaños poblacionales similares, y que niveles de capturas mayores a 10 mil toneladas anuales habrían generado niveles de reducción poblacional inadecuados y por debajo de una condición de referencia recomendable.

Finalmente, los resultados obtenidos en este estudio demuestran la necesidad de avanzar en protocolos que garanticen el cumplimiento y seguimiento de las medidas dispuestas en el Plan de Manejo de la Pesquería (ACUERDO Nro. MPCEIP-SRP-2021-0073-A), e implementar mecanismos de seguimiento y control del esfuerzo de pesca principalmente en las clases de buques de menor tamaño (e.j. clase I). Así como recomendaciones para implementar un sistema de aviso y alejamiento de zonas de pesca cuando en los lances de pesca se registren proporciones relevantes de especies bentopelágicas y demersales; realizar ajustes en la altura de calado de las redes de pesca si fuera necesario; regular la operación en áreas cuya

profundidad sea menor al calado de las redes; prohibir y sancionar el uso de “faldones y anti-fango” en las redes de pesca; y realizar estudios con el fin de modificar la selectividad en partes del cuerpo de la red que faciliten el escape de las especies más grandes, entre otros.

## Glosario de términos

<b>Término</b>	<b>Definición</b>
<b>Susceptibilidad</b>	Potencial que tiene una población de una especie marina en ser afectada por la pesquería, ya sea por el efecto de los métodos de captura, del comportamiento de las especies, o una combinación de ambas
<b>Productividad</b>	Capacidad que tiene una población para producir niveles sostenibles de rendimientos de pesca (e.g. RMS) y recuperarse de niveles de baja abundancia o estados de sobreexplotación
<b>Ictiofauna</b>	Se refiere a la diversidad de peces
<b>Bentopelágico</b>	Se refiere a ciertas especies marinas cuyo hábitat se relaciona estrechamente con las condiciones del fondo marino (bentos).
<b>Vulnerabilidad</b>	Condición de fragilidad o potencial de una población de sufrir daño por acción de la pesca
<b>Hábitat</b>	Conjunto de factores físicos y geográficos que determinan el desarrollo de una determinada población
<b>Potencial reproductivo</b>	Proporción de la biomasa parental de una población reducida por la pesca respecto de su condición virginal
<b>Sobre-explotación</b>	Condición de disminución de una determinada población por efectos de la pesca, respecto de un valor considerado referencia u objetivo de la gestión pesquera
<b>Diversidad</b>	Nivel de heterogeneidad entre grupos o especies
<b>Clúster, Conglomerado</b>	Grupos homogéneos o que comparten características comunes
<b>Ensamble de especies</b>	Conjunto de especies de diferentes poblaciones marinas

Canales, C. M., V. Jurado, M. San Martín, 2021. Análisis del impacto de la pesquería de cerco de pelágicos pequeños en el ecosistema demersal y bentopelágico costero del Ecuador. Informe técnico. Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca & Cámara Nacional de Pesquería – CNP. 79 p.

## **Agradecimientos**

Este documento ha sido desarrollado como parte de la cooperación público-privada entre el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca y la Cámara Nacional de Pesquería para la implementación del Proyecto de Mejora Pesquera Small Pelagics Sustainability FIP, conformado por la industria de pelágicos pequeños, asociada en la Cámara Nacional de Pesquería, y empresas productoras de alimento balanceado.

# Contenido

1. Introducción.....	2
2. Antecedentes .....	7
2.1. Interacción de especies.....	7
2.2. La flota y artes de pesca .....	8
2.3. Evaluación de riesgo cualitativo – PSA- .....	12
3. Metodología.....	13
3.1. Datos.....	13
3.2. Análisis de conglomerados (Clúster) e índices de diversidad .....	13
3.3. Análisis de Vulnerabilidad-Susceptibilidad: Riesgo Ecológico.....	15
3.4. Razón de Potencial Reproductivo (SPR).....	20
4. Resultados .....	22
4.1. Composición de especies en la pesquería de pelágicos pequeños.....	22
4.1.1. Proporción de especies en los desembarques .....	22
4.1.2. Proporción de especies en los lances de pesca .....	23
4.1.3. Recurrencia de especies en los lances de pesca con fauna bentopelágica.....	23
4.2. Análisis de conglomerados (Cluster) e índices de diversidad .....	27
4.2.1. Evaluación por área de operación.....	27
4.2.2. Evaluación por clase de barco .....	31
4.3. Análisis de Vulnerabilidad-Susceptibilidad: Riesgo Ecológico.....	35
4.4. Razón de Potencial Reproductivo (SPR).....	40
5. Discusión.....	47
6. Bibliografía.....	52
Anexos.....	55

## 1. Introducción

Ante el incremento en las capturas de peces pertenecientes a niveles tróficos inferiores y disminución de las especies comerciales, a nivel mundial se han observado cambios en la estructura de las comunidades de los recursos pesqueros. Esto ha traído como consecuencias cambios y redirección en las capturas de especies objetivos tradicionales en la pesquería, hacia otras especies que no eran comunes dentro de las capturas (Cerdenares-Ladrón de Guevara et al., 2014). En las pesquerías multiespecies se comprometen capturas tanto de recursos objetivos como fauna acompañante, los que difieren en su vulnerabilidad a la pesca dependiendo las características de sus historias de vida. Las agencias de manejo de pesquerías requieren evaluaciones del estado de las poblaciones de peces para orientar el manejo sostenible de los recursos (Furlong-Estrada et al., 2017; Patrick et al., 2010), y para predecir el impacto de la pesca sobre la estructura del ecosistema (Pope et al., 2000).

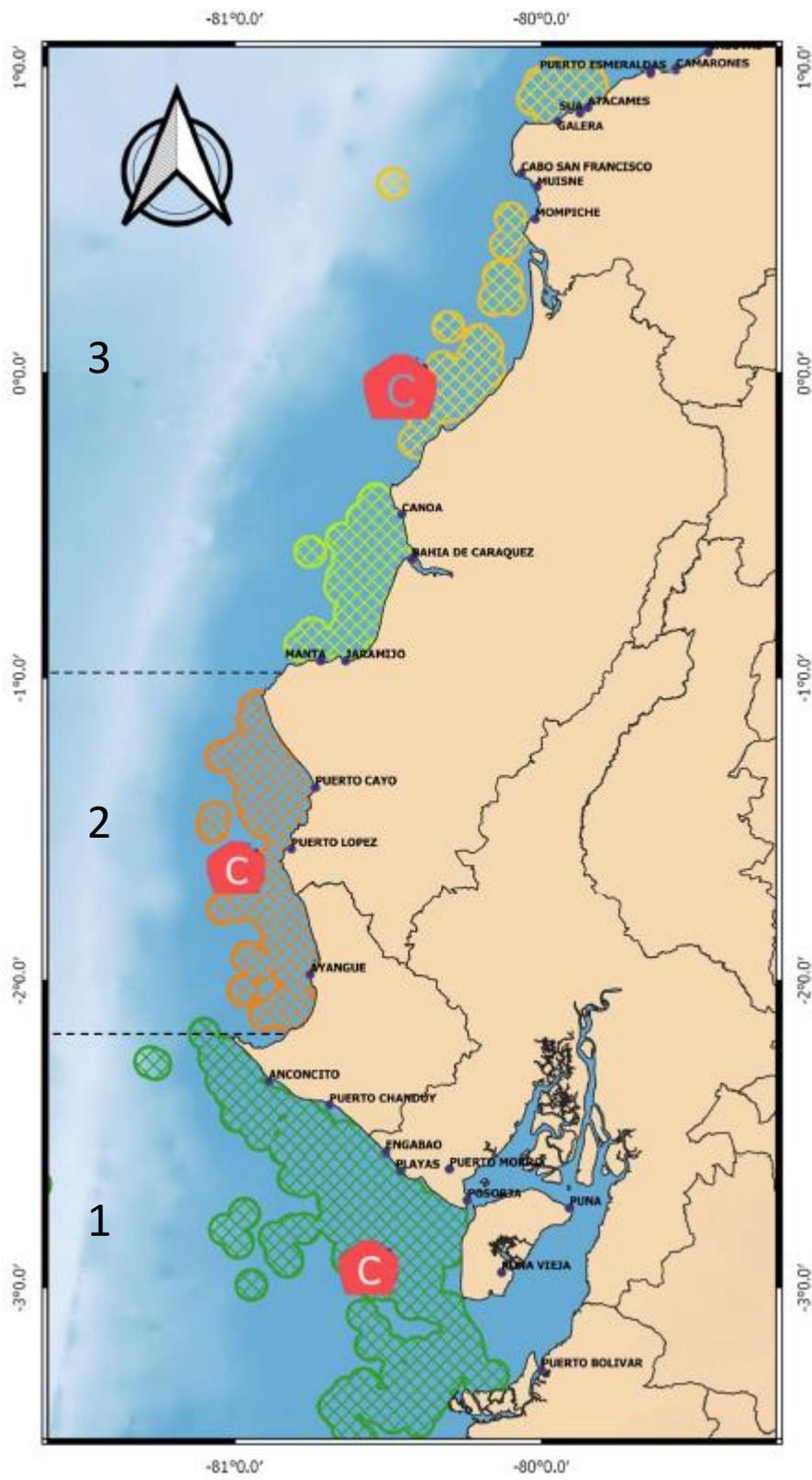
Las especies pelágicas forman parte importante en el ecosistema al ser proveedores de energía para las especies topes, y con el fin de recomendar medidas de manejo que minimicen el impacto hacia el ecosistema y se pueda aprovechar los recursos de manera sustentable, es relevante conocer si la actividad extractiva sobre estos recursos alteran las relaciones tróficas y el hábitat en que estas habitan. En Ecuador, la pesquería de pelágicos pequeños representa un aporte significativo de la producción nacional, el cual comprende el consumo interno a través de la oferta de productos pesqueros y contribución a las exportaciones del país. El desarrollo de esta actividad se fundamenta en la variedad, abundancia y disponibilidad de especies asociada a las condiciones de los ecosistemas de la Corriente fría de Humboldt y las aguas cálidas de la Corriente de Panamá (Jurado & Peralta, 2014). Las características mixta y multiespecífica de esta pesquería se basa en que en la composición de las capturas por lance se encuentran diversas especies de hábitats tanto pelágicas y como bentopelágicas. La incidencia de estas especies varía en su proporción por factores estacionales, espaciales u operatividad de la flota. Estas especies se caracterizan por un ciclo de vida más largo, menor productividad y crecimiento lento o moderado.

La pesquería ecuatoriana de Peces Pelágicos Pequeños (PPP) se desarrolla preferentemente dentro de las primeras 50 millas náuticas de la costa (**Figura 1**), y está compuesta por seis principales especies (macarela (*Scomber japonicus*), pinchagua (*Opisthonema* spp), chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*), botellita (*Auxis* spp), sardina redonda (*Etrumeus teres*), Picudillo (*Decapterus macrosoma*), y de otras destacan especies

como trompeta (*Fistularia corneta*) y corbata (*Trichiurus lepturus*), carita (*Selene* spp.), hojita (*Chloroscombrus orqueta*), Chazo (*Peprilus medius.*), barriga juma (*Larimus* spp.), Gallineta (*Prionotus* spp.), las que de hábitats ligados al fondo marino y debido a sus migraciones en la columna de agua, son vulneradas por las redes (de cerco) en el momento de su operación de pesca. El estado de estas poblaciones es desconocido y solo se dispone de estimaciones puntuales en solo tres de estas especies (Canales & Jurado, 2021). La mayoría de estas especies no revisten mayor cuidado según IUCN (**Tabla 1**).

Tanto en Ecuador como en otros países, el alto costo en la obtención de datos, el alto número de especies que forman parte de la pesquería y las limitadas competencias para desarrollar análisis poblacionales, ha determinado que los estudios se concentren solo en las principales especies pelágicas que históricamente han sostenido la pesquería. La carencia de estimaciones de abundancia relativa y/o datos de calidad ha motivado el desarrollado un enfoque práctico semi-cualitativo basado en un análisis de *productividad y susceptibilidad* (PSA, por sus siglas en inglés) (W. S. Patrick et al., 2010; Tadjuddah et al., 2020; Yonvitner et al., 2015). El estado de los stocks basados en la productividad y susceptibilidad se lo conoce como vulnerabilidad, los cuales proporcionan información sobre las poblaciones que son o se encuentran más vulnerables a la pesca. Este tipo de metodología ha permitido conocer de manera indirecta el estado potencial de las poblaciones de tiburones y de especies pelágicas alrededor de todo el mundo (W. Patrick et al., 2009; W. S. Patrick et al., 2010; Yonvitner et al., 2015). Los estudios de vulnerabilidad permiten evaluar la sostenibilidad de las poblaciones de peces a partir de los parámetros de productividad y susceptibilidad. La productividad se la determina como la capacidad de los recursos pesqueros para recuperarse , mientras que la susceptibilidad está dada por la capacidad o tendencia de las poblaciones de peces para ser capturadas (Yonvitner et al., 2015). De esta forma, altos niveles de productividad y bajos de susceptibilidad indican que las poblaciones tienen buena habilidad para recuperarse.

En este estudio analizamos el estado de situación de las principales especies ícticas denominadas bentopelágicas asociadas a la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador. Estos análisis son conducidos por medio de un análisis del nivel de vulnerabilidad y susceptibilidad de las especies. De manera complementaria se realiza un análisis de la Razón de Potencial Reproductivo (SPR), el cual consiste en el exámen de las composiciones de tallas y sus rasgos biológicos con el fin de proveer una estimación respecto del estado de las poblaciones.



**Figura 1.** Distribución espacial de la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador (Fuente: Jurado, 2021). Las líneas segmentadas indican la separación espacial de las zonas para fines de análisis.

**Tabla 1.** Morfología de las principales especies bentopelágicas capturadas en la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador. Se indica el estado de conservación según IUCN

Especie	
Gallineta ( <i>Prionotus spp.</i> ) IUCN: <b>Least Concern</b>	
Barriga Juma ( <i>Larimus spp.</i> ) IUCN: <b>Least Concern</b>	
Chazo ( <i>Peprilus medius</i> ) IUCN: <b>Least Concern</b>	
Trompeta ( <i>Aulostomus chinensis</i> ) IUCN: <b>Least Concern</b>	
Corbata ( <i>Trichiurus lepturus</i> ) IUCN: <b>Least Concern</b>	
Hojita ( <i>Chloroscombrus orqueta</i> ) IUCN: <b>Least Concern</b>	
Carita ( <i>Selene spp.</i> ) IUCN: <b>Least Concern</b>	

**Tabla 2.** Glosario con Nombres Científicos (NC) y Nombres Comunes (NC) de las especies que conforman el 95% de las capturas en la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Pinchagua, sardina ecuatoriana, plumuda	<i>Opisthonema</i> spp
Macarela, morenillo, caballa	<i>Scomber japonicus</i>
Chuhueco, ojito	<i>Cetengraulis mysticetus</i>
Sardina redonda, sardina pelada	<i>Etrumeus acuminatus</i>
Picudillo	<i>Decapterus macrosoma</i>
Trompeta, corneta	<i>Fistularia corneta</i>
Corbata	<i>Trichiurus lepturus</i>
Hojita, hoja	<i>Chloroscombrus orqueta</i>
Carita	<i>Selene</i> spp
Chazo, pampano, pampanito	<i>Peprilus medius</i>
Barriga juma	<i>Larimus</i> spp
Gallineta, gallina, polla	<i>Prionotus</i> spp
Bonito	<i>Sarda orientalis</i>

## **2. Antecedentes**

### **2.1. Interacción de especies**

Los efectos de la pesca se extienden mucho más allá de las especies objetivo y afectan a toda la red alimentaria y los hábitats, especialmente en pesquerías de peces pelágicos pequeños (Jennings y Kaiser, 1998; Hall, 2001). De acuerdo con SRP-VAP-MPCEIP (2021), la disminución de especies tradicionales de la pesquería de pequeños pelágicos a fines de la década de los 80's, habría incidido en la redirección del esfuerzo de pesca hacia especies no tradicionales como son el rollizo, voladora, carita, hojita, corneta, corbata, chazo, entre otras. Actualmente, la captura de fauna incidental o acompañante sigue siendo alta y variable, y se estima que en entre 2015 y 2019 cerca del 23% de las capturas correspondieron a estas especies. Existe incertidumbre respecto del impacto que se genera esta pesquería en el ecosistema dado el restringido conocimiento y datos que se tiene sobre estas especies.

En este sentido, y con el fin de conocer el impacto de la actividad sobre especies Protegidas, Amenazadas o en Peligro (PAP), el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) ha incorporado formularios en el programa de observadores desde el 2019 para el levantamiento de información de interacción con aves, tortugas y mamíferos marinos, entendiendo por interacción cuando el individuo representa un obstáculo para las actividades de pesca (ejemplo: enmalle en la red, captura incidental, consumo de la captura, entre otras) (Jurado et al., 2019b). Un análisis exploratorio realizado por Jurado et al. (2019c) sobre la interacción de la pesquería de red de cerco de jareta de peces pelágicos pequeños en el hábitat físico, indican que los barcos de 0-35 TRN (Clase I) podrían presentar interacción con el fondo marino al desplegar lances de pesca en zonas menores a 25 m de profundidad dentro de las primeras 8 mn, a excepción del Golfo de Guayaquil donde se ubicaron tanto fuera como dentro de las 8 mn. Del mismo modo, los autores concluyen que se registran lances de pesca de todos los tipos de barco por fuera de las 8 mn, en zonas con profundidades menores a 64 m en el área del Golfo de Guayaquil. A partir de estas conclusiones los autores recomiendan realizar estudios desde el punto de vista biológico (diversidad, riqueza, etc.), respecto a las especies que habitan en los tipos de fondo con mayor probabilidad de interacción, y de aquellas interacciones que podrían estar afectando el hábitat y densidad de los recursos afectados por la red de cerco.

## 2.2. La flota y artes de pesca

### *Flota pesquera*

La flota de pelágicos pequeños está compuesta por 267 embarcaciones cerqueras de diversas características (**Figura 2**) las que han sido clasificadas por IPIAP en cuatro clases de acuerdo con su TRN:

- Barcos Clase I (0-35 TRN) totalizan 176 unidades, con promedio de 17.1 TRN de capacidad por embarcación, 18.09 metros de eslora y 5.63 metros de manga. Esta clase representa en número de unidades el 66% del total de la flota y el 32% en términos de capacidad.
- Barcos Clase II (36-70 TRN) totalizan 58 unidades, con promedio de 52.5 TRN de capacidad por embarcación, 27.67 metros de eslora y 7.31 metros de manga. Esta clase representa en número de unidades el 22% del total de la flota y el 33% en términos de capacidad.
- Barcos Clase III (72-104 TRN) totalizan 25 unidades, con promedio de 86.2 TRN de capacidad por embarcación; 34.47 metros de eslora y 8.05 metros de manga. Esta clase representa en número de unidades el 9% del total de la flota y el 23% en términos de capacidad.
- Barcos Clase IV (>104 TRN) totalizan 8 unidades, con promedio de 137.8 TRN de capacidad por embarcación, 37.05 metros de eslora y 8.68 metros de manga. Esta clase representa en número de unidades el 3% del total de la flota y el 12% en términos de capacidad.

Además de estas embarcaciones, se ha evidenciado un incremento del esfuerzo de pesca de embarcaciones de menor escala denominadas “rizos”, que operan con redes de cerco de manera informal y se desconoce la cantidad de naves que realizan esta actividad (Canales et al., 2019). Complementariamente, el sector artesanal de esta pesquería opera desde la costa mediante el arte denominado Chinchorro de Playa.



**Figura 2.** Buques cerqueros de la flota pesquera de pelágicos pequeños del Ecuador

## Artes de pesca

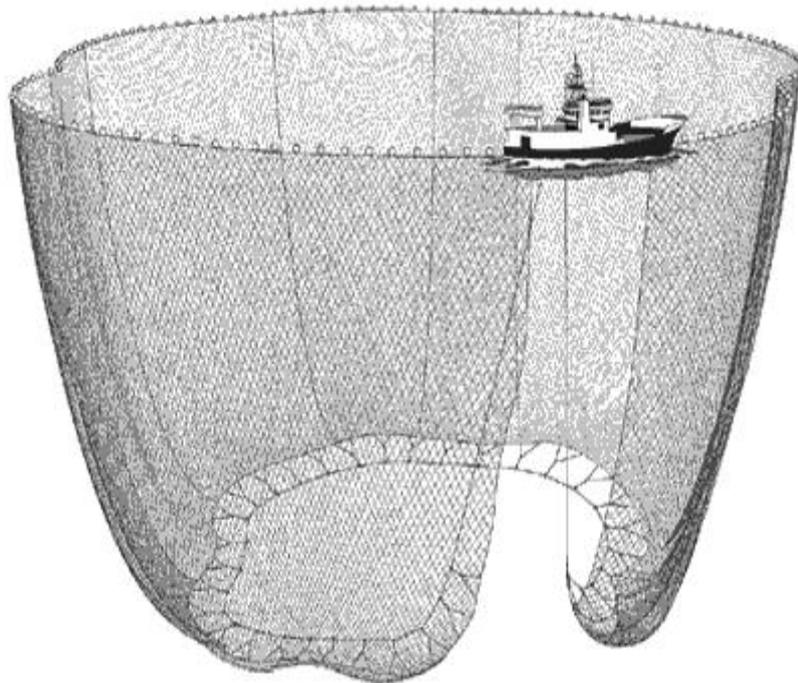
Las redes de cerco y en particular para las especies pequeñas, generalmente se consideran un arte de pesca no selectivo una vez que se ha cercado un banco objetivo, principalmente debido a los tamaños de malla pequeños utilizados en el cuerpo principal de la red (generalmente <20 mm) (Marcalo, et al., 2018). La red de cerco es un arte diseñado para ser utilizado en la captura de peces, que viven normal o frecuentemente en las capas superficiales del mar, concentrados en cardúmenes relativamente compactos (Okonski y Martini 1987). Estructuralmente tiene forma rectangular y está anexada horizontalmente en toda su longitud a las cenefas de flotadores y pesos, está a su vez va asegurada a la relinga superior (flotadores) e inferior (pesos). Dentro de su diseño termina en ambos extremos en un ápice semi triangular llamado “cuba”, desde las cuales se extiende un cabo. El arte es complementado por secciones como cuerpo, antecabecero y cabecero o copo; desde la relinga inferior penden unos tirantes (cabo) en “V” que aseguran a unas anillas, por donde pasa el cabo denominado “jareta” que sirve para realizar el cierre de la red (Castro 2010).

