

# Evaluación de la Vulnerabilidad Climática (EVC) de especies pesqueras del ecosistema marino tropical peruano

Publicado por:

Proyecto: “Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en el Ecosistema Marino Costero del Perú y sus Pesquerías”

Cita:

Ramos JE (2020) Evaluación de la Vulnerabilidad Climática (EVC) de especies pesqueras del ecosistema marino tropical peruano. PROFONANPE-FONDO DE ADAPTACIÓN-IMARPE-PRODUCE. Lima, 214 pp



## Declaración de contribución

### Investigador principal:

Jorge E. Ramos, PhD.  
Adjunct researcher  
Institute for Marine and Antarctic Studies  
University of Tasmania  
Private Bag 49  
Hobart, TAS 7001

Fisheries Stock Assessment Scientist  
Falkland Islands Fisheries Department  
Bypass Rd, Stanley, Falkland Islands  
FIQQ 1ZZ

Jorge E. Ramos dirigió el Proyecto, impartió los talleres en Lima y Paita, Perú; coordinó y contribuyó en la elaboración de los perfiles de las especies pesqueras, realizó el análisis de datos, elaboró los gráficos y tablas, y escribió el informe.

La información incluida en este documento no está garantizada contra la presencia de errores u omisiones. Las opiniones expresadas por el autor no representan necesariamente las opiniones de las instituciones involucradas.

## Indice

Executive summary .....	1
Resumen ejecutivo.....	3
Agradecimientos .....	5
Introducción.....	6
Objetivos .....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos particulares.....	9
Métodos.....	10
Evaluación de Vulnerabilidad Climática.....	10
Perfiles de las especies .....	11
Exposición .....	12
Sensibilidad .....	14
Juicio experto .....	16
Ponderación de puntajes .....	16
Regla lógica .....	17
Vulnerabilidad.....	17
Calidad de los datos .....	18
Resultados.....	19
Exposición .....	19
<i>Factores de exposición climática</i> .....	19
<i>Exposición a nivel de grupo</i> .....	20
<i>Exposición a nivel de especie</i> .....	21
Sensibilidad .....	22
<i>Atributos de sensibilidad</i> .....	23
<i>Sensibilidad a nivel de grupo</i> .....	24
<i>Sensibilidad a nivel de especie</i> .....	26
Vulnerabilidad.....	27
Discusión .....	29
Conclusiones .....	36
Prioridades de investigación .....	37
Referencias.....	38
Anexo I. Perfiles de las especies.....	50
Anexo II. Talleres.....	204
Anexo III. Exposición: Matriz de calidad de datos.....	211
Anexo IV. Sensibilidad: Matriz de calidad de datos.....	213

## Executive summary

The tropical marine ecosystem of Peru, located between 3°S and 6°S, is part of one of the main upwelling areas of the Humboldt Current System. This ecosystem comprises a considerable diversity and abundance of marine resources, and supports an important part of the national fishing production. Peru's fish production is the second most important worldwide. Fishing activity represents a significant source of employment in the country; in 2014, marine and inland fisheries generated nearly 99,000 jobs, and in 2017 alone the value of fishery exports reached USD\$2,736,000,000. Peru has been identified to have a 'moderate-high' dependence on fishing and its products. Recent studies suggest that climate change will cause a decrease in fish production in the coming decades, and thus Peru has been classified as the tenth most vulnerable economy to climate change. However, our knowledge about the level of vulnerability of Peruvian fishery resources is limited. Therefore, in this study a qualitative Climate Vulnerability Assessment (CVA) was performed, through expert elicitation, to estimate the level of vulnerability of 35 fishery species in the Peruvian tropical marine ecosystem to climate change. Vulnerability is the degree to which a species is susceptible to injury or damage, and this is estimated from the exposure and sensitivity of the species. Exposure is defined as the climatic stimulus that has an impact on the species, while sensitivity is defined as the degree to which the species is affected or responds to climatic stimuli. To estimate the relative vulnerability of 7 benthic, 16 demersal, and 12 pelagic species, a total of 10 exposure factors and 13 sensitivity attributes (i.e., biological and population-level traits) were considered in the analysis. The benthic group was the most vulnerable, it had the highest exposure and the highest sensitivity compared to the demersal and pelagic groups. Four species were classified with 'high' vulnerability; these were the black ark (*Anadara tuberculosa*), the oyster (*Striostrea prismatica*), the hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) and the thresher shark (*Alopias vulpinus*). The most important species in terms of catch volume, e.g. Pacific chub mackerel (*Scomber japonicus*), Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*) and jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) were among the 18 species classified with 'medium' vulnerability. In total 13 species were classified with 'medium-low' vulnerability; the lumptail searobin (*Prionotus stephanophrys*), Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*) and common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) were among those species. Overall, exposure factors had relatively similar cumulative