Dimensionamiento de las redes está muy relacionado con las dimensiones del barco y cuyas longitudes relativas según Prado y Dremière (1980) son las siguientes:

- Longitud mínima según la eslora del barco: Largo (red)  $\geq 15$  veces la eslora del barco.
- Altura mínima: 10% de la longitud.
- Altura y anchura mínima del copo: Es la eslora del barco.

**Tabla 3.** Características principales de las redes de cerco según clase de buque cerquero (Fuente: elaborada en base a Castro y Muñoz, 2006)

Atributo	Clase I – II	Clase III – IV
Longitud o largo de la red armada	180 – 400 bz (329-732 m)	370 - 550 bz (677-1006 m)
Altura o profundidad de la red	15 – 45 bz (27-82 m)	35 - 55 bz (64-100 m)
Tamaño ojo de malla en cabecero	$\frac{3}{4}$ ” – $1\frac{1}{8}$ ” (18-28 mm)	$\frac{3}{4}$ ” – $1\frac{1}{4}$ ” (18-32 mm)



**Figura 3.** Esquema del despliegue de una red de cerco de jareta del tipo empleado por la flota pesquera de pelágicos pequeños del Ecuador (Fuente: <https://espesca.com/pesca-al-cerco/>)

### 2.3. Evaluación de riesgo cualitativo – PSA-

La vulnerabilidad (V) de las especies se define como una función de dos aspectos: *la productividad* (P); caracterizada por la historia de vida de cada una de las especies, y *susceptibilidad* (S); caracterizada de como estas son afectadas por las artes de pesca empleadas en la pesquería (Patrick et al., 2009; 2010). La productividad se la define como la capacidad de los recursos a recuperarse a partir de la presión dada por la actividad pesquera (W. Patrick et al., 2009; Tadjuddah et al., 2020), en tanto la susceptibilidad se relaciona con la captura de las especies dado por la efectividad del arte o por el comportamiento de las especies. De acuerdo con Patrick et al (2009), el Análisis de Productividad y Susceptibilidad (PSA) es un método particularmente útil para determinar la vulnerabilidad ya que evalúa tanto la productividad de la población como su susceptibilidad a la pesquería, y es en la actualidad el mejor enfoque para determinar la vulnerabilidad de las poblaciones de recursos pesqueros con pocos datos.

En la misma línea anterior, la Evaluación de Riesgo Ecológico por Efectos de la Pesca (ERAEF) (Stobutzki et al., 2002; Walker, 2005; Hobday et al., 2011) es un método jerárquico que permite evaluar de manera rápida la vulnerabilidad relativa de una población a esta actividad utilizando información disponible y un enfoque precautorio (FAO, 1996) en casos de incertidumbre en la información. Este método fue desarrollado originalmente por científicos del Common wealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). Hoy es de aplicación generalizada en Australia y con tendencia al crecimiento en otros países. Además, es el método de evaluación de riesgo que utiliza el MSC ante la ausencia de datos. El Análisis de Productividad y Susceptibilidad, se ha convertido en una de las herramientas prácticas para determinar la vulnerabilidad de los peces. Como ejemplos; Patrick et al (2010) utiliza una versión modificada del análisis de productividad y susceptibilidad donde evalúa seis pesquerías de USA; Furlong-Estrada et al (2017), utiliza este análisis para examinar el impacto de la producción pesquera sobre 29 especies de tiburones en México, mientras la Comisión Internacional para la Conservación de Atlantic Tunas (ICCAT) (Cortés et al., 2010) han recomendado el uso del PSA para evaluar las pesquerías de elasmobranquios.

### **3. Metodología**

#### **3.1. Datos**

Los análisis fueron realizados considerando la información generada por el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca – IPIAP (<https://www.institutopesca.gob.ec/>). Esta información consideró el programa de observadores 2016-2020. La información de observadores comprende los muestreos biológicos de las capturas diarias generadas por el programa de seguimiento de la pesquería industrial de pelágicos pequeños. Esta base de datos permite conocer el detalle de las composiciones de tallas de las especies de interés junto a sus niveles de capturas. Para los análisis relativos a la vulnerabilidad-susceptibilidad, así como de la razón de potencial reproductivo para las especies bento-pelágicas, se consideró información de los atributos biológicos obtenidos de literatura y fishbase, entre otros. Para la caracterización de aspectos relacionados con el comportamiento espacial de las especies se consideraron tanto entrevista a capitanes de la flota como los resultados del crucero acústico (Romero et al, 2019).

#### **3.2. Análisis de conglomerados (Clúster) e índices de diversidad**

Con la finalidad de determinar las eventuales semejanzas entre las diferentes composiciones de especies o ensamblajes presentes en las capturas presentes en la pesquería pelágica de Ecuador, se utilizó la herramienta jerárquica de agrupación o cluster, usando un proceso de agrupamiento aglomerativo. De modo general, el agrupamiento aglomerativo considera a cada observación como un cluster individual en la base del dendrograma, las que posteriormente, a través de un proceso iterativo de la evaluación de las distancias entre cada par de clusters, une aquellos más cercanos generando agrupaciones hasta que todas las ramas quedan unidas. Posteriormente, se define un nivel de corte para seleccionar los eventuales grupos formados.

Parte importante del análisis requiere definir el tipo de distancia y tipo de cuantificación de la similitud entre dos cluster o linkage. Para este trabajo se utilizó como medida de distancia se empleó la distancia euclídea, medida frecuentemente usada en este tipo de análisis. En tanto, como linkage se evaluaron dos de los más empleados; el de promedio o Average y el Ward's de mínima o simplemente Ward. Mayores detalles y formulaciones tanto para el análisis de cluster jerárquico pueden ser revisadas en Giordani et al. (2020) y Murtagh y Legendre (2014).

Los estratos evaluados consideraron las áreas de operación de la pesquería (3) y las clases de embarcaciones utilizadas en la operación (4). Todos los análisis fueron desarrollados en la plataforma estadística R y sus librerías cluster, factoextra y ggplot2.

Por otro lado y con la finalidad de evaluar las características y cualidades de los ensambles de especies presentes en cada estrato de área o tipo de embarcación, se determinaron 4 de los principales índices: Abundancia de especies (en peso), Riqueza (número de especies), diversidad de Shannon y uniformidad (Evenness). El índice de diversidad de Shannon se utiliza para cuantificar la biodiversidad específica, tomando en cuenta la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Es decir, contempla la riqueza y la abundancia. El rango de valores puede variar entre 0 y 5, sin embargo, valores de índice menores a 2 son considerados bajos en diversidad y superiores a 3 se consideran altos. El índice de Shannon puede ser representada puede ser representado por la siguiente formula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S: Número de especies

pi: Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (ni/N)

ni: Número de individuos de la especie i

N: Número de todos los individuos de cada especie

En el caso partícula de este análisis y considerando que no se dispuso del número de individuos, se utilizó el peso como un proxy de la abundancia.

Finalmente, el índice de uniformidad (Evenness) deriva del índice de Shannon y representa una medida de homogeneidad del ensamble de especies evaluado y varía entre 0 y 1. Cuanto más cercano el valor a cero, menos uniforme es la comunidad, es decir, existe dominancia de una o pocas especies. Mientras más cercano a 1, la comunidad es más uniforme. La formulación de índice de uniformidad se representa:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde  $H'$  proviene del índice de Shannon y  $H'_{max}$  es el máximo valor de posible de  $H'$ . Todos los índices fueron calculados a través de la plataforma estadística R y sus librerías `vegan`, `plyr` y `ggplot2`.

### 3.3. Análisis de Vulnerabilidad-Susceptibilidad: Riesgo Ecológico

La vulnerabilidad (V) de las especies fue determinada a partir de la *productividad* (P) y *susceptibilidad* (S) de estas. La *productividad* (P) fue calculada a partir de ocho parámetros o rasgos biológicos (Patrick et al., 2009, 2010) los cuales se detallan en la **Tabla 1**. Todos los atributos fueron puntuados en una escala de 1-3 (indicando para bajo, medio y alto respectivamente). La escala se establece de acuerdo con el valor relativo de la contribución para cada uno de los atributos analizados siguiendo el criterio de puntaje indicado por Patrick et al. (2009). Por su lado, para el análisis de *susceptibilidad* (S) se consideraron once atributos relativos a la exposición de las especies frente al arte de pesca según lo detallado en la **Tabla 2**. La *susceptibilidad* (S), fue calculada en base a tres criterios: 1) para toda la clase de barcos que forma la flota pesquera, 2) para barcos clase I, y 3) para barcos de la clase II, III, IV. La fuente de los datos empleados para el cálculo de cada uno de los atributos de S y P se detallan en la **Tabla 3**, mientras que las gráficas donde se obtuvieron los datos de los parámetros poblaciones para las especies bentopelágicas corresponde a la página <https://james-thorson.shinyapps.io/FishLife/> cuyos detalles se entregan en el **Anexo1**.

**Tabla 4.** Atributos de productividad y criterio de puntaje para análisis de riesgo aplicado a las especies que conforman el 95% de la pesquería de pelágicos pequeños (tomado de: Patrick et al. (2009,2010))

Atributo de Productividad	Criterio de puntaje		
	Alto (3)	Moderado (2)	Bajo (1)
Edad máxima	< 10 años	10-30 años	> 30 años
Longitud máxima	< 60 cm	60-150 cm	> 150 cm
Coefficiente de crecimiento de von Bertalanfy	>0.25	0.15-0.25	<0.15
Estimado de la mortalidad natural	>0.40	0.20-0.40	<0.20
Fecundidad	>10e4	10e2-10e3	<10e2
Patrones de reclutamiento	Exitosos reclutamientos – altamente frecuente (> 75% de la clase anual es exitoso)	Exitosos reclutamientos – medianamente frecuente (entre 10% y 75% de la clase anual es exitoso)	reclutamientos poco frecuentes (<10% de la clase anual es exitoso)
Edad de madurez	<2 años	2-4 años	>4 años
Nivel trófico medio	<2.5	Entre 2.5 y 3.5	>3.5

#### *Cálculo de puntajes de vulnerabilidad*

Los puntajes generales de P y S se calcularon como el promedio ponderado en todos los atributos puntuados. Se realizó un gráfico ortogonal (x,y) para poder visualizar la vulnerabilidad (V). El eje de las x muestra la productividad, mientras que el eje y la susceptibilidad, donde el número del eje x está invertido iniciando en 3 y terminando en 1. De esta manera se podría decir que la coordenada (3,1) significa que se tiene una alta productividad y baja susceptibilidad. Por ende, las poblaciones no tienen alto riesgo al momento de realizar la actividad pesquera. Adicionalmente V se define como la distancia Euclidiana desde el origen en el gráfico (Patrick et al. (2009)).

$$V = \sqrt{(P - 3)^2 + (S - 1)^2}$$

Para este tipo de análisis se requiere determinar la calidad de la data, que es la fuente de los análisis, por lo cual esta se categorizó en cinco niveles: 1) mejor data, 2) data moderada, 3) data limitada, 4) data muy limitada, 5) sin data. La definición de cada una de las categorías se

encuentra detallada en la **Tabla 4**. Un índice de *vulnerabilidad* (V) superior a 1.8 indica un alto riesgo de susceptibilidad a las actividades pesqueras. La V tiene tres categorías, las cuales son: baja vulnerabilidad ( $V \leq 1.6$ ) vulnerabilidad moderada ( $1.6 < V < 1.8$ ) y alta vulnerabilidad ( $V \geq 1.8$ ).

**Tabla 5.** Atributos de susceptibilidad y criterio de puntaje para análisis de riesgo aplicado a las especies que conforman el 95% de la pesquería de pelágicos pequeños (tomado de: Patrick et al., 2009; 2010).

Atributos de Susceptibilidad	Criterio de puntaje		
	Alto (3)	Medio (2)	Bajo (1)
Superposición de áreas	> 50% de la población se captura en la zona de pesca	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	<25% de la población se captura en la zona de pesca
Concentración geográfica	El stock se distribuye en >50% de su rango total	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	La población se distribuye en <25% de su rango total
Migraciones estacionales	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Las migraciones estacionales disminuyen la superposición en la pesquería
Superposición Vertical	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	<25% del stock presente en las profundidades pescadas
Agregación y otras respuestas conductuales	Las respuestas conductuales incrementan la capturabilidad al arte (ej. Migración vertical)	Las respuestas conductuales no afectan sustancialmente el capturabilidad del arte	Respuestas conductuales Disminuyen la capturabilidad del arte
morfología que afecta la captura	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	La especie muestra moderada capturabilidad al arte de pesca	La especie muestra baja capturabilidad al arte de pesca
Recurso altamente remunerado por su captura	El stock es muy valorado o deseado por la pesquería (> \$ 2.25lb; > \$ 10000k / año)	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería (\$ 1- \$ 2,25; \$ 500k - \$ 10000k / año)	Las poblaciones no están muy valoradas o deseado por la pesquería (menos de \$ 500k) aterrizó, <33% retención
Rango de Pesca relativo a M (F/M)	>1	0.5-1.0	<0.5
Biomasa Desovante u otros proxys	B es > 40% BO (o máximo observado de series de tiempo de biomasa estimadas)	B entre 25% y 40% BO (o máximo observado de series de tiempo de biomasa estimadas)	B es < 25% BO (o máximo observado de series de tiempo de biomasa estimadas)
Supervivencia luego de las capturas y liberación	Probabilidad de supervivencia <33%	Probabilidad de supervivencia entre 33% y 67%	Probabilidad de supervivencia entre 33% y 67%
Impacto de la pesca en el hábitat para captura de especies no objetivos	Efectos adversos más de mínimo o temporal y no son mitigados	Efectos adversos más de mínimo o temporal pero son mitigados	Efectos adversos ausentes, s mínimo o temporales

**Tabla 6.** Fuente de datos empleados para cada uno de los atributos de Productividad de acuerdo con la especie.

<b>Atributos de la Productividad</b>	<b>Especies</b>	<b>Fuente de Datos</b>
Edad máxima	macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta	Evaluación de stock (Canales & Jurado, 2020)
	barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	<a href="https://james-thorson.shinyapps.io/FishLife/">https://james-thorson.shinyapps.io/FishLife/</a>
Longitud máxima	macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta	Evaluación de stock (Canales & Jurado, 2020)
	barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Seguimiento de la Pesquería/Programa Observadores
Coeficiente de crecimiento de Von Bertalanfy	macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta	Evaluación de stock (Canales & Jurado, 2020)
	barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Fórmula empírica Froese and Binohlan 2000.
Estimado de la mortalidad natural	macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta	Evaluación de stock (Canales & Jurado, 2020)
	barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Fórmula empírica Froese and Binohlan 2000.
Fecundidad	macarela botella pinchagua picudillo corbata	FishBase
Patrones de reclutamiento	macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda	Evaluación de stock (Canales & Jurado, 2020)
Edad de madurez	macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta	Evaluación de stock (Canales & Jurado, 2020)
	barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Fórmula empírica Froese and Binohlan 2000.
Nivel trófico medio	macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	FishBase

**Tabla 6** continuación.

<b>Atributos de Susceptibilidad</b>	<b>de</b>	<b>Especies</b>	<b>Fuente de datos</b>
Superposición de áreas		macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Entrevista capitanes a partir seguimiento de la flota
Concentración geográfica		macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Crucero acústico (Romero et al, 2019)
superposición vertical		macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Crucero acústico (Romero et al, 2019)
Migraciones estacionales		macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Entrevista capitanes a partir seguimiento de la flota
Agregación y otras respuestas conductuales		macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Entrevista capitanes a partir seguimiento de la flota
Morfología que afecta la captura		macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Entrevista capitanes a partir seguimiento de la flota
Recurso remunerado por su captura	altamente por su	macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Entrevista capitanes a partir seguimiento de la flota
Rango de mortalidad de pesca (F) en razón de M		macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Evaluación de stock (Canales & Jurado, 2020) <a href="http://barefootecologist.com.au">http://barefootecologist.com.au</a>
Biomasa (B/Bo)	Desovante	macarela botella chuhueco pinchagua picudillo sardina redonda corbata trompeta barriga juma gallineta hojita bonito chazo carita	Evaluación de stock (Canales & Jurado, 2020) <a href="http://barefootecologist.com.au">http://barefootecologist.com.au</a>

**Tabla 7.** Categorías establecidas para la calidad del dato empleados al evaluar la productividad y susceptibilidad de un stock individual (Tomado de: Patrick et al. (2009,2010)).

Score calidad de datos	Descripción	Ejemplo
1	(Mejor data) Información basada en datos colectados del stock y área de interés que es establecida y sustancial	Evaluación de stock completa, literatura publicada que emplean diferentes métodos
2	(Data moderada) información con limitación de cobertura y validación, y por otros motivos no contempla información del score 1	Limitada información espacial y temporal, información antigua, etc
3	(Data limitada) Estimados con alta variación y limitada confianza, basado en taxas similares o estrategias de historia de vida	Géneros o familias similares, etc.
4	(Data muy limitada) opinión experta basada en revisión literaria para un amplio rango de especies o fuera de la región	Data General, no referenciada
5	(Sin datos) Sin información basada en algún parámetro, no se incluye en el análisis de PSA, pero se incluye en la categoría de calidad	

### 3.4. Razón de Potencial Reproductivo (SPR)

Complementariamente al análisis de vulnerabilidad, se considera el índice de potencial reproductivo o desovante (SPR) de una población, el cual se define como la proporción del potencial reproductivo sin pescar que queda luego de cualquier nivel dado de presión de pesca (Goodyear, 1993; Walters y Martell, 2004). Este índice se usa comúnmente para establecer puntos de referencia objetivo y límite en pesquerías (Hordyk et al, 2015). Por definición, el SPR equivale al 100% en una población sin explotar y a cero en una población sin desove (por ejemplo, se han eliminado todos los peces maduros o se han capturado todas las hembras). El F40%, es decir, la tasa de mortalidad por pesca que da como resultado un  $SPR = 40\%$ , se considera referencia adverso al riesgo para muchas especies (Clark, 2002), y los puntos de referencia adecuados basados en el SPR para la ordenación pesquera pueden derivarse de suposiciones sobre la pendiente de la relación población-recluta (Brooks et al., 2010).

$$SPR = \frac{BPR_{actual}}{BPR_0}$$

donde  $BPR_{actual}$  es la biomasa por recluta estimada a partir de la información de tamaños y  $BPR_0$  la biomasa por recluta en condiciones virginales

En este análisis, la estimación del SPR considera el modelo LBPA propuesto por Canales et al (2021) el que a diferencia del homólogo LBSPR (Hordyk et al, 2015), permite la incorporación de mayor número de datos de composiciones de tallas 2016-2020 en un mismo análisis, tratados como muestras aleatorias representativas del mismo estado de situación. La estimación de SPR consiste en determinar el efecto que ha tenido la disminución de peces más reproductivos en el potencial desovante de las poblaciones analizadas. Los parámetros de historia de vida son relevantes en estas estimaciones y son los considerados en los atributos de productividad. En aquellos recursos en los cuales se desconoce la relación de longitud de primera madurez ( $L_m$ ), se considera el factor invariante de Jensen (1996) donde  $L_m=0.67L_{oo}$ . El análisis supone que todos los peces adultos pueden ser removidos por las redes de pesca y que no existe escape de estos debido a cambio de distribución o segregación por tamaños.