scores, although some were more important for certain species depending on their life history characteristics. Phenological attributes had the greatest influence on sensitivity at the group level and at the species level. However, these attributes also had the highest proportion (31%) of critical data gaps. By identifying which groups and species are most vulnerable to climate change, as well as by detecting critical knowledge gaps, it will be possible to prioritize areas of research for future CVAs, optimize research and management financial resources, and implement adaptation measures to minimize negative impacts and maximize opportunities resulting from climate change in the tropical marine ecosystem of Peru.

**Keywords:** Climate Vulnerability Assessment, risk assessment, exposure, sensitivity, vulnerability, benthic, demersal, pelagic, tropical marine ecosystem, Humboldt Current system, Peru

## Resumen ejecutivo

El ecosistema marino triopical del Perú, localizado entre los 3°S y 6°S, es parte de una de las principales áreas de surgencia del Sistema de la Corriente de Humboldt. Este ecosistema comprende una gran diversidad y abundancia de recursos marinos, y sostiene una parte importante de la producción pesquera nacional. La producción pesquera en el Perú es la segunda más importante a nivel mundial. En este país, la actividad pesquera representa una fuente significativa de empleo; en el 2014, la pesca marina y continental generó cerca de 99,000 empleos, y tan solo en 2017 el valor de las exportaciones pesqueras alcanzó USD\$2,736,000,000. Se ha estimado que el Perú tiene una dependencia 'moderada-alta' a la pesca y a sus productos. Estudios recientes sugieren que el cambio climático ocasionará una disminución en la producción pesquera en las próximas décadas, de tal forma que el Perú ha sido clasificado como la décima economía más vulnerable al cambio climático. Sin embargo, nuestro conocimiento sobre el nivel de vulnerabilidad de las especies pesqueras peruanas es limitado. Por lo tanto, en este estudio se realizó una Evaluación de Vulnerabilidad Climática (EVC) cualitativa para estimar, a través de la participación de expertos, el nivel de vulnerabilidad de 35 especies pesqueras del ecosistema marino tropical del Perú al cambio climático. La vulnerabilidad es el grado en que una especie es susceptible a lesiones o daños, y esta es estimada a partir de la exposición y sensibilidad de la especie. La exposición se define como el estímulo climático que tiene un impacto en la especie, mientras que la sensibilidad se define como el grado en que la especie se ve afectada o responde a los estímulos climáticos. Para estimar la vulnerabilidad relativa de 7 especies bentónicas, 16 especies demersales y 12 especies pelágicas, se consideraron 10 factores de exposición y 13 atributos de sensibilidad (p.e. características biológicas y poblacionales). El grupo de especies bentónicas fue el más vulnerable, tuvo la mayor exposición y la mayor sensibilidad en comparación con los grupos demersales y pelágicos. Cuatro especies fueron clasificadas con vulnerabilidad 'alta', estas fueron la concha negra (*Anadara tuberculosa*), la ostra (*Striostrea prismatica*), el tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) y el tiburón zorro (*Alopias vulpinus*). Las especies más importantes en términos de volumen de captura, p.e. caballa (*Scomber japonicus*), jurel (*Trachurus murphyi*) y pota (*Dosidicus gigas*), se encontraron entre las 18 especies clasificadas con vulnerabilidad 'media'. En total 13 especies fueron clasificadas con vulnerabilidad 'media-baja', entre ellas el falso volador (*Prionotus*

*stephanophrys*), la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) y el perico (*Coryphaena hippurus*). En general los factores de exposición tuvieron puntajes acumulados relativamente similares, aunque algunos factores fueron más importantes para ciertas especies dependiendo de sus características de historia de vida. Los atributos fenológicos tuvieron la mayor influencia sobre la sensibilidad a nivel de grupo y a nivel de especie. Sin embargo, estos atributos también tuvieron la mayor proporción (31%) de brechas críticas de datos. Al identificar cuales son los grupos y especies más vulnerables al cambio climático, así como las brechas críticas de conocimiento, será posible priorizar líneas de investigación para futuras EVCs, optimizar recursos financieros para investigación y el manejo de los recursos pesqueros, e implementar medidas de adaptación para minimizar los impactos negativos y maximizar las oportunidades resultantes del cambio climático en el ecosistema marino tropical del Perú.

**Palabras clave:** Evaluación de Vulnerabilidad Climática, evaluación de riesgo, exposición, sensibilidad, vulnerabilidad, bentónico, demersal, pelágico, ecosistema marino tropical, Sistema de la Corriente de Humboldt, Perú

## **Agradecimientos**

Este estudio fue financiado por el Fondo de Promoción de las Areas Naturales Protegidas del Perú (PROFONANPE). Dimitri Gutiérrez y Jorge Tam, de la Dirección General de Investigación de Oceanografía y Cambio Climático (DGIOCC) fueron los responsables del proyecto por parte de IMARPE. José Antonio Zavala fue el responsable del Proyecto por parte de PROFONANPE. Guadalupe Alarcón fue la coordinadora local del Proyecto por parte de PROFONANPE. La lista original de especies a considerar en este proyecto fue sugerida por científicos del Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Lucero Achaya contribuyó en la elaboración de los perfiles de las especies pesqueras, en la recopilación de los puntajes de los expertos, y asistió a Jorge E. Ramos durante el taller en Lima. Carlos Martín Salazar realizó las coordinaciones necesarias y facilitó las instalaciones para el taller en Paita. Aracely Yarasca asistió a Jorge E. Ramos durante el taller en Paita. Carlos Romero ayudó con la coordinación logística de los talleres en Lima y Paita. Cecilia Peña, Fabiola Zavalaga, Victor Aramayo, Ricardo Bandin, Antonio Cuba, José Espinoza, Ernesto Fernández, Isaías González, Jesús Rujel, José Salcedo, Jorge Tam y Paul Tacuri (investigadores u oficiales técnicos de IMARPE) contribuyeron en la recopilación de información y en la implementación del análisis. Gretta Pecl, directora del Centre for Marine Socioecology, y Profesora Asociada en el Institute for Marine and Antarctic Studies de la University of Tasmania proporcionó observaciones que enriquecieron este estudio.

## Introducción

El ecosistema marino triotropical del Perú, localizado entre los 3°S y 6°S, es parte de una de las principales áreas de surgencia del Sistema de la Corriente de Humboldt (Bakun et al. 1999) junto con otras tres áreas de surgencia ubicadas a los 7–9°S, 11–13°S y 14–16°S (Zuta & Guillén 1970; Rojas de Mendiola 1981). Vientos del sudeste causan condiciones de afloramiento casi permanentes a lo largo de la costa (Bakun 1987) y el transporte de Ekman juega un papel importante en la fertilización de las aguas costa afuera (Tarazona et al. 2003), lo cual resulta en una de las mayores producciones primarias del planeta (1 kg C/m<sup>2</sup>/y). Distintas corrientes marinas forman parte del Sistema de la Corriente de Humboldt (Penven et al. 2005). La corriente costera sub-superficial Ecuador-Peruana es parte del ecosistema marino tropical del Perú y alimenta a la corriente Peruana-Chilena que fluye hacia el sur. Al sur de la franja tropical del Perú (6°S) se encuentran las Corrientes Costera y Oceánica Peruanas, que en esta zona fluyen hacia el oeste (Chaigneau et al. 2013).