**Tabla 8.** Parámetros biológicos de las principales especies bentopelágicas analizadas mediante el modelo LBPA - SPR

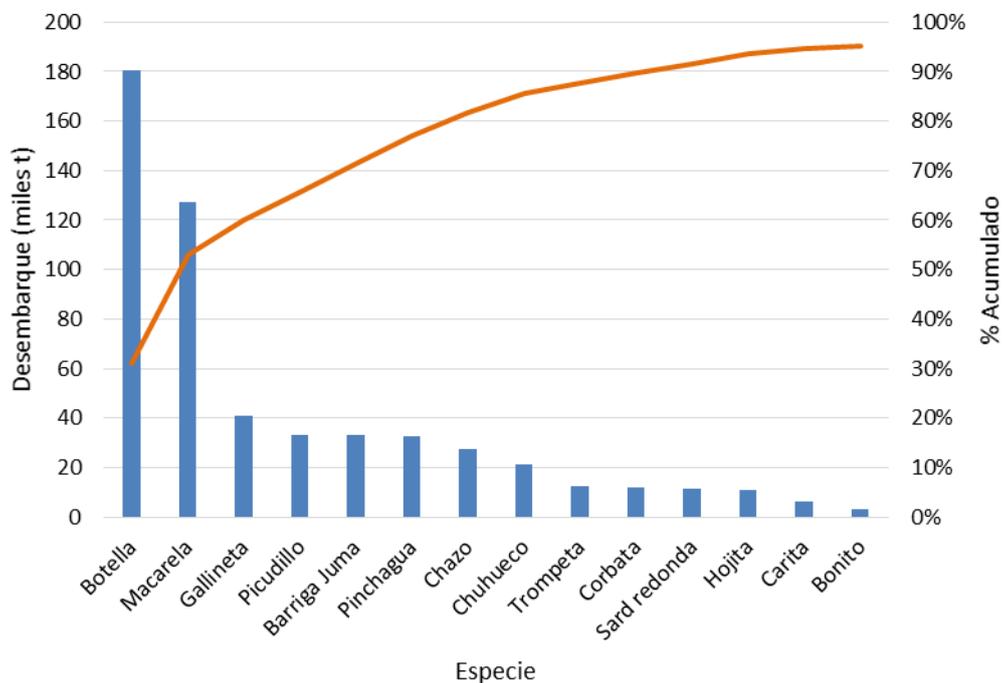
	<b>Loo (cm)</b>	<b>k</b>	<b>M</b>	<b>L50ms (cm)</b>	<b>L95ms (cm)</b>
Barriga	32.0	0.18	0.37	21.0	22.0
Carita	40.0	0.24	0.49	25.0	27.0
Chazo	35.0	0.20	0.49	21.0	22.0
Gallineta	35.0	0.20	0.40	21.0	22.0
Hojita	30.0	0.18	0.37	20.0	21.0
Roncador	31.6	0.34	0.68	21.0	24.0

## 4. Resultados

### 4.1. Composición de especies en la pesquería de pelágicos pequeños

#### 4.1.1. Proporción de especies en los desembarques

El 95% de los desembarques en la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador entre 2018 y 2020 estuvo compuesta por 14 especies (**Figura 4**), siendo las más relevantes Botella y Macarela con poco más del 50% del total desembarcado en el período (**Figura 5a**). Los desembarques totales alcanzaron 553 mil toneladas, de las cuales el 26% estuvo compuesto por fauna ictica bentopelágica. De estas especies y con la mayor incidencia destacan Gallineta (*Prionotus spp.*) (28%), Barriga juma (*Larimus spp.*) (23%) y Chazo (*Peprilus medius*) (19%) (**Figura 5b**), totalizando así 100 mil toneladas desembarcadas las que corresponden al 70% del total de este grupo.



**Figura 4** Diagrama de Pareto de la composición de especies bentopelágicas que acumulan el 95% del desembarque de este grupo en el período 2018-2020.

#### 4.1.2. Proporción de especies en los lances de pesca

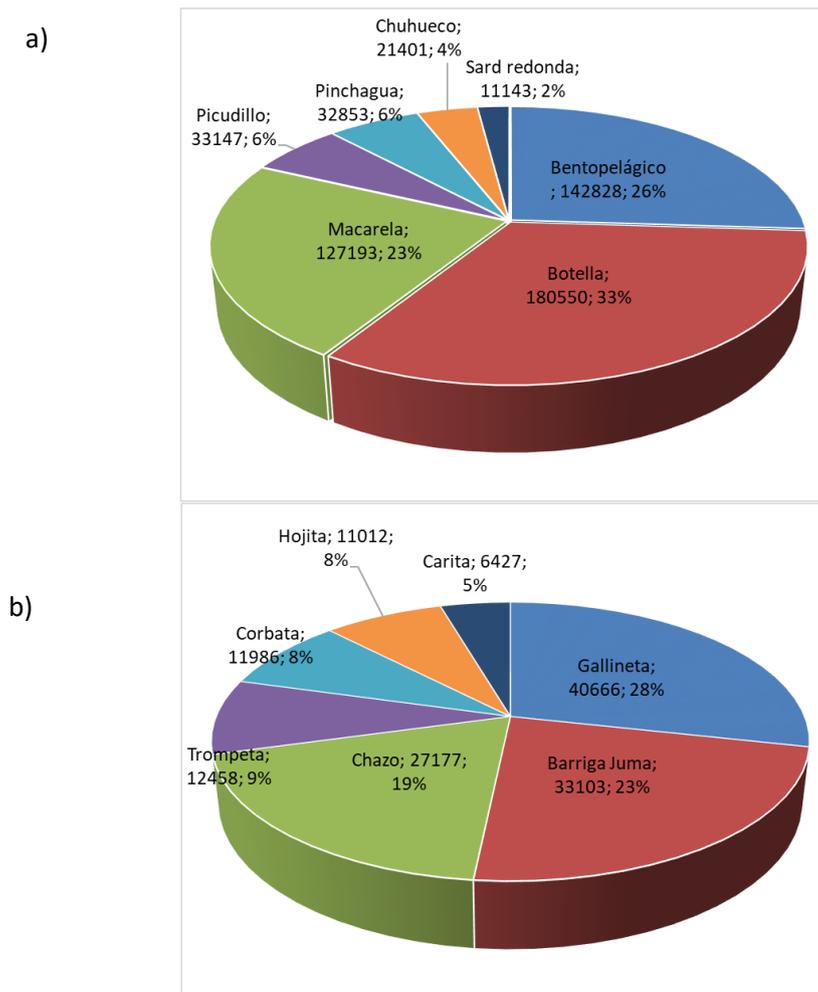
Se analizaron las bases de datos de observadores sobre un total de 16692 lances de pesca en el período 2016-2020. La proporción de lances de pesca con presencia de especies bentopelágicas fue de 7690 lances equivalentes al 46% del total (**Tabla 9**). Esta proporción como una medida de probabilidad discreta indica que existiría un 54% de probabilidad (1 de 2 lances) de registrar presencia de especies bentopelágicas en los lances de pesca de los barcos de clase I, lo cual disminuye progresivamente conforme incrementa el tamaño del buque alcanzando el 33% (1 de 3 lances) en los buques de clase IV (**Tabla 9**). A nivel espacial y en términos generales no se observan diferencias notables entre zonas con valores de probabilidad similares en torno al 42%-47% de los lances. Sin embargo, esta observación no es homogénea pues las mayores diferencias se observan en la interacción barco-zona, destacándose que mientras la clase de buques I presenta una probabilidad en torno al 53% en todas las zonas, las clases de barco II y III disminuyen su incidencia hacia las zonas 2 y 3 a menos del 20% (**Tabla 9**). Los barcos más grandes de clase II y III no registran presencia (o escasa) de especies bentopelágicas en sus lances de pesca en las zona 3 y 4. Un patrón general indica que la menor probabilidad de incidencia de especies bentopelágicas se registra hacia el norte de la distribución (zonas 2 y 3) principalmente por los buques de mayor clase o TRN (III-IV) (**Figura 6**).

#### 4.1.3. Recurrencia de especies en los lances de pesca con fauna bentopelágica

La proporción de lances con registros de especies bentopelágicas proporciona información de la incidencia o probabilidad que tienen zonas y tipos de flotas en capturarlas. Del total de lances de la flota en los cuales se registró presencia de estas especies, la clase de buque I es el grupo que tiene la mayor incidencia en un 50% de los lances. La incidencia de estas disminuye a medida que el tamaño de los buques aumenta y llega a un mínimo del 5,4% en los buques de categoría IV (**Tabla 10**). A nivel de la distribución espacial, en la zona 1 se concentra la mayor incidencia (68%) de registros de fauna íctica bentopelágica, y en esta zona, la clase de buques I y II son los que presentan los mayores registros de estas especies en los lances con el 48% entre ambas clases (**Tabla 10**). Cabe destacar que la mayor incidencia de la clase II respecto de la clase I se da solo en las especies Corbata y Gallineta en la zona 1, zona en la cual la captura de estas especies parece ser exclusiva.

A diferencia de los registros de capturas, la especie más recurrente dentro de los lances de pesca con especies bentopelágicas es el Chazo cuya presencia alcanza el 23% y su máxima

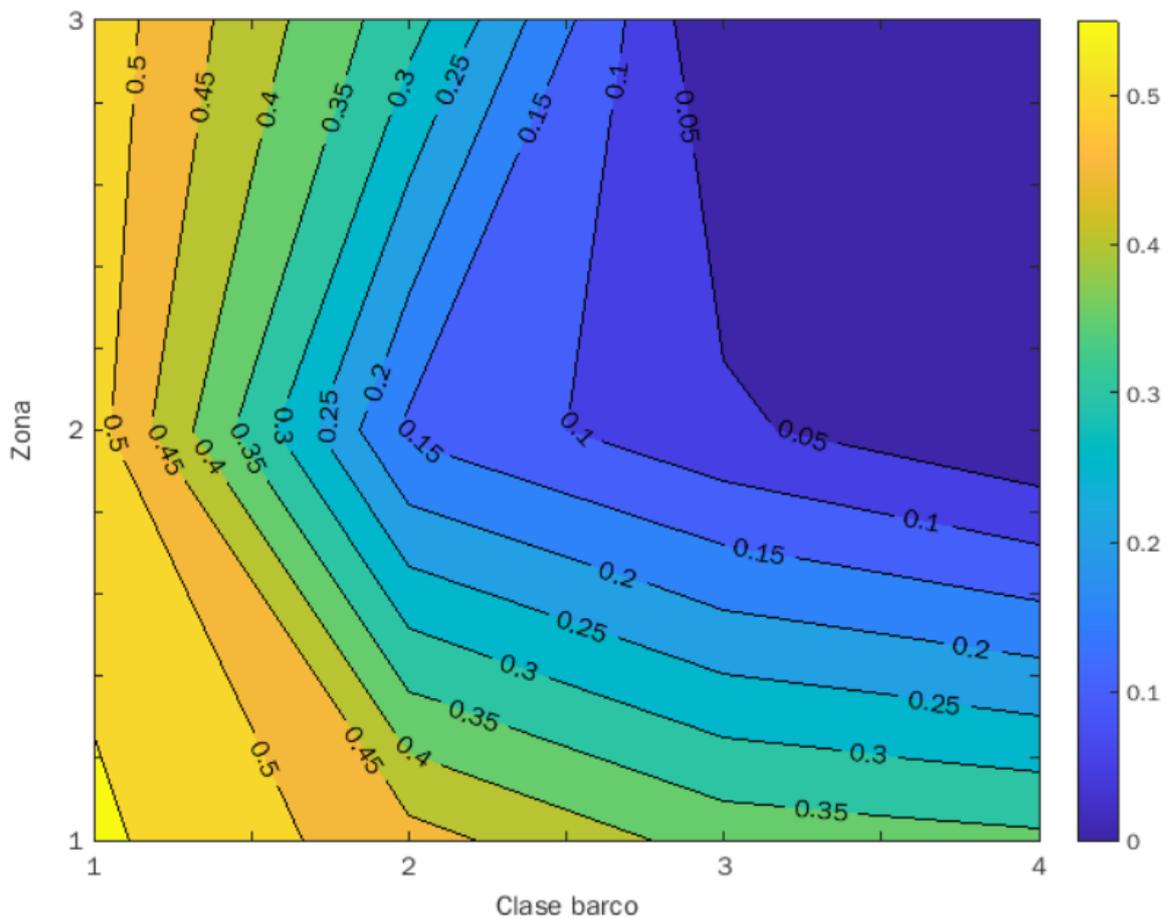
incidencia (30%) se registra en la zona 2 por los buques de clase I (**Tabla 10**). Le siguen los lances de Gallineta y Hojita presentes en partes iguales (20%) de los lances con fauna bentopelágica. La Gallineta es principalmente vulnerada por la flota clase II en la zona 1 en el 44% de los lances, mientras que Hojita es especialmente afectada por las clases I y II en la zona 1 (**Tabla 10**).



**Figura 5.** a) Composición del 95% desembarque de especies/grupos en la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador, 2018-2020. b) Composición de especies bentopelágicas en el 95% de los desembarques de la pesquería.

**Tabla 9.** Número de lances totales y proporción de fauna bentopelágica (entre paréntesis) por zona y clase de barco en la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador, 2016-2020.

Zonas	Clases de barcos				Total
	1	2	3	4	
1	3288 (0.56)	4977 (0.47)	2793 (0.38)	711 (0.36)	11769 (0.47)
2	2069 (0.52)	257 (0.14)	288 (0.06)	29 (0)	2643 (0.42)
3	1914 (0.53)	142 (0.32)	204 (0)	20 (0)	2280 (0.47)
<b>Total</b>	7271 (0.54)	5376 (0.45)	3285 (0.33)	760 (0.33)	16692 (0.46)



**Figura 6.** Isolíneas y áreas de probabilidad de presencia de especies bentopelágicas por clase de barco y zona en la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador, 2016-2020.

**Tabla 10.** Proporción de lances con registro de especies bentopelágicas sobre el total de especies que componen el 95% de la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador 2016-2020. La intensidad del color representa los valores más altos. Se excluyeron registros de lances menores a 30.

		Clase barco					
Especie	Zona	1	2	3	4	Total	n
Barriga	1	0.359	0.155	0.020	0.016	0.551	135
	2	0.412	0.012	0.024	0.000	0.449	110
	3	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>		<b>0.837</b>	<b>0.184</b>	<b>0.045</b>	<b>0.016</b>		<b>245 (7%)</b>
Carita	1	0.195	0.264	0.079	0.012	0.550	279
	2	0.160	0.016	0.002	0.000	0.178	90
	3	0.260	0.012	0.000	0.000	0.272	138
<b>Total</b>		<b>0.615</b>	<b>0.292</b>	<b>0.081</b>	<b>0.012</b>		<b>507 (15%)</b>
Chazo	1	0.155	0.178	0.095	0.022	0.449	351
	2	0.301	0.035	0.009	0.000	0.344	269
	3	0.183	0.024	0.000	0.000	0.207	162
<b>Total</b>		<b>0.638</b>	<b>0.237</b>	<b>0.104</b>	<b>0.022</b>		<b>782 (23%)</b>
Corbata	1	0.224	0.357	0.224	0.196	1.000	143
	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>		<b>0.231</b>	<b>0.357</b>	<b>0.224</b>	<b>0.196</b>		<b>143 (4%)</b>
Trompeta	1	0.289	0.341	0.103	0.054	0.786	291
	2	0.181	0.022	0.011	0.000	0.214	79
	3	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>		<b>0.541</b>	<b>0.365</b>	<b>0.114</b>	<b>0.054</b>		<b>370 (11%)</b>
Gallineta	1	0.095	0.444	0.314	0.147	1.000	694
	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>		<b>0.102</b>	<b>0.451</b>	<b>0.321</b>	<b>0.147</b>		<b>694 (20%)</b>
Hojita	1	0.325	0.223	0.078	0.014	0.640	445
	2	0.141	0.007	0.001	0.000	0.150	104
	3	0.142	0.068	0.000	0.000	0.210	146
<b>Total</b>		<b>0.609</b>	<b>0.298</b>	<b>0.079</b>	<b>0.014</b>		<b>695 (20%)</b>
Todas las especies	1	0.215	0.277	0.134	0.054	0.680	2338
	2	0.171	0.016	0.007	0.000	0.190	652
	3	0.121	0.023	0.000	0.000	0.130	446
<b>Total general</b>		<b>0.507</b>	<b>0.315</b>	<b>0.141</b>	<b>0.054</b>		<b>3436</b>

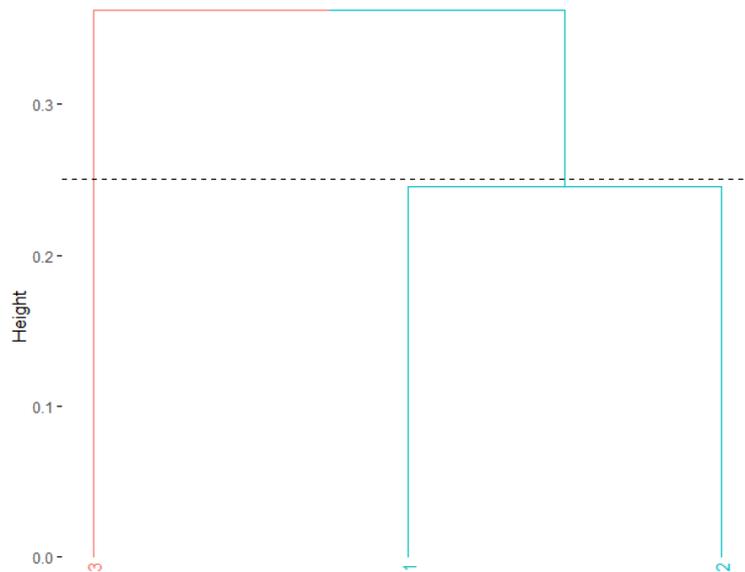
## 4.2. Análisis de conglomerados (Cluster) e índices de diversidad

El análisis consideró la evaluación de las capturas de los lances de pesca realizados por las diferentes clases de naves que participan en la pesquería pelágica ecuatoriana durante el periodo comprendido entre los años 2016 y 2020. Para todo el periodo se registraron un total de 180 especies diferentes, sin embargo, solo 29 de ellas estuvieron en al menos el 1% de los lances, las cuales, son consideradas para este análisis como especies principales o recurrentes.

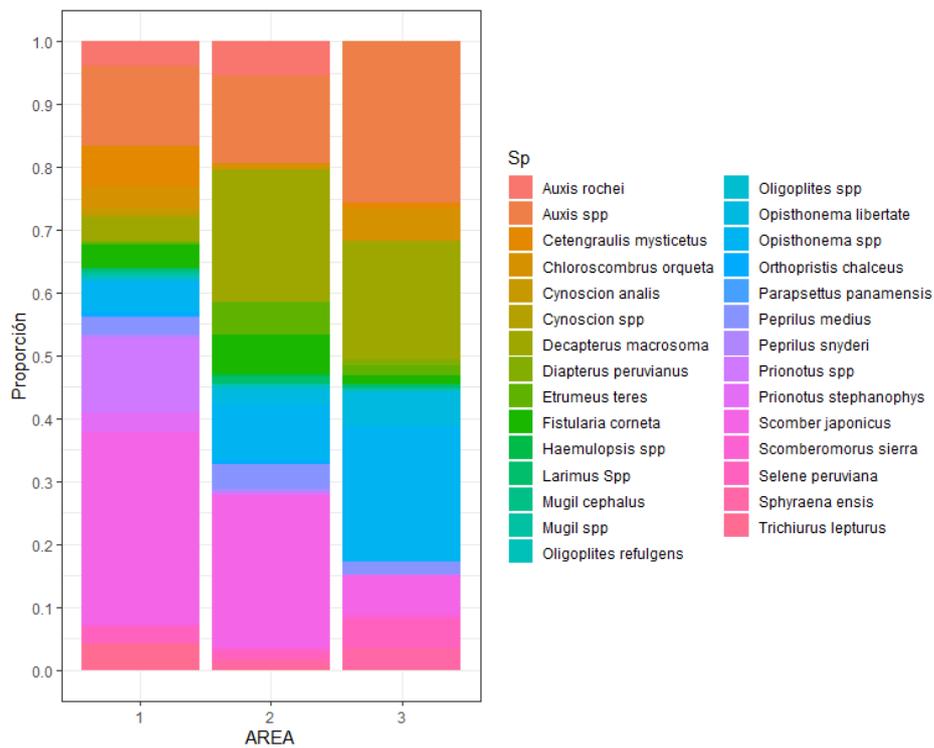
### 4.2.1. Evaluación por área de operación

#### *Análisis de agrupamiento*

La evaluación de agrupaciones de acuerdo a la componente de especies asociadas a las áreas de pesca definidas en la pesquería pelágica ecuatoriana permitió identificar una mayor similitud entre las áreas 1 y 2 con respecto al área 3 (**Figura 7**). En este sentido, considerando el número de especies principales, las áreas 1 y 2 compartieron 27 de las 29 especies recurrentes. Además, al considerar la de la captura de las diferentes especies presentes en cada una de las áreas evaluadas proporción (captura de cada especie con respecto a la captura total en cada área), se registraron similitudes en la participación de algunas especies dominantes en ambas áreas, destacándose la *Scomber japonicus*, *Auxis spp.*, *Opisthonema spp.*, *Fistularia corneta* y *Peprilus medius* (0). Por su parte, la diferenciación del área 3 estuvo influenciada principalmente por un menor registro de especies (24), además de una participación importante de las especies *Auxis spp.*, *Ophistonema spp.* y *Decapterus macrosoma*, las cuales concentraron el 66% del total de la captura. A estas especies se sumaron *Ophistonema spp.*, *Chlorocombrus orqueta* y *Selene peruviana*, con una contribución menor, pero comparativamente importante (**Figura 8**).



**Figura 7.** Cluster jerárquico de la componente faunística asociada a las áreas de operación de la pesquería pelágica ecuatoriana. En la base del cluster se identifican las áreas de operación evaluadas.

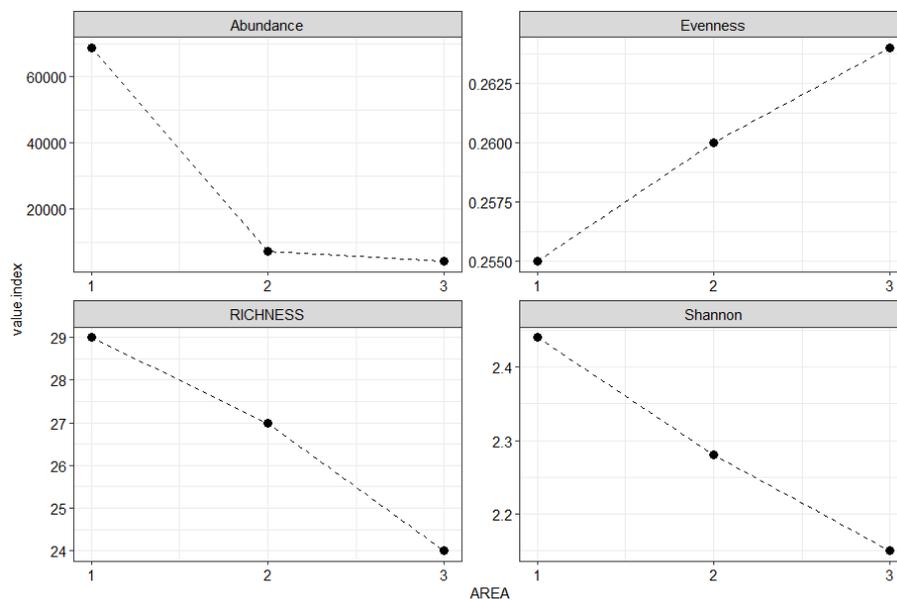


**Figura 8.** Proporción de las principales especies presentes en las capturas asociadas a las áreas de operación de la pesquería pelágica ecuatoriana 2016-2020.

## Evaluación de la diversidad asociada a las áreas de operación

Dentro de los distintos índices utilizados para evaluar las características de la estructura de la comunidad marina asociadas a las distintas áreas de operación de las flotas durante el periodo evaluado, se encontraron evidentes diferencias en la abundancia (capturas). En este contexto, altas capturas acumuladas se registraron en el área 1 (~68 mil toneladas), mientras que, las capturas asociadas a las áreas 2 y 3 no superaron las 7 mil toneladas (**Figura 9**). Como se mencionó previamente, la riqueza de especies (RICHNESS), considerando solo las especies recurrentes, mostró una leve tendencia al decrecimiento hacia el área 3, decayendo de 29 (área 1) a 24 especies (área 3) (**Figura 9**). En el caso del índice de Shannon para determinar la diversidad de cada área, también presentó una disminución hacia el área 3, sin embargo, los valores entre áreas variaron entre 2,4 y 2,1, indicando una diversidad media (**Figura 9**).

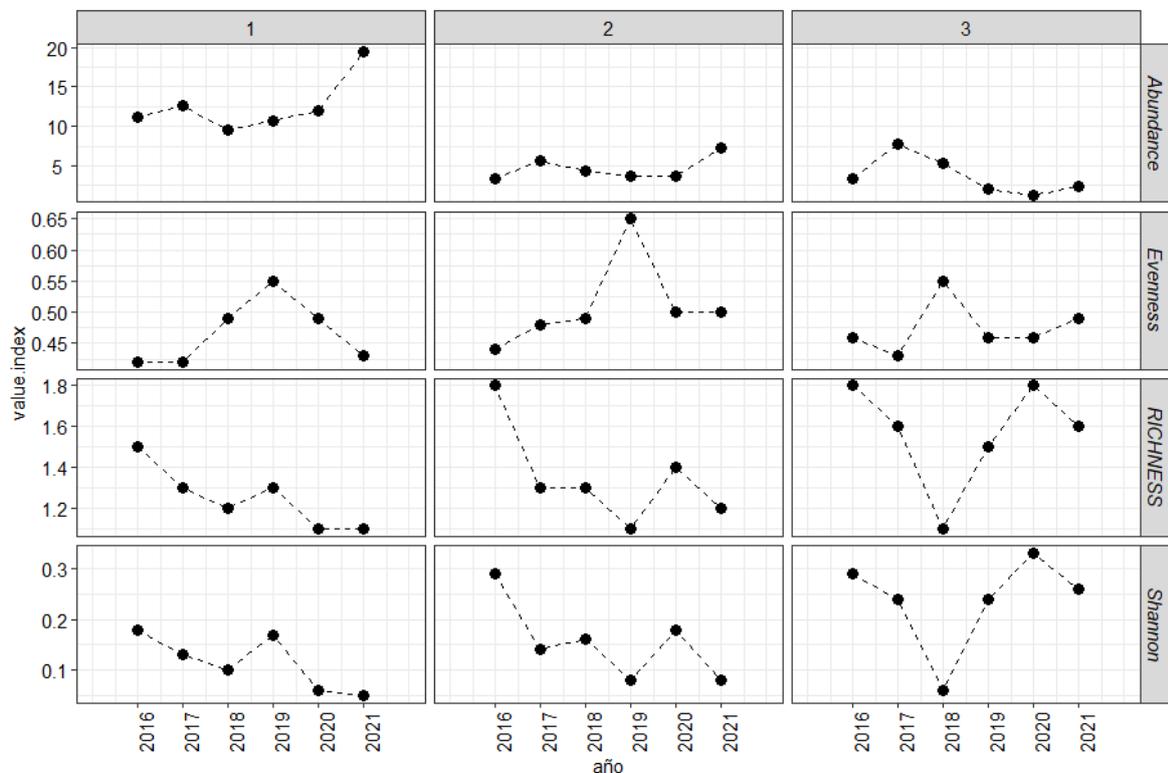
Finalmente, pese a que se observa un leve incremento del índice de uniformidad de las especies (Evenness) hacia el área 3, en general éstas presentaron valores bajos (en torno a 0,26) (**0**). Estos valores indicarían una baja uniformidad del ensamblaje de especies asociadas a las distintas áreas, comunidades que estarían dominadas por algunas pocas especies particulares.



**Figura 9.** Índices de diversidad determinados para las áreas de operación de la pesquería pelágica ecuatoriana. Evaluación en base a especies principales o recurrentes (29).

La **Figura 10** presenta las variaciones temporales en los valores promedio por lance para cada uno de los índices evaluados en cada área de operación. Se observó que, en general, la riqueza de especies presentes en los lances de cada área no superó las 1,8 especies, variando en un estrecho rango durante el periodo evaluado, pero con una tendencia a la baja en el último año. Similares tendencias se observaron en el índice de diversidad de Shannon, el cual dio cuenta de una baja diversidad presente en los lances. Por su parte, se ratifica la mayor abundancia (capturas) mostrada en el área 1, con valores promedio por lance superiores a 10 toneladas, las que se incrementan hacia el 2021 (**Figura 10**). El área 3 en tanto, luego de un pico cercano a 8 toneladas registrado durante el 2017, ha mantenido las menores capturas (~2 toneladas) (**Figura 10**).

En relación con la uniformidad de especies, de las pocas especies promedio que eventualmente son capturadas en cada área, su participación sería medianamente uniforme, pero con alguna mayor dominancia de algunas de ellas (0). Se destaca una mayor uniformidad para las áreas 1 y 2 durante el 2019, decayendo hacia el final del periodo. En el área 3, el mayor valor se hizo presente el 2018, manteniendo valores menores en años posteriores (**Figura 10**).



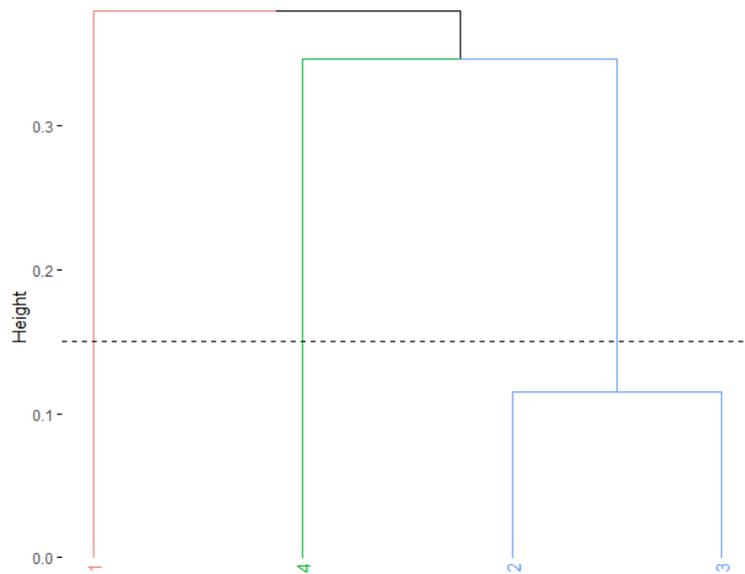
**Figura 10.** Evolución temporal de los índices de diversidad promedio por lance para cada área de operación en la pesquería pelágica ecuatoriana. Evaluación en base a especies principales o recurrentes (29).

#### 4.2.2. Evaluación por clase de barco

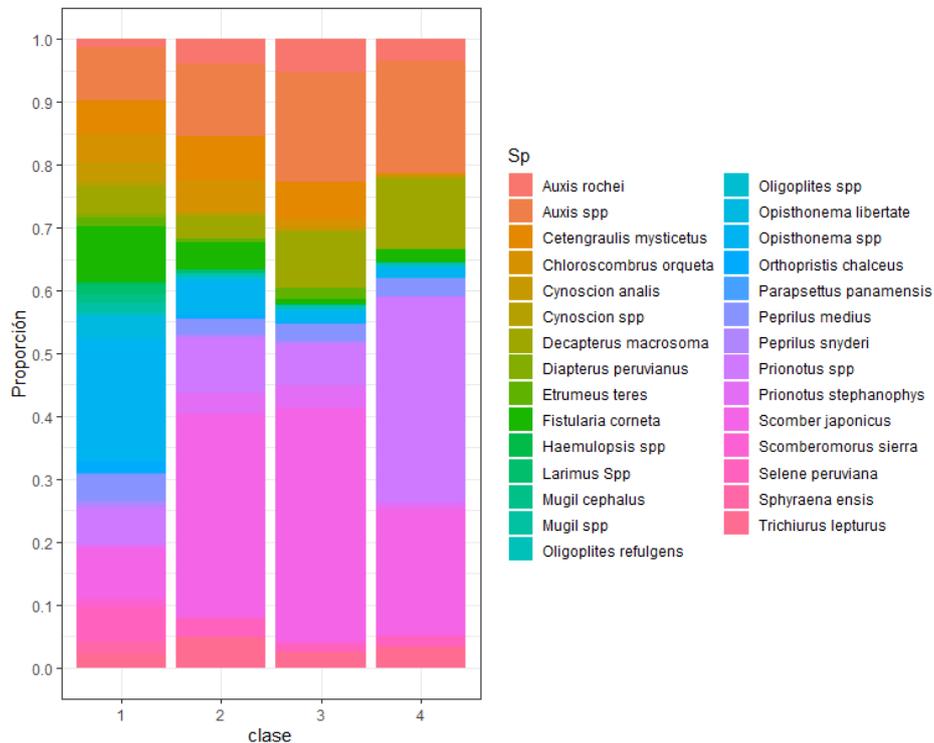
##### *Análisis de agrupamiento*

El análisis de agrupamiento, de acuerdo a las especies asociadas a cada clase de embarcación que operaron en la pesquería pelágica ecuatoriana, permitió identificar tres grupos. Por un lado, a las clases de barco 1 y 4 como unidades separadas, se sumó la agrupación conformada por las clases 2 y 3, las cuales presentaron una mayor similitud (**Figura 11**). Considerando el número de especies principales, las clases 2 y 3 presentaron en sus capturas la totalidad de las especies recurrentes (29), no obstante, entre sus similitudes relacionadas a la participación de las principales especies, se destaca el aporte que entregan las especies *Scomber japonicus*, *Auxis spp.*, *Prionotus spp.* y *Centengraulis mysticetus* (**Figura 12**).

En el caso de las embarcaciones catalogadas como clase 1, aunque presenta el mismo número de especies recurrentes (29), esta se diferenció de las demás por el mayor aporte de las especies *Ophistonema spp.*, *Fistularia corneta*, *Selene peruviana*; además de otras especies bien identificadas como *Ophistonema libertate* y *Cynoscion analis*, las que, si bien no presentaron una alta participación, proporcionalmente fueron mayores que en las demás clases de embarcaciones (**Figura 12**). Finalmente, la clase 4 se caracterizó principalmente un menor número de especies recurrentes (20) y por el aporte particular de las especies *Prionotus spp.*, *Decapterus macrosoma*, a las que se sumaron *Auxis spp.* y *Scomber japonicus*, esta última en menor proporción comparado con su aporte dentro de las demás clases (**Figura 12**).



**Figura 11.** Cluster jerárquico de la componente faunística asociada a las diferentes clases de embarcaciones con operación en la pesquería pelágica ecuatoriana. En la base del cluster se identifican las clases de embarcaciones evaluadas.

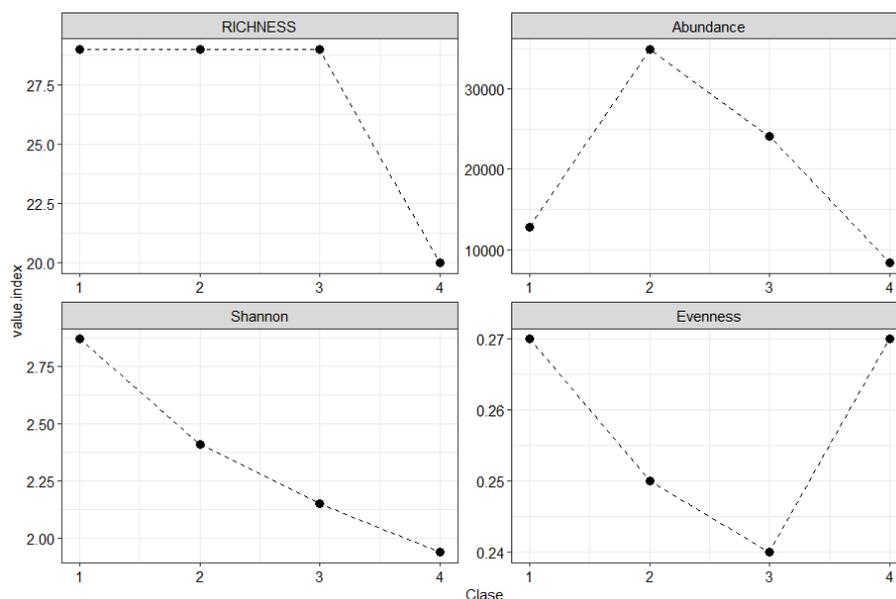


**Figura 12.** Proporción de las principales especies presentes en las capturas asociadas a las clases de embarcaciones que operaran en la pesquería pelágica ecuatoriana.

### Evaluación de la diversidad asociada a las clases de embarcaciones

La determinación de los índices para evaluar las características de la estructura de la comunidad marina removida por las diferentes flotas, mostraron algunas diferencias entre ellas. En el caso del índice asociado a la abundancia (medido como capturas), presentó los mayores niveles asociados a la clase 2, con un valor cercano a las 35 mil toneladas para todo el periodo. Continuó en importancia las embarcaciones clase 3 con cerca de 24 mil toneladas, mientras que las clases 1 y 4 solo alcanzaron 12,8 y 8,3 toneladas (**Figura 13**).

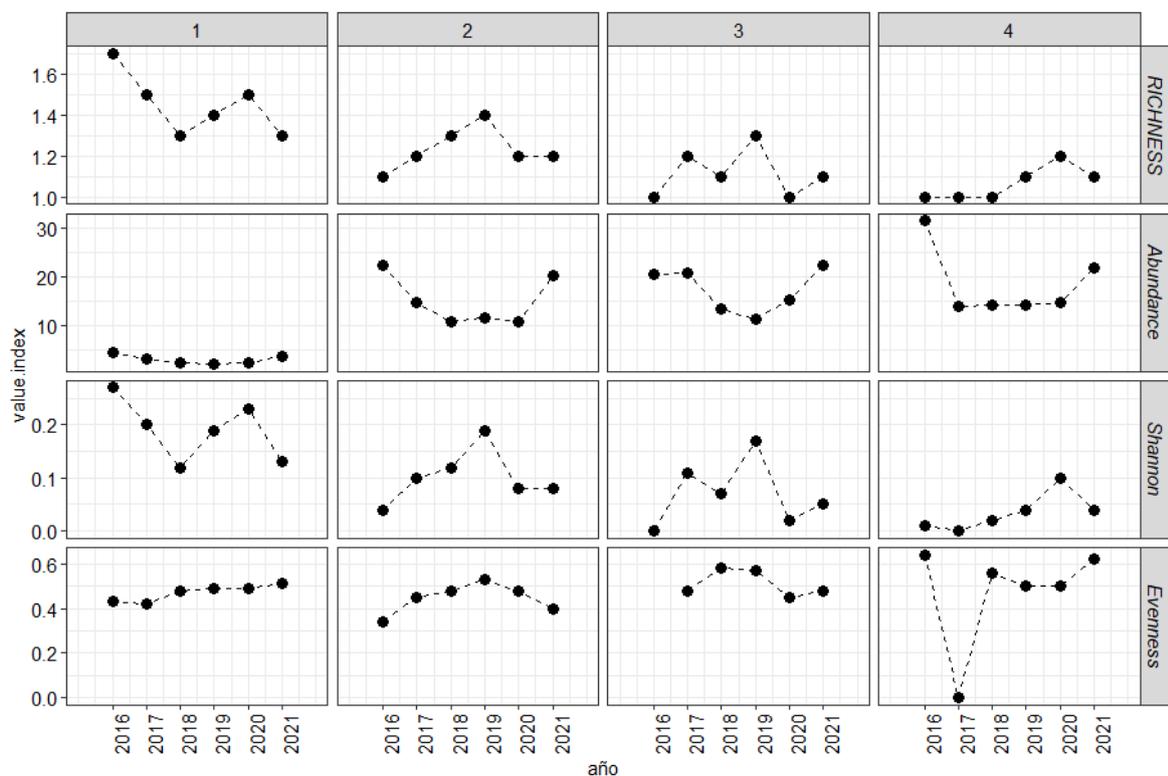
En lo que respecta a la riqueza de especies (RICHNESS), la clase de embarcación 4 presentó la menor riqueza con 20 sp, en tanto que las demás clases coincidieron en número de especies presentes en sus capturas, registrando el total de especies recurrentes, 29 (**Figura 13**). Con relación a del índice de diversidad de Shannon, se registró una tendencia decreciente de sus valores desde la clase 1 (2,86) a las clases posteriores decayendo a valores menores a 2 (**Figura 13**). Considerando los rangos definidos para este índice, la agrupación de especies que vulneraría las clases 3 y 4 son consideradas como poco diversas, mientras que las restantes, medianamente diversas. Por último, pese a que la clase 4 presentaron una baja diversidad, esta clase de embarcaciones presentó uno de los mayores valores de uniformidad (Evenness), junto con la clase 1 (**Figura 13**). Pese a ello, el rango de valores de uniformidad determinados para cada clase da cuenta de una alta dominancia de algunas especies (baja uniformidad).



**Figura 13.** Índices de diversidad determinados para cada clase de embarcación con operación en la pesquería pelágica ecuatoriana. Evaluación en base a especies principales o recurrentes (29).

La evaluación considerando la tendencia promedio de los índices por lance, realizados por las distintas clases de embarcaciones, dieron cuenta de una variabilidad en la riqueza de especies dentro del periodo evaluado. La clase 1 presentó los mayores niveles de riqueza promedio en sus lances durante el 2016 con 1,7 especies, variando en años posteriores, pero con niveles superiores a 1,3 especies por lance. El resto de las clases mostraron variaciones inter anuales, sin embargo, no superaron las 1,2 especies por lances hacia el último año de la serie (**Figura 14**). Similares tendencias se observaron en el índice de diversidad de Shannon en cada una de las clases de embarcaciones, mostrando en general una baja diversidad presente en los lances (**0**).

Comparativamente, una menor abundancia (capturas) promedio por lance y constante en el tiempo se registra en la clase 1. Contrariamente, una mayor abundancia se registró en las clases 2 a 4 con mayores valores hacia los extremos de la serie de tiempo. (**Figura 14**). Para finalizar, el índice de uniformidad de especies (Evenness), muestra para todas las clases una uniformidad media en la componente faunística promedio de los lances, en los cuales algunas mostrarían una mayor dominancia (**Figura 14**).



**Figura 14.** Evolución temporal de los índices de diversidad promedio por lance para cada clase de embarcaciones de que operan en la pesquería pelágica ecuatoriana. Evaluación en base a especies principales o recurrentes (29).

### 4.3. Análisis de Vulnerabilidad-Susceptibilidad: Riesgo Ecológico

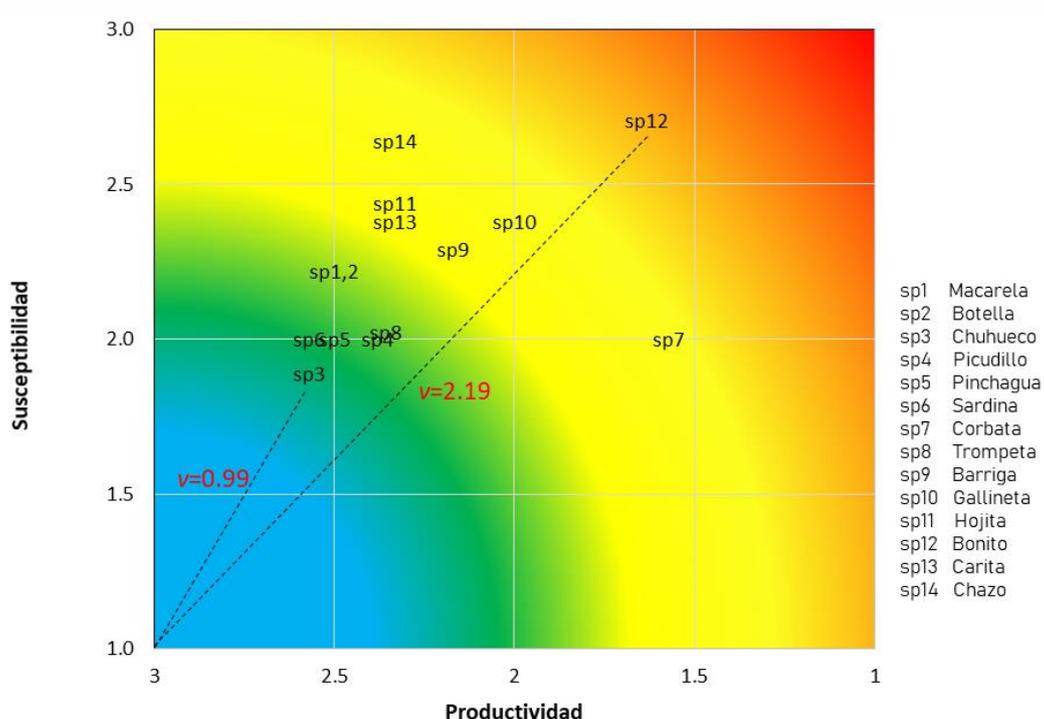
El análisis de vulnerabilidad consideró las 14 especies mencionadas las que conforman el 95% de las capturas de la pesquería de pelágicos pequeños. En este análisis especial atención merecen aquellas especies bentopelágicas cuyos hábitats difieren al de las principales especies que constituyen la pesquería. La vulnerabilidad de las especies se analiza en las dos dimensiones: productividad y susceptibilidad.

Los detalles de la evaluación de los atributos de productividad se encuentran en **Anexo B (Tabla B1)**, del cual se destaca que las especies pelágicas pequeñas tienen el más alto nivel (puntaje de 3) mientras que las demás especies de comportamiento bentopelágico tuvieron puntaje de 2 equivalente a un nivel medio. Los atributos de susceptibilidad se obtuvieron a partir de los resultados de cruceros de evaluación acústica así como de las entrevistas a los capitanes a partir del seguimiento de la pesquería. El puntaje para la calidad de estos datos corresponde al nivel 1. La evaluación para los atributos de susceptibilidad correspondiente al total de la flota, indican que todas las especies tienen puntajes similares en especial a lo que respecta a los atributos de superposición de áreas y verticales, concentración geográfica (**Anexo Tabla B2**). De igual manera y en lo que respecta al cálculo del índice de susceptibilidad, las especies bonito (*Sarda orientalis*) y chazo (*Peprilus medius*) fueron los que obtuvieron los valores más altos, en tanto el chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*) el menos susceptible (**Anexo Tabla B2**).

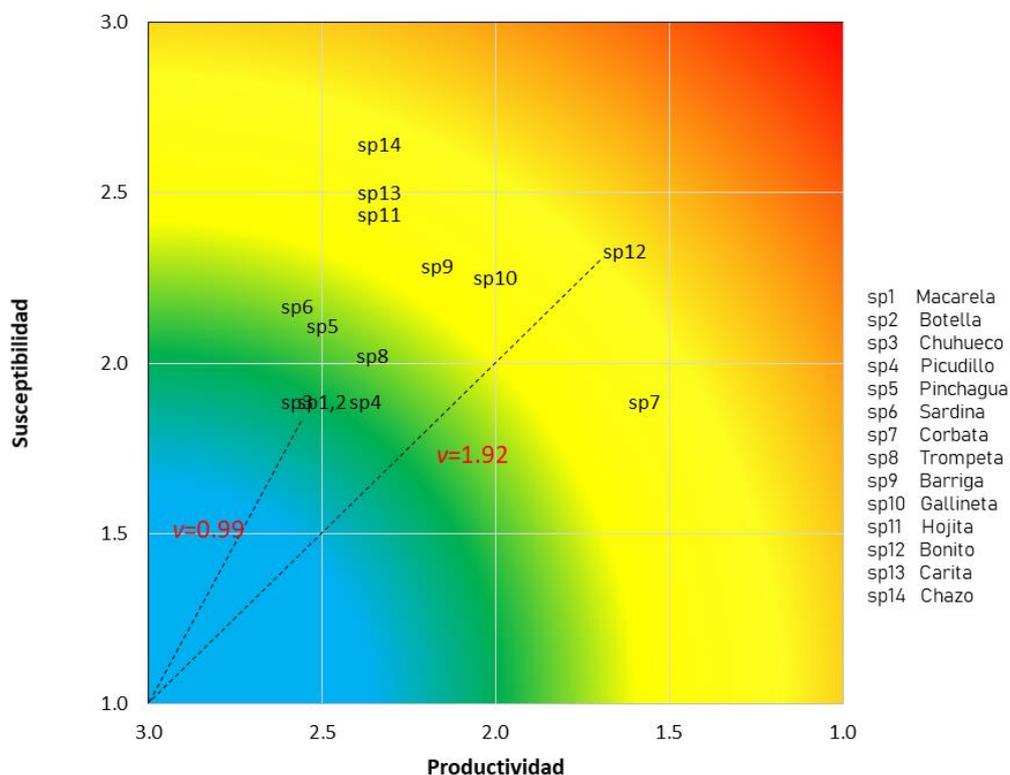
Los resultados mostraron diferencias en los atributos de susceptibilidad según tipo/clase de buque. Para las embarcaciones clase I (**Anexo Tabla B3**), las diferencias se ven acentuadas a nivel de especies, siendo las especies pelágicas pinchagua (*Opisthonema* spp.), chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*) y las bentopelágicas: Barriga Juma (*Larimus* spp.), Hojita (*Chloroscombrus orqueta*), Carita (*Selene* spp.), chazo (*Peprilus medius*) quienes obtuvieron los puntajes más altos en lo referente a superposición de áreas, concentración geográficas y superposición vertical. De acuerdo al índice de susceptibilidad, la incidencia recae sobre las mismas especies las que obtuvieron valores altos (superiores a 2) (**Anexo Tabla B3**). Para el caso de las embarcaciones clase II, III y IV (**Anexo Tabla B4**), los puntajes de los atributos estuvieron determinados por las migraciones de las especies y superposición vertical, los cuales marcan una alta susceptibilidad de los recursos para ser capturados tal es el caso de las especies pelágicas pequeñas como: macarela (*Scomber japonicus*), botella (*Auxis* spp.), picudillo (*Decapterus macrosoma*), sardina redonda (*Etrumeus acuminatus*). El índice de susceptibilidad indica que las especies de pelágicos pequeños junto a las especies bentopelágicas como

gallineta (*Prionotus* spp.) y chazo (*Peprilus medius*), son las más susceptibles para ser capturadas por esta clase de embarcaciones (**Anexo Tabla B4**).

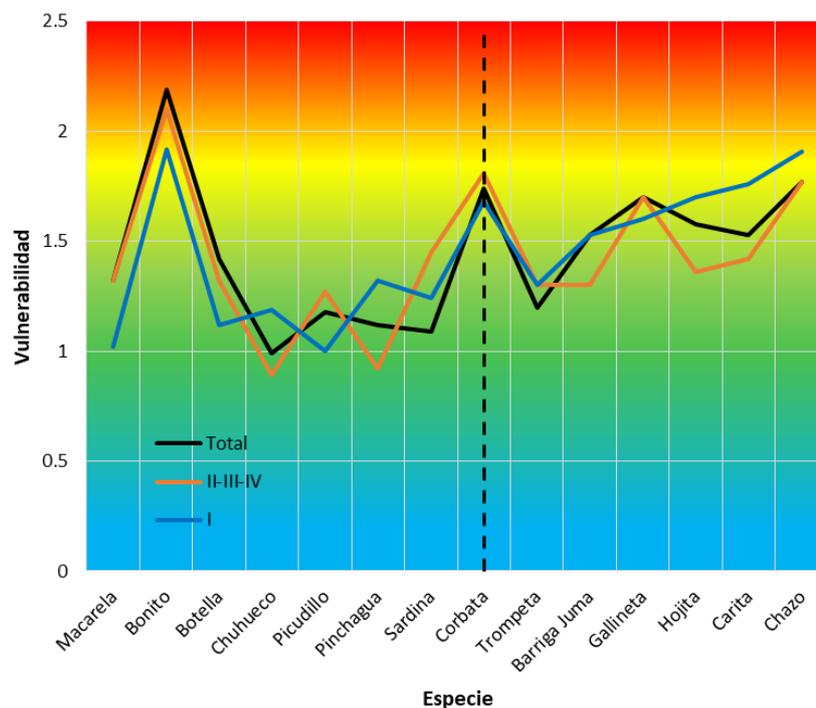
Tanto para el estrato de buques de Clase I así como para el total de la flota, los análisis muestran que los recursos bentopelágicos presentan mayor vulnerabilidad respecto de las especies pelágicas (**Figura 15, 16, 17**). Las especies bentopelágicas con mayor vulnerabilidad para toda la flota son Corbata, Gallineta y Chazo. Esta tendencia se debe a la menor productividad (P) y mayor susceptibilidad (S) que presentan las especies más longevas y de crecimiento más lento (**Tablas 11, 12 y 13**). El valor de vulnerabilidad promedio de las especies pelágicas se estima en 1,33 mientras en las especies bentopelágicas en 1,58, y muy próximo al rango inferior de vulnerabilidad media ( $1.6 < V < 1.8$ ). El análisis en los tres principales segmentos así como también para las clases II, III y IV, muestra que las especies bentopelágicas corbata (*Trichiurus lepturus*), gallineta (*Prionotus* spp.) y chazo (*Prionotus* spp.) muestran la mayor vulnerabilidad dentro del estrato medio ( $1.6 < V < 1.8$ ) (**Tablas 11 y 12**). En el caso de Bonito (*Sarda orientalis*), es la única especie pelágica con una alta vulnerabilidad en todos los segmentos de flota ( $V \geq 1.8$ ) (**Figura 15 y 16**). Para las embarcaciones de menor tamaño (clase I), los resultados muestran que las especies pelágicas pinchagua y chuhueco tienen una alta susceptibilidad pero baja vulnerabilidad ( $V \leq 1.6$ ) debido a su mayor productividad (**Tabla 12**). Las especies bentopelágicas: corbata (*Trichiurus lepturus*), gallineta (*Prionotus* spp), hojita (*Chloroscombrus orqueta*) y carita (*Selene* spp) presentan una vulnerabilidad media ( $1.6 < V < 1.8$ ), en tanto el bonito (*Sarda orientalis*) y chazo (*Peprilus medius*) son las especies que tienen una alta vulnerabilidad en estas clase de embarcaciones (**Tabla 12, Figura 17**).



**Figura 15.** Medidas de la productividad (P), susceptibilidad (S) y vulnerabilidad (V) del 95% de las especies que componen el total de las embarcaciones de la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador. En rojo y líneas segmentadas negras se destacan las distancias mínimas y máximas de vulnerabilidad.



**Figura 16.** Medidas de la productividad (P), susceptibilidad (S) y vulnerabilidad (V) del 95% de las especies que componen las embarcaciones Clase I de la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador. En rojo y líneas segmentadas negras se destacan las distancias mínimas y máximas de vulnerabilidad.



**Figura 17.** Medidas de la vulnerabilidad (V) del 95% de las especies que componen la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador por estrato de flota. En línea segmentada se separan las especies pelágicas (izquierda) de las bentopelágicas (derecha).

**Tabla 11.** Puntajes relativos a la productividad (P), susceptibilidad (S) y vulnerabilidad (V) del 95% de las especies que componen la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador para toda la flota. Las sombras más oscuras representan mayor vulnerabilidad (baja vulnerabilidad en verde ( $V \leq 1.6$ ), vulnerabilidad moderada en amarillo ( $1.6 < V < 1.8$ ) y alta vulnerabilidad en rojo ( $V \geq 1.8$ )). Con asterisco se destacan las especies bentopelágicas.

Indicador	Especie	P	S	V
sp1	Macarela	2.50	1.89	● 1.02
sp2	Botella	2.50	2.00	● 1.12
sp3	Chuhueco	2.57	1.89	● 0.99
sp4	Picudillo	2.38	1.89	● 1.09
sp5	Pinchagua	2.50	2.11	● 1.22
sp6	Sardina	2.57	2.17	● 1.24
sp7	Corbata	1.57	1.89	● 1.68
sp8	Trompeta	2.33	2.00	● 1.20
sp9	Barriga Juma	2.17	2.29	● 1.53
sp10	Gallineta	2.00	2.25	● 1.60
sp11	Hojita	2.33	2.44	● 1.58
sp12	Bonito	1.60	2.31	● 1.92
sp13	Carita	2.33	2.50	● 1.64
sp14	Chazo	2.33	2.64	● 1.77
<b>Pelágicos</b>		2.50	1.99	● 1.11
<b>Bentopelágicos</b>		2.08	2.29	● 1.62

**Tabla 12.** Puntajes relativos a la productividad (P), susceptibilidad (S) y vulnerabilidad (V) del 95% de las especies que componen la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador para embarcaciones clase II, III y IV. Las sombras más oscuras representan mayor vulnerabilidad (baja vulnerabilidad en verde ( $V \leq 1.6$ ), vulnerabilidad moderada en amarillo ( $1.6 < V < 1.8$ ) y alta vulnerabilidad en rojo ( $V \geq 1.8$ ))

Indicador	Especie	P	S	V
sp1	Macarela	2.50	2.22	● 1.32
sp2	Botella	2.50	2.22	● 1.32
sp3	Chuhueco	2.57	2.00	● 1.09
sp4	Picudillo	2.38	2.00	● 1.18
sp5	Pinchagua	2.50	1.89	● 1.02
sp6	Sardina	2.57	2.28	● 1.35
sp7	Corbata	1.57	2.11	● 1.81
sp8	Trompeta	2.33	2.11	● 1.30
sp9	Barriga Juma	2.17	2.14	● 1.41
sp10	Gallineta	2.00	2.25	● 1.60
sp11	Hojita	2.33	2.31	● 1.47
sp12	Bonito	1.60	2.56	● 2.10
sp13	Carita	2.33	2.38	● 1.53
sp14	Chazo	2.33	2.64	● 1.77
<b>Pelágicos</b>		2.50	2.10	● 1.21
<b>Bentopelágicos</b>		2.08	2.31	● 1.62

**Tabla 13.** Puntajes relativos a la productividad (P), susceptibilidad (S) y vulnerabilidad (V) del 95% de las especies que componen la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador, para embarcaciones clase I. Las sombras más oscuras representan mayor vulnerabilidad (baja vulnerabilidad en verde ( $V \leq 1.6$ ), vulnerabilidad moderada en amarillo ( $1.6 < V < 1.8$ ) y alta vulnerabilidad en rojo ( $V \geq 1.8$ ))

Indicador	Especie	P	S	V
sp1	Macarela	2.50	1.89	● 1.02
sp2	Botella	2.50	2.00	● 1.12
sp3	Chuhueco	2.57	1.89	● 0.99
sp4	Picudillo	2.38	1.89	● 1.09
sp5	Pinchagua	2.50	2.11	● 1.22
sp6	Sardina	2.57	2.17	● 1.24
sp7	Corbata	1.57	1.89	● 1.68
sp8	Trompeta	2.33	2.00	● 1.20
sp9	Barriga Juma	2.17	2.29	● 1.53
sp10	Gallineta	2.00	2.25	● 1.60
sp11	Hojita	2.33	2.44	● 1.58
sp12	Bonito	1.60	2.31	● 1.92
sp13	Carita	2.33	2.50	● 1.64
sp14	Chazo	2.33	2.64	● 1.77
<b>Pelágicos</b>		2.50	1.99	● 1.11
<b>Bentopelágicos</b>		2.08	2.29	● 1.62

#### 4.4. Razón de Potencial Reproductivo (SPR)

Se realiza el análisis de las composiciones de tallas de las capturas de especies bentopelágicas más relevantes: Barriga, Carita, Chazo, Gallineta y Hojita. Complementariamente se considera el Roncador, mientras los resultados para Corbata y Trompeta tomados de los resultados de Canales y Jurado (2021). En estos últimos casos, el valor SPR corresponde a la proporción de  $B_0$  calculado mediante un modelo de biomasa dinámica de producción. El modelo LBPA fue ajustado de manera simultánea a las composiciones de tallas de las capturas de los últimos 5 años (2016-2020) de las especies bentopelágicas indicadas. El modelo LBPA-SPR provee una estimación promedio de la razón de potencial reproductivo y mortalidad por pesca.

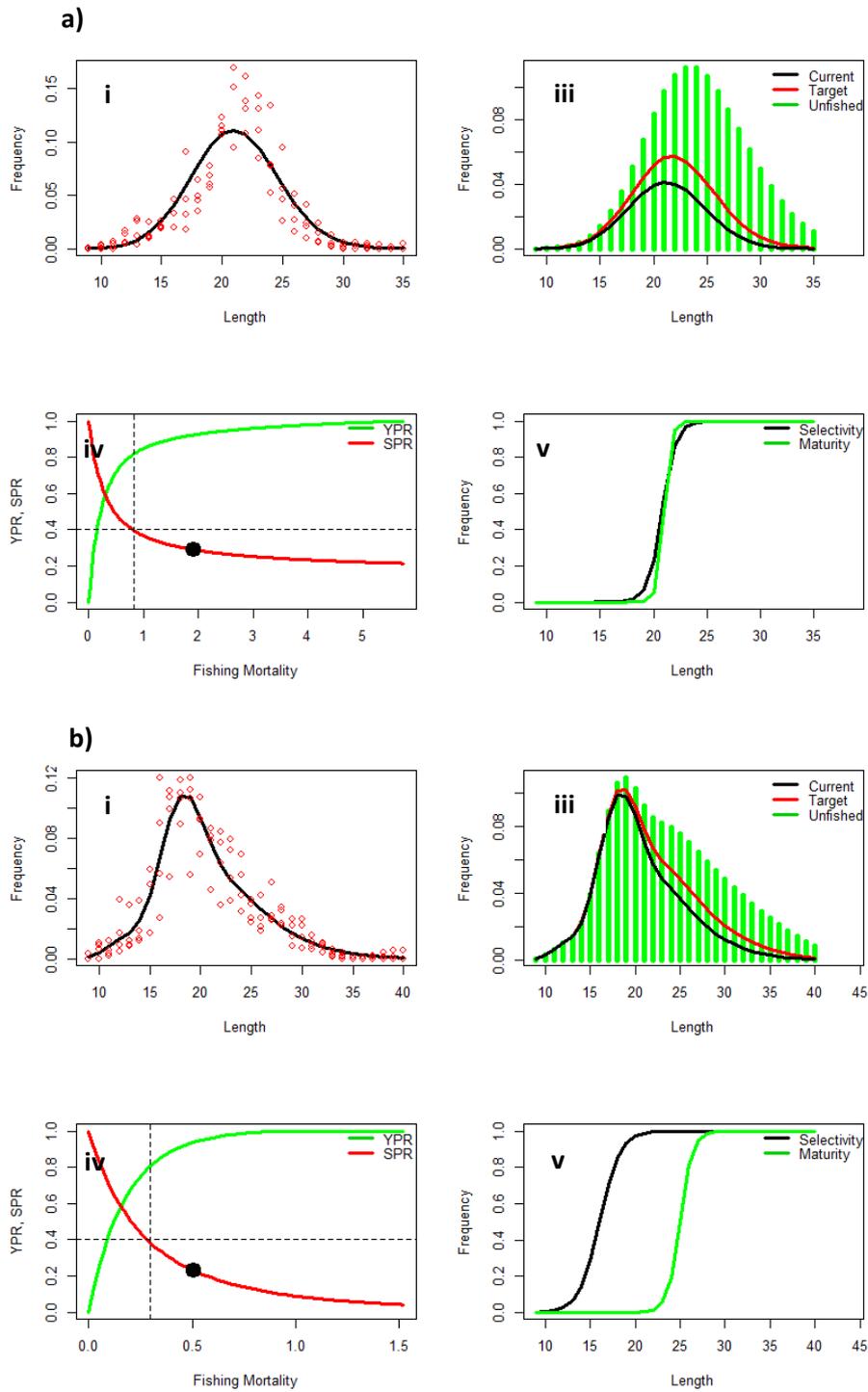
El ajuste del modelo a los datos de composiciones de tallas, las frecuencias de tallas del stock explotable actual, objetivo y virginal, el rendimiento y razón de potencial reproductivo (SPR), y las curvas de madurez y selectividad se entregan en la **Figuras 18, 19 y 20**. El modelo intenta reproducir la forma acampanada que presentan los datos de composiciones de tallas de las capturas, y en estas figuras se destaca el error de observación dado el nivel de variabilidad de los datos de frecuencias interanuales para un mismo intervalo de tallas. En los casos analizados y a excepción de Barriga y Chazo, las curvas de selectividad se ubicaron a la izquierda de la curva de madurez, lo cual significa que la captura en la mayoría de estas especies se produce antes de que estos alcancen su madurez. Del mismo modo, los niveles de mortalidad por pesca se estimaron en promedio 2,75 veces el valor de la mortalidad natural ( $F/M$ ), siendo máximos en el caso de Barriga (5,19) y mínimos en el caso de Carita (1,04) (**Tabla 14**). Un valor de referencia para esta razón es  $F/M=2$ . Por su lado, el índice de sobrepesca ( $F/F_{obj}$ ) fue estimado 1,61 como valor promedio, lo cual significa que el esfuerzo de pesca en general excede en un 61% el esfuerzo que permitiría mantener a las poblaciones en torno a un potencial reproductivo valor ideal  $SPR=0,4$ . El valor máximo se estima en 3,6 para Gallineta y mínimo de 0,06 en el caso de Corbata.

El SPR de estas especies se calculó en un promedio de  $SPR=0,33$  lo cual indica que la presión pesquera dirigida a los pequeños pelágicos ha disminuido igualmente el potencial reproductivo de estas poblaciones bentopelágicas, llevándolas al 33% de una condición virginal, y por debajo del valor objetivo o recomendable ( $SPR=0,4$ ). El valor más bajo corresponde a Gallineta con  $SPR=0,13$  y los más altos a Trompeta y Corbata con valores próximos a  $SPR=0,54$  (**Tabla 14**). El estimado de la varianza ( $S^2$ ) relacionado con la bondad de ajuste del modelo a los datos indica, que de las 6 especies bentopelágicas, la Gallineta y el

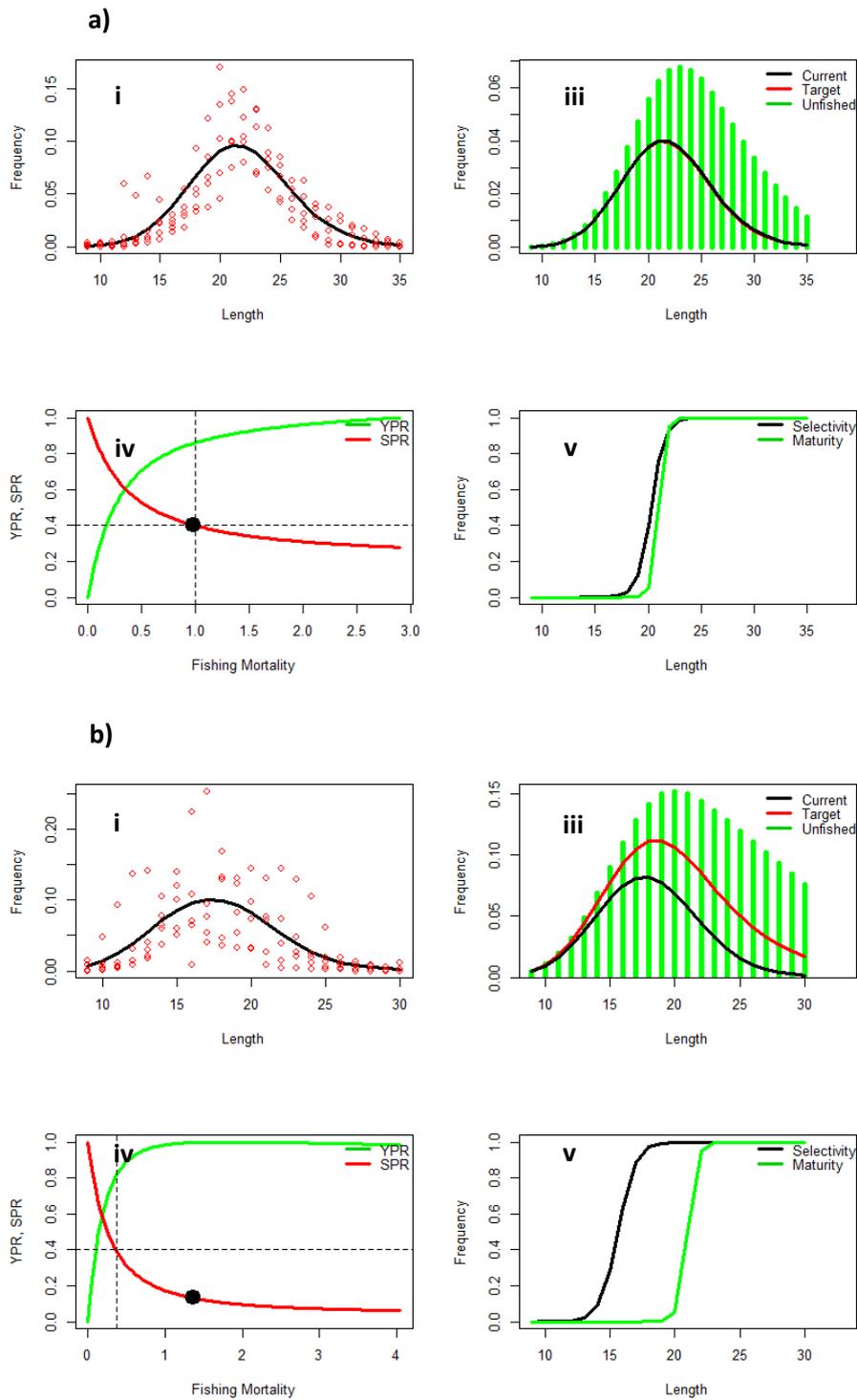
Roncador son la más incierta en cuanto al estimado de SPR (mayor varianza), mientras la Carita presenta el diagnóstico más preciso. Esto se explica por el nivel de variabilidad que presentan las réplicas de datos de frecuencias para una misma longitud o talla (**Tabla 14**).

En términos generales, el 63% de las poblaciones analizadas se encontrarían con un potencial reproductivo reducido por la pesca más allá de lo deseable (**Tabla 14**). El resumen de estos análisis se representa en un diagrama de fases destacando la linealidad negativa entre el potencial reproductivo SPR y la mortalidad por pesca relativa (F/Fobj) (**Figura 21**). En zona sostenible y segura se encontrarían Trompeta y Corbata (verde), mientras que Chazo se encontraría en los límites de los objetivos de manejo-conservación (gris-amarillo). En zonas de sobrepesca y sobreexplotación se ubican Carita, Roncador, Hojita y Barriga, mientras que en una zona de riesgo de agotamiento o de reducción severa se encontraría la Gallineta cuyo  $SPR=0,13$  y  $F/Fobj=3,39$  (**Figura 21, Tabla 14**).

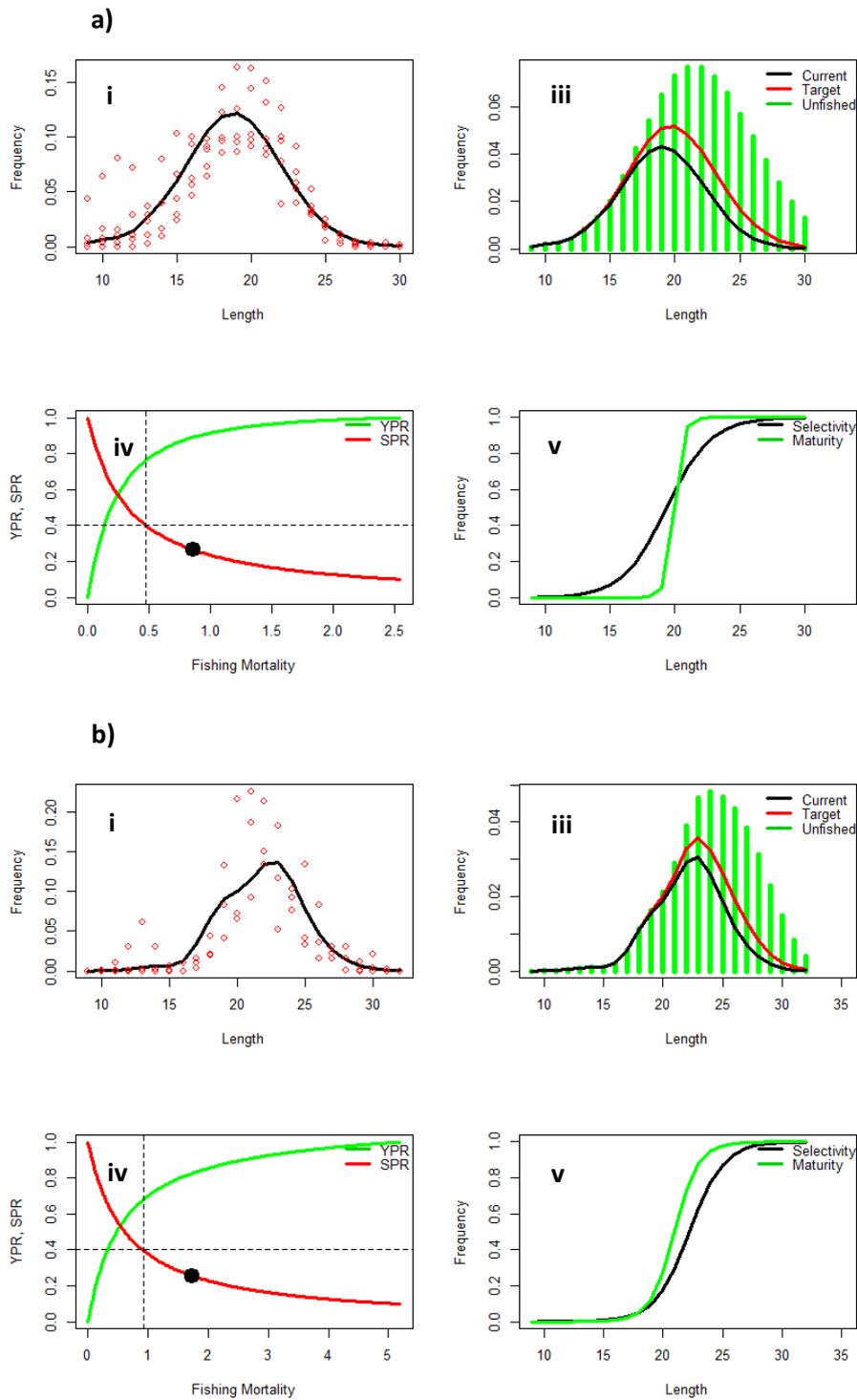
Una relación empírica entre la captura acumulada del período 2018-2020 y la Razón de Potencial Reproductivo (SPR), muestra la probable relación entre los tamaños poblacionales de las 8 especies y los efectos acumulativos de la explotación (**Figura 22**). Las especies Corbata, Trompeta, Chazo, Barriga y Gallineta podrían tener tamaños poblacionales originalmente similares pero su condición SPR disminuye a niveles no recomendados ( $<0.4$ ) con capturas promedio mayores de 10 mil toneladas anuales (30 mil acumuladas en el período). Las otras poblaciones de especies como Roncador, Carita y Hojita podrían ser de menor magnitud y muy sensibles a los incrementos de capturas por sobre las 3 mil toneladas anuales (**Figura 22**).



**Figura 18.** i) Ajuste del modelo (línea roja) LBPA-SPR a los datos de composiciones de tallas (círculos rojos), ii) frecuencia de tallas del stock explotable actual, objetivo y virginal, iii) rendimiento (YPR) y razón de potencial reproductivo (SPR), y iv) curvas de madurez y selectividad. El punto negro representa la condición actual. a) Barriga y b) Carita



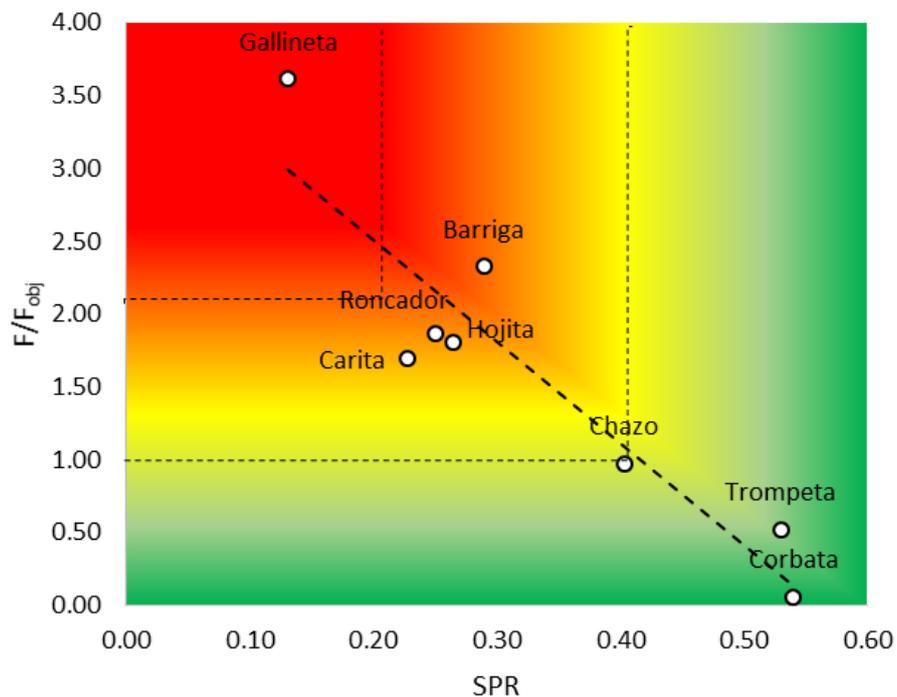
**Figura 19.** i) Ajuste del modelo (línea roja) LBPA-SPR a los datos de composiciones de tallas (círculos rojos), ii) frecuencia de tallas del stock explotable actual, objetivo y virginal, iii) rendimiento (YPR) y razón de potencial reproductivo (SPR), y iv) curvas de madurez y selectividad. El punto negro representa la condición actual. a) Chazo y b) Gallineta



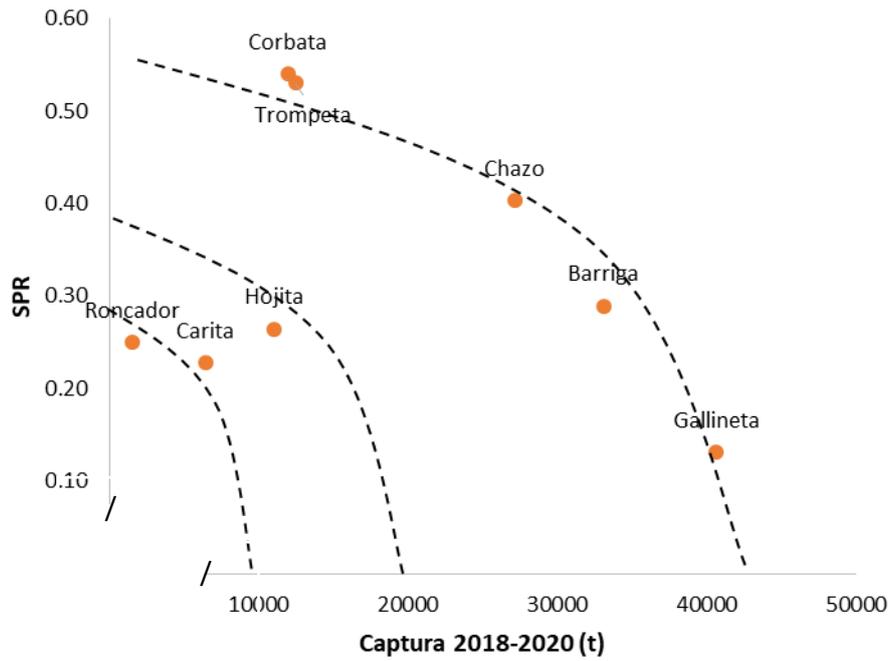
**Figura 20.** i) Ajuste del modelo (línea roja) LBPA-SPR a los datos de composiciones de tallas (círculos rojos), ii) frecuencia de tallas del stock explotable actual, objetivo y virginal, iii) rendimiento (YPR) y razón de potencial reproductivo (SPR), y iv) curvas de madurez y selectividad. El punto negro representa la condición actual. a) Hojita y b) Roncador

**Tabla 14.** Variables de desempeño del modelo de análisis LBPA y razón de potencial reproductivo (SPR) de las 8 principales especies bentopelágicas capturadas en la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador. En color más oscuro se destacan los valores más altos. En asterisco las especies evaluadas por Canales y Jurado (2021).  $S^2$  representa la varianza del ajuste del modelo a los datos.

	Mort por pesca (F)	Talla selección (cm)	Talla de reclutas (cm)	F objetivo (Fobj)	Índice de sobrepesca (F/Fobj)	F/M	SPR	$S^2$	Capturas (t)
Barriga	1.92	20.80	15.91	0.83	2.33	5.19	0.29	14.1	33103
Carita	0.51	16.05	12.15	0.30	1.70	1.04	0.23	6.7	6427
Chazo	0.97	20.27	13.88	1.00	0.97	1.99	0.40	16.0	27177
Gallineta	1.36	15.62	14.06	0.38	3.62	3.39	0.13	61.1	40666
Hojita	0.86	19.39	10.10	0.48	1.81	2.32	0.26	19.5	11012
Corbata(*)	-	-	-	-	0.06		0.54		11986
Trompeta(*)	-	-	-	-	0.52		0.53		12458
Roncador	1.74	22.25	13.72	0.93	1.87	2.55	0.25	43.4	1513



**Figura 21.** Razón de Potencial Reproductivo (SPR) vs Mortalidad por pesca relativa (F/Fobj) para las 8 principales especies bentopelágicas capturadas en la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador.



**Figura 22.** Relación entre la captura acumulada del período 2018-2020 y la Razón de Potencial Reproductivo (SPR) de las 8 principales especies bentopelágicas capturadas en la pesquería de pelágicos pequeños del Ecuador. Las líneas segmentadas representan una idealización del estado de equilibrio de distintas especies respecto de las capturas.

## 5. Discusión

En este estudio se determinó que los desembarques de la pesquería de pelágicos pequeños está explicado en un 26% por especies bentopelágicas, siendo las especies más relevantes de este grupo Gallineta (*Prionotus spp.*) (28%), Barriga juma (*Larimus spp.*) (23%) y Chazo (*Peprilus medius*) (19%). Sin embargo y a nivel de incidencia de especies bentopelágicas en los lances de pesca de la flota aumentan al 46%. Los análisis mostraron que en general, la menor probabilidad de incidencia de especies bentopelágicas se registra hacia el norte de la distribución (zonas 2 y 3) principalmente por los buques de mayor calado o TRN (III-IV) y que la clase de menor tamaño (I) registran estas especies en 1 de cada 2 lances de pesca y disminuye a menos de 1 de cada 3 lances en los buques de mayor calado (III-IV). De los lances con registro de especies bentopelágicas, el Chazo (*Peprilus medius*) es la especie más recurrente y cuyo máximo registro se reporta en la zona 2 por los buques de clase I en un 30% de los lances. Le siguen Gallineta (*Prionotus spp.*) y Hojita (*Chloroscombrus orqueta*), ambas afectadas principalmente en la zona 1 por las clases de barcos I y II. La mayor incidencia de fauna bentopelágica de los buques clase I (los de menor tamaño) se relaciona estrechamente con sus áreas de operación cercanas a la costa por fuera de las primeras 8 mn (Ponce et al., 2020) a lo largo de toda la distribución de la pesquería. La clase de barcos de clase I presenta su alta incidencia a lo largo de la costa Ecuatoriana, siendo máxima (56%) en la zona del Golfo de Guayaquil (Zona 1), área en la cual se distingue la mayor diversidad de especies explicado por los altos niveles de nutrientes aportados por las descargas del río Guayas. En efecto y de acuerdo con UN (2017), las condiciones oceanográficas del golfo de Guayaquil presentan afloramientos costeros e interacción de diversos tipos de masas de agua, siendo estos factores que contribuyen en forma significativa a la alta diversidad de fitoplancton registrado en el Golfo.

De un registro total de 180 especies diferentes que fueron observadas en las capturas de la pesquería de pequeños pelágicos del Ecuador entre 2016 y el 2020, una gran mayoría de estas pueden ser consideradas como anecdóticas ya que su registro no superó el 1% de los lances totales (151 especies). Las diferencias obtenidas en la composición de especies sugieren variaciones geográficas en la distribución de las principales especies y su fauna acompañante. La mayor diversidad, riqueza de especies y similitud en la composición de especies se registraron en las áreas de pesca ubicadas al sur del Manta (zonas 1 y 2) en las cuales se concentran 27 de las 29 especies más recurrentes de toda la pesquería. En esta zona se observó la mayor presencia de especies tanto pelágicas (*Scomber japonicus*, *Auxis spp.* y *Opisthonema*

spp) como bentopelágicas (*Fistularia corneta* y *Peprilus medius*). La zona ubicada al norte de Manabí (zona 3) presentó bajos valores de abundancia y diversidad, y una mayor presencia de las especies pelágicas *Auxis spp.*, *Ophistonema spp.* y *Decapterus macrosoma*. Estas diferencias espaciales pueden estar estrechamente relacionadas con las dos Ecoregiones ambientales frente a las costas ecuatorianas (Spalding et al., 2007). La Ecoregión norte que comprende desde Manta (Manabí) al norte (Panamá bight) se caracteriza por bajos niveles de salinidad debido a sus altos niveles de lluvia (Cortés, 2020) y mayor temperatura superficial, lo cual podría determinar los menores niveles de productividad biológica y diversidad de especies. Más al sur destaca la zona denominada ecoregión de Guayaquil en la cual predominan temperaturas superficiales más bajas y mayores niveles de salinidad, y cuya mayor productividad y biodiversidad de especies estaría muy relacionadas con las descargas del río Guayas (UN, 2017). Por su parte, los análisis basados en las clases de embarcaciones mostraron que las clases de buques de tamaño intermedio (II y III) constituyen un grupo particular con los mayores índices de abundancia (capturas), riqueza y similitud en la composición de especies, en tanto la clase de buques de Clase I y de menor tamaño (menor a 35 TRN) presentó la mayor diversidad entre las clases analizadas, explicado por su mayor incidencia sobre la fauna bentopelágica.

Por otro lado, diversos métodos de Análisis de Riesgos Ecológicos (ERA) han sido aplicados cuando la mortalidad por pesca es desconocida, pero no obstante se dispone de algún conocimiento tanto de la distribución del esfuerzo de pesca como de los atributos biológicos de las especies. (e.g. Milton, 2001; Stobutzki et al., 2002; Zhou and Griffiths, 2008; Arrizabalaga et al., 2011; Tuck, 2011; Zhou et al., 2012). Entre estos métodos destacan el Análisis de Productividad-Susceptibilidad (PSA) empleado en esta investigación y de amplio y generalizado uso. Como extensión a este análisis se encuentra el Evaluación de la Sustentabilidad de los Efectos de la Pesca (SAFE) (Zhou et al., 2008), análisis cuantitativo en el cual se amplía el concepto de PSA y se deriva una aproximación de la mortalidad por pesca basada en la susceptibilidad de las especies en relación con la productividad. Ambas aproximaciones brindan resultados similares pero el análisis PSA genera en términos comparativos, resultados más precautorios que el SAFE. En efecto, Georgeson et al. (2020) encontraron que varias especies analizadas presentaron alta vulnerabilidad en ambos enfoques, pero el PSA arrojó valores más precautorios. Georgeson et al. (op. cit.) señala de posibles errores de clasificación en los análisis de vulnerabilidad relativa de PSA, destacando el valor de aplicar herramientas más cuantitativas, como SAFE, cuando se dispone de datos adecuados. En particular menciona de la necesidad de mejores estadísticas de captura, esfuerzo e

información biológica para informar la evaluación y el manejo de las especies analizadas y potencialmente amenazadas.

En nuestros análisis de susceptibilidad, los resultados indicaron que los más altos puntajes se explican por dos factores relevantes: las áreas donde opera la flota y el alto de calado las redes. Al respecto, Jurado et al. (2018) y Ponce et al. (2020) indican que diversas zonas de pescas en la que opera la flota se encuentran localizadas en zonas someras de poca profundidad y donde el alto de las redes ocupa gran parte de la columna de agua, y por ende son capaces de capturar especies tanto de hábitos pelágicos como bentopelágicos. Más precisamente en los buques de clase I y debido a su alta relación entre altura de calado de la red vs profundidad de operación, la actividad pesquera podría estar interactuando con el fondo y con ello especies que habitan en la proximidad del sustrato arenoso/fangoso. Tal es el caso de especies bentopelágicas, cuyo menor puntaje promedio en productividad se explica por su menor tasa de crecimiento, menor fecundidad y mayor longevidad, lo cual determina que su tasa de renovación poblacional sea considerablemente menor. Distinto es el caso de especies pelágicas, cuyo gran puntaje de productividad se explica por su mayor resiliencia dada las características relacionadas con la corta edad y longitud máxima, rápido crecimiento y alta fecundidad individual, lo cual se traduce en ciclos de vida de rápida renovación

Como resultado de lo anterior, la baja vulnerabilidad de los pequeños pelágicos del Ecuador coinciden con los resultados de Yonvitner et al., (2015), quienes igualmente determinan bajos niveles de vulnerabilidad pero diferencias del valor de los índices entre especies. La vulnerabilidad de las especies al depender de dos atributos independientes, puede generar diferencias incluso para la misma especie en ecosistemas diferentes. Tal es el caso de la especie Hojita cuya vulnerabilidad media difiere de lo reportado en la pesquería de pelágicos pequeños del Golfo de Panamá, en donde su bajo nivel de vulnerabilidad se explica porque las capturas de esta especie son marginales y ocasionales (CeDePesca, 2021), generando con ello un bajo valor en el eje de la susceptibilidad. Esta especie en el Ecuador representa el 2% de la captura total de pelágicos pequeños pero está sujeta a un relativo mayor nivel de esfuerzo pesquero. De manera similar, la alta vulnerabilidad de Bonito (*Sarda orientalis*) se debe a sus bajos indicadores de productividad y alto índice de susceptibilidad (2,6). Es una especie de interés para la pesca y su distribución principalmente costera (<https://www.fishbase.se/summary/Sarda-orientalis.html>) junto a sus migraciones estacionales incrementa la superposición en la pesquería, estimándose que más del 50% del stock se encontraría en el rango de profundidad en las cuales opera la flota. Esta alta vulnerabilidad no resulta extraño si se considera que una especie del mismo género (*Sarda sarda*) evaluada en

las costas de Marruecos mostró que los niveles de mortalidad por pesca excedían en más del doble su mortalidad natural (Baibbat, et al., 2017).

Si bien el análisis PSA determinó que las principales especies bentopelágicas analizadas se encuentran en el rango de vulnerabilidad intermedia, esto no permite concluir sobre el nivel de mortalidad por pesca como tampoco del estado de su población. Al respecto, el análisis de Razón de Potencial Reproductivo (LBPA-SPR) entregó resultados cuantitativos respecto del estado de poblaciones bentopelágicas expuestas a la pesca. En términos generales los resultados muestran índices SPR por debajo de lo recomendable y elevados niveles de mortalidad por pesca, razón por la cual se concluye que esta pesquería ha afectado la comunidad bentopelágica. Entre las especies más afectadas se encuentra la Gallineta (*Prionotus spp.*) (SPR=0,13) y cuyo resultado es consistente con las mayores capturas relativas (28%) del grupo que compone este grupo de especies. Igualmente afectadas destaca la especie Barriga Juma (*Larimus spp*) la que junto a Gallineta, Corbata (*Trichiurus lepturus*) y Chazo (*Peprilus medius*) constituyen las más vulnerables según el análisis PSA. Se estima que estas especies estarían sujetas a una presión de pesca incidental que causaría daño acumulativo a través del tiempo, principalmente provocadas por embarcaciones de clase I. La relación de la capturas acumulada y el índice SPR sugiere que varias especies bentopelágicas (Corbata, Trompeta, Chazo, Barriga y Gallineta) presentarían tamaños poblacionales similares, y que niveles de capturas mayores a 10 mil toneladas anuales habrían generado en estas niveles de reducción poblacional inadecuados muy por debajo de una condición ideal. El tiempo de recuperación de estas especies podría tomar al menos la mitad de su tiempo generacional estimado en más de 10 años.

Los resultados en este trabajo podrían ser orientadores para la toma de decisiones por parte de administradores, en cuanto al dirigir medidas más efectivas de control de las especies objetivo y de mitigación de los efectos de hábitats vulnerables. Lo anterior apunta a mejorar el manejo del ensamble de especies que componen esta pesquería (Patrick et al., 2009; Patrick et al., 2010; Field et al., 2008). Los análisis ratifican que existen especies vulnerables y que son afectadas negativamente por el arte de pesca de cerco, y en gran parte explicada por la interacción buque-zona como forzantes en la presión de pesca hacia determinado tipo de recurso. En efecto, y si bien la vulnerabilidad de las especies bentopelágicas corbata (*Trichiurus lepturus*), gallineta (*Prionotus spp*), hojita (*Chloroscombrus orqueta*) y carita (*Selene spp*) se considera de valores promedios, son especies que presentan un ciclo biológico más delicado que merece ser atendido.

La reducción del bycatch en pesquerías de cerco de pelágicos pequeños es un desafío y pocos son los estudios relacionados con la mortalidad incidental en especies demersales o

bentopelágicas. Al respecto, la normativa vigente (Acuerdo Ministerial 056A, 2020), establece en su Artículo 11 la prohibición del uso de la “doble relinga inferior, faldón o anti fango”, precisamente con el fin de evitar la operación en zonas de baja profundidad. Del mismo, el Plan de Manejo de la Pesquería de peces pelágicos pequeños del Ecuador (SRP-VAP-MPCEIP, 2021) y en particular el ACUERDO Nro. MPCEIP-SRP-2021-0073-A establece en su Artículo 4, el acuerdo de reducir la captura de especies de fauna acompañante y la interacción de la pesquería con el fondo marino al 2025. Al respecto, los resultados obtenidos en este estudio demuestran la necesidad de avanzar en protocolos que garanticen el cumplimiento y seguimiento de las medidas dispuestas, e implementar mecanismos de seguimiento y control del esfuerzo de pesca principalmente en las clases de buques de menor tamaño (e.j. clase I). En este sentido se recomienda por ejemplo; establecer un sistema de aviso y alejamiento de zonas de pesca cuando en los lances de pesca se registren proporciones relevantes de estas especies; realizar ajustes en la altura de calado de las redes de pesca si fuera necesario; modificar la selectividad en partes del cuerpo de la red (e.g. Goncalvez, et al, 2008) que faciliten el escape de las especies más grandes a menudo bentopelágicas o demersales y realizar estudios con el fin de modificar la selectividad en partes del cuerpo de la red que faciliten el escape de las especies más grandes, entre otros.

## 6. Bibliografía

- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca (MPCEIP). 2021. Acuerdo Nro. MPCEIP-SRP-2020-0056-A.
- Arrizabalaga, H., de Bruyn, P., Diaz, G. A., Murua, H., Chavance, P., de Molina, A. D., Gaertner, D. et al. 2011. Productivity and susceptibility analysis for species caught in Atlantic tuna fisheries. *Aquatic Living Resources*, 24: 1–12.
- Canales, C. M., & Jurado, V. (2021). Evaluación del Stock de Recursos Pelágicos Pequeños del Ecuador. *Boletín Científico Técnico - Instituto Nacional de Pesca*, 132.
- CeDePesca. (2021). La pesquería de pequeños pelágicos de Panamá, evaluación poblacional y recomendaciones para un Plan de Manejo.
- Canales, C. M., A. Punt, M. Mardones, 2021. Can a length-based pseudo-cohort analysis (LBPA) using multiple catch length-frequencies provide insight into population status in data-poor situations?. *Fisheries Research* 234 (2021) 105810. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105810>.
- Castro, R. y A. Muñoz, 2006. Obtención de las características y dimensiones de embarcaciones y artes de pesca de la flota cerquera-costera. Guayaquil: Informe Interno Instituto Nacional de Pesca.
- Cortes, N. 2020. Caracterización de la Clorofila-a satelital en el Panamá Bight (Pacífico Este Tropical): variabilidad espaciotemporal y forzantes ambientales. Tesis Magister en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50774/Tesis%20NCC\\_para%20biblioteca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50774/Tesis%20NCC_para%20biblioteca.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Field, J. C., J. Cope, and M. Key, In press. A descriptive example of applying vulnerability evaluation criteria to California nearshore species. Proceedings from the data-poor fisheries workshop; Berkeley, CA, Dec. 2008. Southwest Fisheries Science Center, Santa Cruz, CA.
- Furlong-Estrada, E., Galván-Magaña, F., & Tovar-Ávila, J. (2017). Use of the productivity and susceptibility analysis and a rapid management-risk assessment to evaluate the vulnerability of sharks caught off the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Fisheries Research*, 194(June), 197–208. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.06.008>
- Giordani, P., Ferraro, M.B., Martella, F. 2020. An Introduction to Clustering with R. Springer eds.
- Gonçalves, J.M.S., L. Bentes, P. Monteiro, R. Coelho, M. Corado and K. Erzini. 2008. Reducing discards in a demersal purse-seine fishery. *Aquat. Living Resour.* 21, 135–144 (2008).
- Jurado, V. 2021. Adaptación de la especie pinchagua (*Opisthonema spp*) en respuesta a las variaciones de las condiciones oceanográficas, frente a la costa ecuatoriana durante 1995

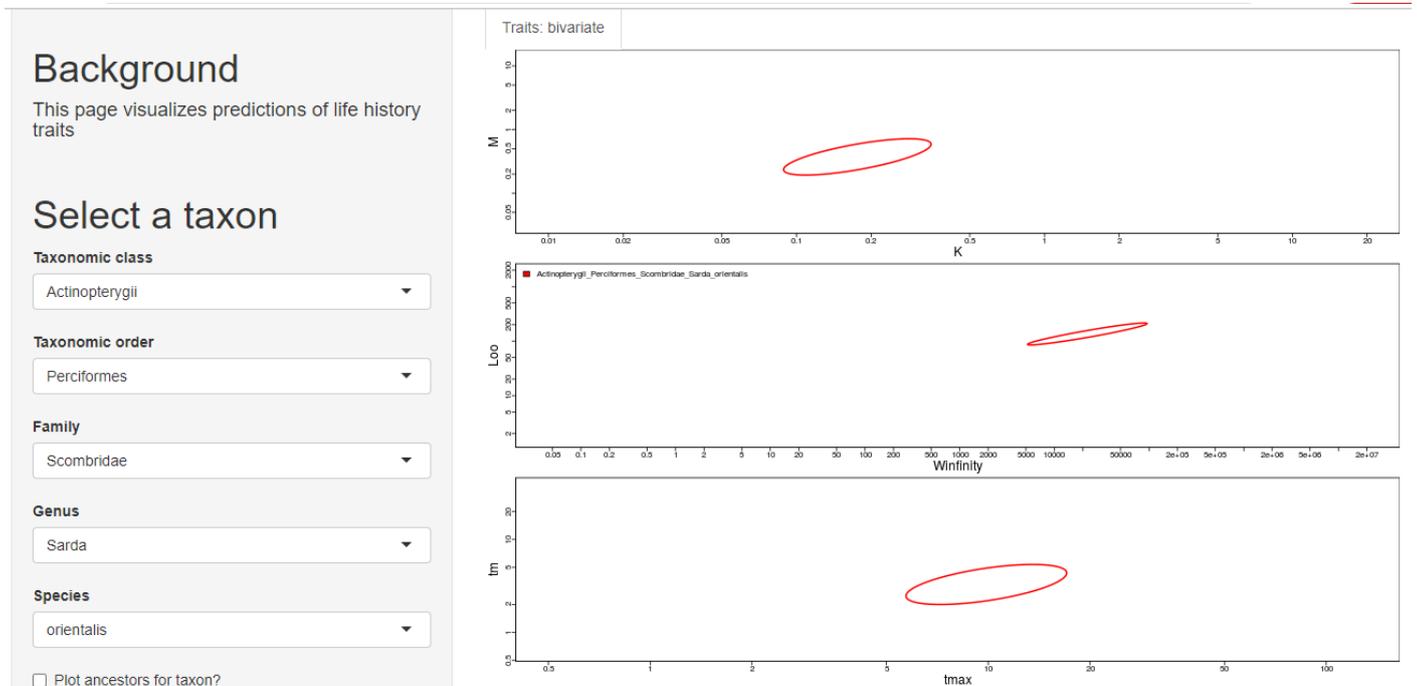
- 2019. Tesis Maestría en Cambio Climático. Escuela Superior Politécnica del Litoral - ESPOL, Ecuador. 125 p.
- Jurado, V., & Peralta, M. (2014). Informe jurel ecuador 2014 (p. 20). Instituto Nacional de Pesca.
- Jurado, V., González, N., & Aguilar, F. (2018). Seguimiento a la pesquería de peces pelágicos pequeños, durante 2017.
- Marçalo A., Breen M., Tenningen M., Onandia I., Arregi L., Gonçalves J.M.S. (2019) Mitigating Slipping-Related Mortality from Purse Seine Fisheries for Small Pelagic Fish: Case Studies from European Atlantic Waters. In: Uhlmann S., Ulrich C., Kennelly S. (eds) *The European Landing Obligation*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8_15)
- Milton, D. A. 2001. Assessing the susceptibility to fishing of populations of rare trawl bycatch: sea snakes caught by Australia's
- Muñoz, A. y Sandoval, G. 2015, Análisis de la caracterización de la flota y redes de cerco de jareta que capturan peces pelágicos pequeños durante marzo 2015. Informe Interno. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. pp 25
- Murtagh, F., Legendre, P. 2014. Ward's Hierarchical Agglomerative Clustering Method: Which Algorithms Implement Ward's Criterion?. *Journal of Classification*. 31: 274-295.
- Northern Prawn Fishery. *Biological Conservation*, 101: 281–290.
- Okonsky, S.L. y Martini, L.W. 1987: Materiales dictados para la capacitación técnica. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires-Argentina, pp 120.
- Patrick, W. S., Spencer, P., Link, J., Cope, J., Field, J., Kobayashi, D., Lawson, P., Gedamke, T., Cortés, E., Ormseth, O., Bigelow, K., & Overholtz, W. (2010). Using productivity and susceptibility indices to assess the vulnerability of United States fish stocks to overfishing. *Fishery Bulletin*, 108(3), 305–322.
- Patrick, W., Spencer, P., Ormseth, O., Cope, J., Field, J., Kobayashi, D., Gedamke, T., Cortés, E., Bigelow, K., Overholtz, W., Link, J., & Lawson, P. (2009). Use of productivity and susceptibility indices to determine the vulnerability of a stock: with example applications to six US fisheries. *NOAA Tech. Memo.*, October, 90. <https://doi.org/NMFS-F/SPO-101>
- Ponce, G., G. Ayora y V. Jurado, 2020. Análisis de la interacción de la pesquería de red de cerco con jareta de peces pelágicos pequeños y el hábitat físico, durante 2020. Informe. Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca, Ecuador – Small Pelagic Sustainability. 23 p.
- Prado, J. (FAO) Dremiere, P.Y (Fremer) 1988: Guía de bolsillo del pescador. Ediciones Omega, S.A. Barcelona-España.
- Romero, A, G. Ponce, N. González y V. Jurado. 2021. Estimación hidroacústica de los principales Peces Pelágicos pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial durante enero de

2021. Informe técnico Crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria con barcos pesqueros comerciales IPIAP 2021-01-01-PV, 126: 11-30 pp.
- Spalding, M. D., H. E. Fox, G. R. Allen, N. Davidson, Z. A. Ferdana, M. Finlayson, B. S. Halpern, M. A. Jorge, A. L. Lombana, S. A. Lourie, and others. 2007. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience* 57:573–583.
- SRP-VAP-MPCEIP (2021). Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) - Viceministerio de Acuicultura y Pesca (VAP)- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca (MPCEIP). 2021. Plan de Acción Nacional y Manejo de la Pesquería de Peces Pelágicos Pequeños del Ecuador /SRP-VAP-MPCEIP. Manta-Manabí-Ecuador. 54 pp.
- Stobutzki, I. C., Miller, M. J., Heales, D. S., and Brewer, D. T. 2002. Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. *Fishery Bulletin*, 100: 800–821.
- Tadjuddah, M., Abdullah, Kamri, S., & Wianti, N. I. (2020). The susceptibility level and sustainability potential of groupers; *Plectropomus* sp. in a marine national park. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 6(1), 119–132. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2020.01.10>
- Tuck, G. N. 2011. Are bycatch rates sufficient as the principal fishery performance measure and method of assessment for seabirds? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21: 412–422.
- UN environment (2017). Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs). Golfo de Guayaquil. Convention on Biological Diversity. (<https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204049>).
- Yonvitner, Khatami, A. M., & Setyobudiandi, I. (2015). Using Productivity and Susceptibility Analysis to Evaluate of Small Pelagic Fish Vulnerability in Sunda Strait , Indonesia.
- Zhou, S., and Griffiths, S. P. 2008. Sustainability assessment for fishing effects (SAFE): a new quantitative ecological risk assessment method and its application to elasmobranch bycatch in an Australian trawl fishery. *Fisheries Research*, 91: 56–68.
- Zhou, S., Fuller, M., and Daley, R. 2012. Sustainability assessment of fish species potentially impacted in the Southern and Eastern Scalefish and Shark Fishery: 2007-2010. Report by the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation for the Australian Fisheries Management Authority, Canberra.

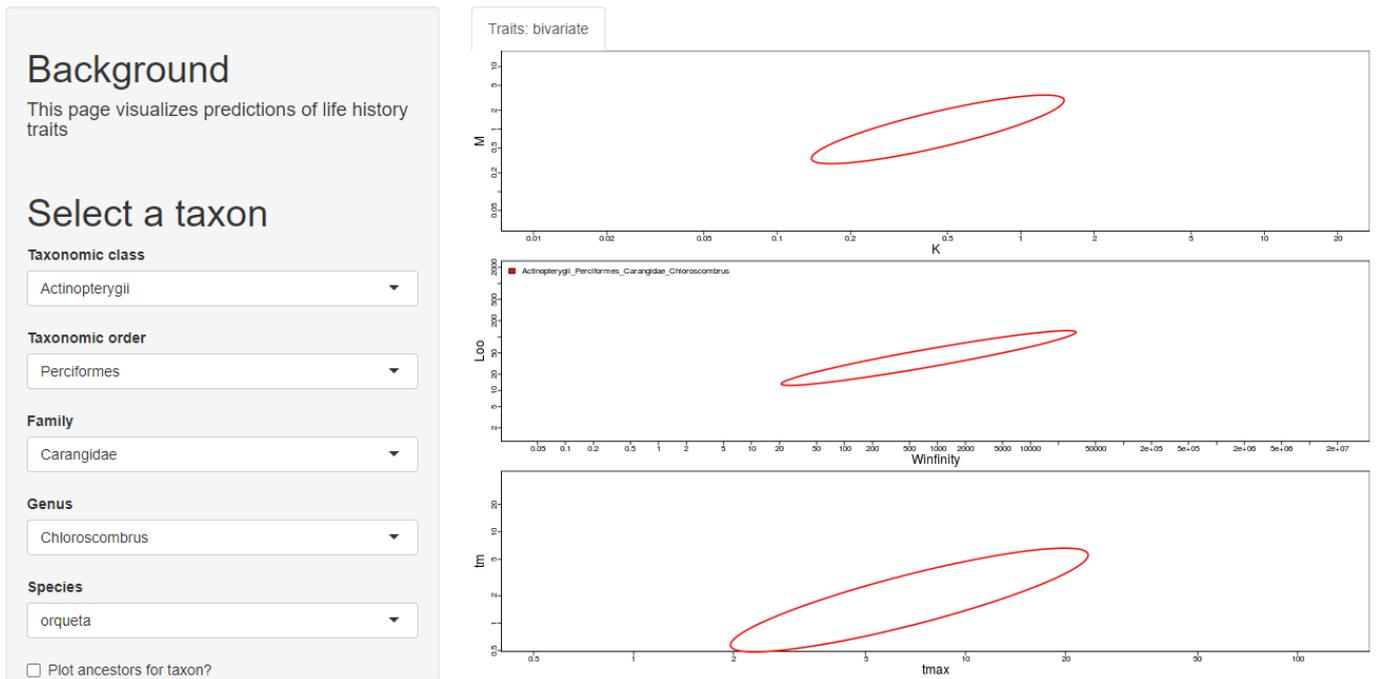
## Anexos

**Anexo 1.** Parámetros de historia de vida para el cálculo de productividad en las distintas especies analizadas

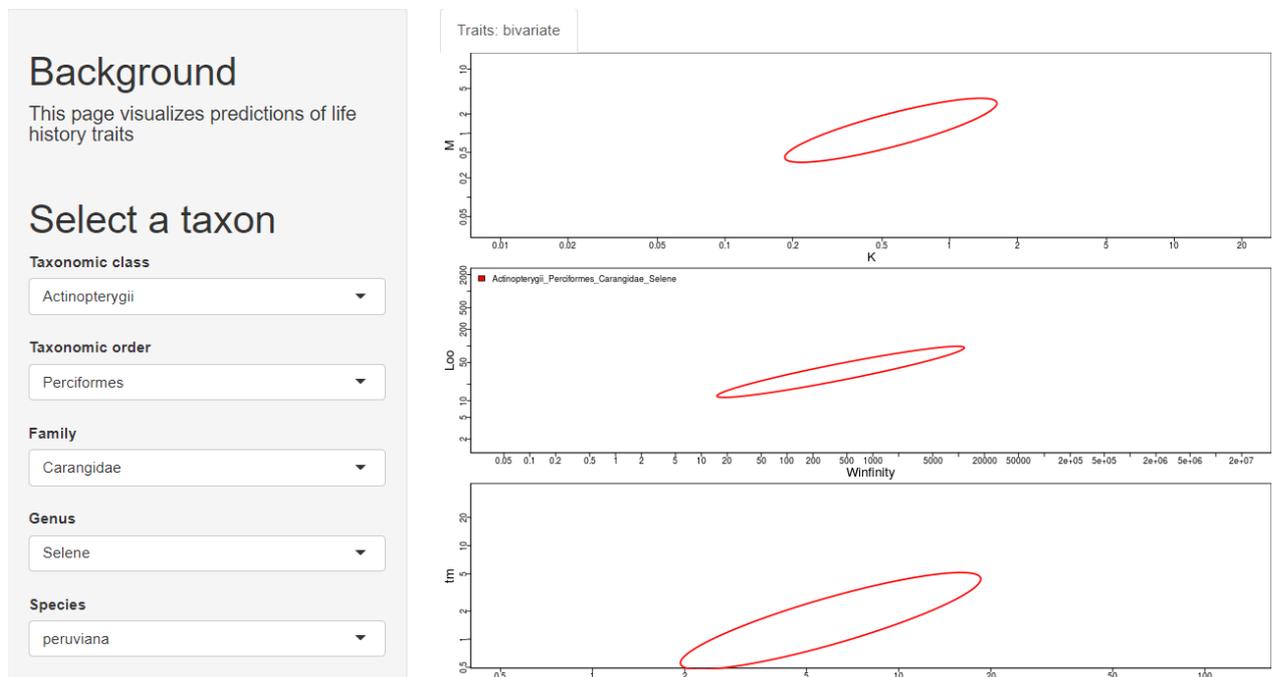
*Sarda orientalis*



## *Chloroscombrus orqueta*



## *Selene peruviana*



## género *Prionotus*

## Background

This page visualizes predictions of life history traits

## Select a taxon

### Taxonomic class

Actinopterygii

### Taxonomic order

Scorpaeniformes

### Family

Triglididae

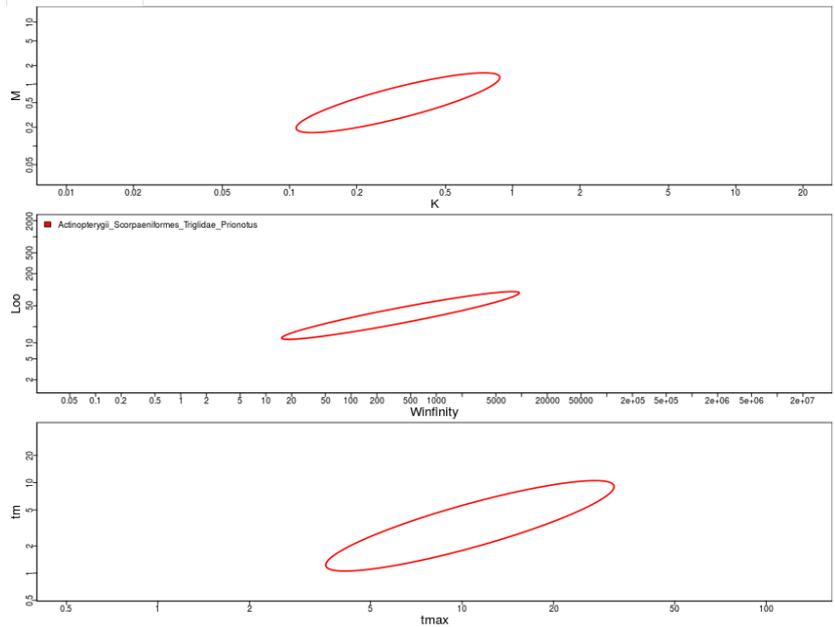
### Genus

Prionotus

### Species

alatus

Plot ancestors for taxon?



## género *Peprilus*

## Background

This page visualizes predictions of life history traits

## Select a taxon

### Taxonomic class

Actinopterygii

### Taxonomic order

Perciformes

### Family

Stromateidae

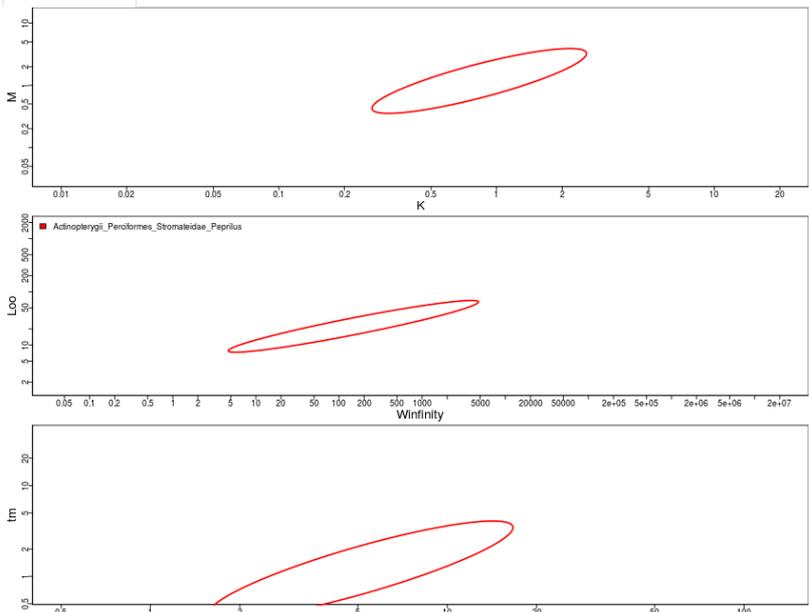
### Genus

Peprilus

### Species

medius

Traits: bivariate



## género *Larimus*

# Background

This page visualizes predictions of life history traits

## Select a taxon

### Taxonomic class

Actinopterygii

### Taxonomic order

Perciformes

### Family

Sciaenidae

### Genus

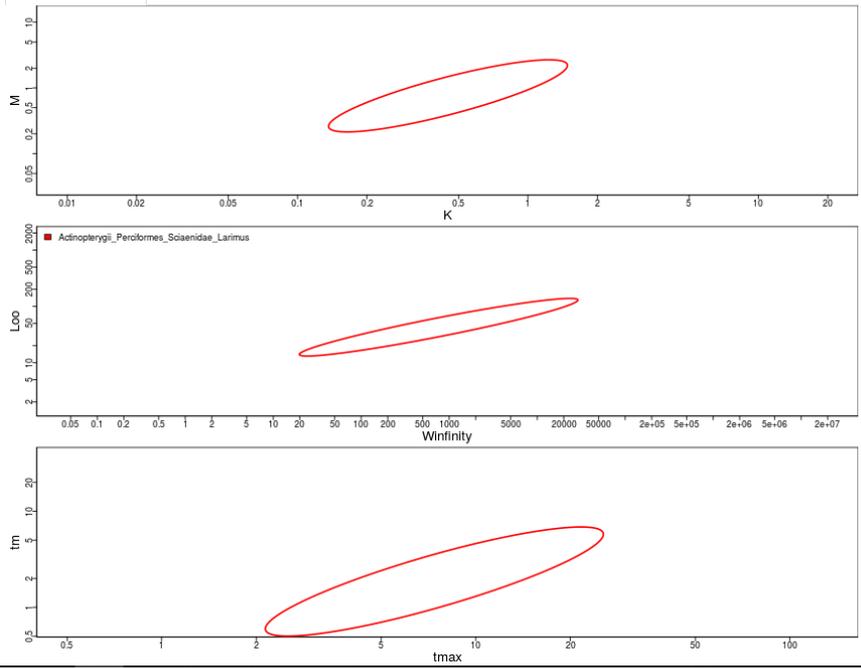
Larimus

### Species

pacificus

Plot ancestors for taxon?

Traits: bivariate



**Anexo B.**

**Tabla B1.** Atributos de Productividad para cada una de las especies pelágicas y bentopelágicas de la pesquería de pelágicos pequeños

Especies	Criterio	Atributo de Productividad							
		Edad máxima (año)	Longitud máxima (cm)	Coefficiente de crecimiento de von Bertalanfy (k)	Estimado de la mortalidad natural (M)	Fecundidad (# huevos)	Patrones de reclutamiento	Edad de madurez (año)	Nivel trófico medio
Macarela	Valor	8	39	0.23	0.5	100 000 – 400 000	Moderados entre 10-75%	4	3.4
	Score	3	3	2	3	3	2	2	2
	calidad	1	1	1	1	4	1	1	4
Botella	Valor	7	38	0.3	0.6	> 200 000	Moderados entre 10-75%	3.5	4.3
	Score	3	3	3	3	3	2	2	1
	calidad	1	1	1	1	4	1	1	4
Chuhueco	Valor	5	22.1	0.43	0.8	-	Moderados entre 10-75%	2.5	2.5
	Score	3	3	3	3	-	2	2	2
	calidad	1	1	1	1		1	1	4
Picudillo	Valor	7	36.8	0.25	0.5	>43 000	Moderados entre 10-75%	4.5	3.4
	Score	3	3	3	3	2	2	1	2
	calidad	1	1	1	1	4	1	1	4
Pinchagua	Valor	6	31.7	0.26	0.5	57 000	Moderados entre 10-75%	3	2.9
	Score	3	3	3	3	2	2	2	2
	calidad	1	1	1	1	4	1	1	4

							Moderados entre 10-75%		
Sardina	Valor	6	29.4	0.3	0.6	-		3	3.5
	Score	3	3	3	3			2	2
	calidad	1	1	1	1			1	4
Corbata	Valor	15	105	0.1	0.2	21 672		7	4.4
	Score	2	2	1	2	2		1	1
	calidad	1	1	1	1	2		1	4
Trompeta	Valor	7	130	0.43	0.85	-		3.5	4.5
	Score	3	2	3	3			2	1
	calidad	1	1	1	1			1	4
Barriga Juma	Valor	8	32	0.18	0.37			4	4.5
	Score	3	3	2	2			2	1
	calidad	4	4	3	3			3	4
Gallineta	Valor	10	35	0.1	0.2			5	3.5
	Score	3	3	1	2			1	2
	calidad	4	3	3	3			3	4
Hojita	Valor	8	30	0.18	0.37			2	2.5
	Score	3	3	2	2			2	2
	calidad	4	3	3	3			3	4
Bonito	Valor	10	63	0.14	0.29			4	4.2
	Score		2	1	2			2	1
	calidad	4	2	2	2			3	4
Carita	Valor	6	42	0.24	0.49			4	4.3
	Score	3	3	2	3			2	1
	calidad	4	3	3	3			3	4

Chazo	Valor	6	25	0.2	0.49	3	4.2
	Score	3	3	2	3	2	1
	calidad	4	3	3	3	3	4

**Tabla B2.** Atributos de Susceptibilidad para cada una de las especies pelágicas y bentopelágicas de la pesquería de pelágicos pequeños correspondiente al total de la flota

Especies	Criterio	Superposición de áreas	Concentración geográfica	Migraciones estacionales	Superposición vertical	Agregación y otras respuestas conductuales	Morfología que afecta la captura	Recurso altamente remunerado por su captura	Rango de mortalidad de pesca (F) en razón de M	Biomasa Desovante (B/Bo)
Macarela	Valor	> 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales disminuyen la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	0.54	0.31
	Score calidad	3 1	2 1	1 2	3 1	1 2	3 2	3 2	2 1	2 1
Botella	Valor	> 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales disminuyen la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	1.18	0.38
	Score calidad	3 1	2 1	1 2	3 1	1 2	3 2	3 2	3 1	2 1

Chuhueco	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock no es muy valorado o deseado por la pesquería	0.075	0.55
	Score	2	2	2	3	2	3	1	1	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Picudillo	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	La población se distribuye en <25% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.98	0.09
	Score	2	1	3	3	1	3	2	2	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Pinchagua	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.12	0.44
	Score	2	2	2	3	2	3	2	1	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Sardina	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	La población se distribuye en <25% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.21	0.23
	Score	2	1	3	2	1	3	2	1	3
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1

Corbata	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	La población se distribuye en <25% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.045	0.54
	Score	2	1	3	3	2	3	2	1	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Trompeta	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.08	0.53
	Score	2	2	3	2	2	3	2	1	1
	calidad	1	1	2		2	2	2	1	1
Barriga Juma	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería		
	Score	2	2	2	3	2	3	2		
	calidad	1	1	2	1	2	2	2		
Gallineta	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	2.86	
	Score	2	2	2	3	2	3	2	3	
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	3	

Hojita	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	1.18
	Score calidad	2 1	2 1	2 2	3 1	2.5 2	3 2	2 2	3 3
Bonito	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	1.04
	Score calidad	2 1	2 1	3 2	3 1	2.5 2	3 2	3 2	3 3
Carita	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	1.38
	Score calidad	2 1	2 1	2 2	2 1	2 2	3 2	3 2	3 3
Chazo	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	
	Score calidad	2 1	2 1	3 2	3 1	2.5 2	3 2	3 2	

**Tabla B3.** Atributos de Susceptibilidad para cada una de las especies pelágicas y bentopelágicas de la pesquería de pelágicos pequeños correspondiente para embarcaciones clase I

Especies	Criterio	Superposición de áreas	Concentración geográfica	Migraciones estacionales	Superposición vertical	Agregación y otras respuestas conductuales	Morfología que afecta la captura	Recurso altamente remunerado por su captura	Rango de mortalidad de pesca (F) en razón de M	Biomasa Desovante (B/Bo)
Macarela	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en > 50% de su rango total	Las migraciones estacionales disminuyen la superposición en la pesquería	<25% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	0.54	0.31
	Score	1	3	1	1	1	3	3	2	2
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Botella	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en > 50% de su rango total	Las migraciones estacionales disminuyen la superposición en la pesquería	<25% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	1.18	0.38
	Score	1	3	1	1	1	3	3	3	2
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Chuhueco	Valor	> 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en > 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Las respuestas conductuales incrementan la capturabilidad al arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock no es muy valorado o deseado por la pesquería	0.075	0.55
	Score	3	3	2	2	3	3	1	1	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1

Picudillo	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.98	0.09
	Score calidad	1 1	2 1	2 2	2 1	1 2	3 2	2 2	2 1	1 1
Pinchagua	Valor	> 50% de la población se captura en el zona de pesca	El stock se distribuye en > 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Las respuestas conductuales incrementan la capturabilidad al arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.12	0.44
	Score calidad	3 1	3 1	2 2	2 1	3 2	3 2	2 2	1 1	1 1
Sardina	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.21	0.23
	Score calidad	1 1	2 1	3 2	2 1	2.5 2	3 2	2 2	1 1	3 1
Corbata	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.045	0.54
	Score calidad	1 2	2 2	3 2	2 1	2 2	3 2	2 2	1 1	1 1

Trompeta	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.08	0.53
	Score	2	2	3	3	2	3	2	1	1
	calidad	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Barriga Juma	Valor	> 50% de la población se captura en el zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería		
	Score	3	2	2	2	2	3	2		
	calidad	2	2	2	1	2	2	2		
Gallineta	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	2.86	
	Score	2	2	2	2	2	3	2	3	
	calidad	1	2	2	1	2	2	2	3	
Hojita	Valor	> 50% de la población se captura en el zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	1.18	
	Score	3	2	2	3	2.5	3	2	3	
	calidad	1	2	2	1	2	2	2	3	

Bonito	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	La población se distribuye en <25% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	1.04
	Score	1	1	3	2	2.5	3	3	3
	calidad	2	2	2	1	2	2	2	3
Carita	Valor	> 50% de la población se captura en el zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	1.38
	Score	3	2	2	3	2	3	3	3
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	3
Chazo	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en >50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	
	Score	2	3	3	3	2.5	3	3	
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	

**Tabla B4.** Atributos de Susceptibilidad para cada una de las especies pelágicas y bentopelágicas de la pesquería de pelágicos pequeños correspondiente para embarcaciones clase II, III y IV

Especies	Criterio	Superposición de áreas	Concentración geográfica	Migraciones estacionales	Superposición vertical	Agregación y otras respuestas conductuales	Morfología que afecta la captura	Recurso altamente remunerado por su captura	Rango de mortalidad de pesca (F) en razón de M	Biomasa Desovante (B/Bo)
Macarela	Valor	> 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales disminuyen la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	0.54	0.31
	Score	3	2	1	3	1	3	3	2	2
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Botella	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales disminuyen la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	1.18	0.38
	Score	2	2	1	3	1	3	3	3	2
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Chuhueco	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock no es muy valorado o deseado por la pesquería	0.075	0.55
	Score	2	2	2	2	2	3	1	1	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1

Picudillo	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.98	0.09
	Score	2	2	3	3	1	3	2	2	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Pinchagua	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.12	0.44
	Score	1	2	2	2	2	3	2	1	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Sardina	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.21	0.23
	Score	2	2	3	3	2.5	3	2	1	3
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Corbata	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.045	0.54
	Score	2	2	3	3	2	3	2	1	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1

Trompeta	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	0.08	0.53
	Score	2	2	3	3	2	3	2	1	1
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Barriga Juma	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería		
	Score	1	2	2	2	2	3	2		
	calidad	1	1	2	1	2	2	2		
Gallineta	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	>50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	2.86	
	Score	2	2	2	3	2	3	2	3	
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	3	
Hojita	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock está moderadamente valorado o deseado por la pesquería	1.18	
	Score	1	2	2	2	2.5	3	2	3	
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	3	

Bonito	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	> 50% de la población se captura en la zona de pesca	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	1.04
	Score	1	2	3	3	2.5	3	3	3
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	3
Carita	Valor	<25% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales no afectan sustancialmente la superposición con la pesquería	Entre 25% y 50% del stock presente en las profundidades pescadas	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	1.38
	Score	1	2	2	2	2	3	3	3
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	3
Chazo	Valor	Entre el 25% y el 50% de la población se captura en la zona de pesca	El stock se distribuye en un 25% a 50% de su rango total	Las migraciones estacionales incrementan la superposición en la pesquería	> 50% de la población se captura en la zona de pesca	Respuestas conductuales no disminuyen la capturabilidad del arte	La especie muestra una alta capturabilidad para el arte de pesca	El stock es muy valorado o deseado	
	Score	2	2	3	3	2.5	3	3	
	calidad	1	1	2	1	2	2	2	