El Sistema de la Corriente de Humboldt también está conformado por los subsistemas litoral, intermareal, nerítico, oceánico, pelágico y bentónico-demersal (Tarazona et al. 2003). Las intensas condiciones de afloramiento y la gran variedad de subsistemas y ecosistemas sostienen una abundante diversidad de recursos marinos en dicho sistema (Haro 2016). Con el cambio climático, se espera que la circulación a lo largo de la costa se modifique debido a los cambios en los vientos superficiales y por aumento de la estratificación. La contracorriente podría intensificarse, mientras que la reducción en la intensidad del viento resultaría en una disminución en el afloramiento (Oerder et al. 2015). Se proyecta que la temperatura en la capa superficial dentro de los 100 km de las costas centrales del Perú incrementará hasta 4.5°C para el año 2100, sin períodos de calentamiento durante los periodos 2035–2045 o 2040–2060 dependiendo del modelo utilizado. La termoclina podría profundizarse aproximadamente 1.5 m por década para el año 2065, y aproximadamente 5 m por década entre los años 2065 y 2100 (Echevin et al. 2020). También se proyecta un incremento en el nivel del mar de 1.2–3.4 mm por año entre el 2010 y el 2070, con las mayores tasas de calentamiento oceánico y de aumento del nivel del mar hacia el sur (UN-ECLAC 2015). Sin embargo, se esperan mayores incrementos de salinidad del centro al norte del Perú de hasta 1.25 UPS para el 2070 (UN-ECLAC 2015).

Perú es el segundo mayor productor pesquero del mundo; contribuye en promedio 8% de la captura mundial por año, y lidera la producción y exportación mundial de harina y aceite de pescado (FAO 2020). En 2017, los peces de aleta, moluscos y crustáceos contribuyeron cerca del 90%, 8% y 1% de la pesca industrial en el Perú, respectivamente. La anchoveta (*Engraulis ringens*), pota (*Dosidicus gigas*), jurel (*Trachurus murphyi*), caballa (*Scomber japonicus*), merluza (*Merluccius gayi peruanus*), perico (*Coryphaena hippurus*), bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) y concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) sostienen las pesquerías más importantes del país, con capturas que promediaron de 41,000 a 5,000,000 de toneladas al año durante el periodo 2005–2017 (Ministerio de la Producción 2015, 2018).

La pesquería representa una fuente importante de empleo en el Perú; en el 2014, la pesca marina y continental generó cerca de 99,000 empleos, y tan solo en 2017 el valor de las exportaciones pesqueras alcanzó USD\$2,736,000,000 (<http://www.fao.org/fishery/facp/PER/es>). La dependencia moderada-alta que tiene el Perú a la pesca y a sus productos (Allison et al. 2009; Barange et al. 2014) lo posiciona como la décima economía más vulnerable al cambio climático (Allison et al. 2009). Mas aún, se proyecta que su potencial de captura pesquera disminuya en las próximas décadas (Cheung et al. 2010; Barange et al. 2014). Por ejemplo, el potencial de captura máxima y el potencial de ingreso económico de las industrias pesqueras de la franja tropical (10°N a 10°S) tendrán las mayores pérdidas (38% y 33%, respectivamente) a nivel mundial debido al cambio climático (Lam et al. 2016), incluido el ecosistema marino tropical del Perú. La variabilidad climática en el Atlántico Norte durante el periodo 1996 a 2017 resultó en una disminución del 16% en empleos relacionados con la actividad pesquera (Oremus 2019). El cambio climático podría tener repercusiones similares en pescadores de otras regiones, siendo los más vulnerables aquellos que no usan innovaciones tecnológicas (p.e. GPS, radio-comunicaciones, etc.), que no tienen otras alternativas laborales, o cuyo nivel de educación escolar es limitado (Abu Samah et al. 2019).

El cambio climático tiene una cascada de efectos a distintos niveles de organización en el ambiente marino, desde individuos, poblaciones y comunidades hasta ecosistemas (Rijnsdorp et al. 2009; Hoegh-Guldberg & Bruno 2010; Walther 2010; Poloczanska et al. 2013). Dichos efectos acrecentarán a medida que el cambio climático se intensifique en las

próximas décadas (Poloczanska et al. 2007, 2013, 2016; Burrows et al. 2011, 2014; Stocker et al. 2013). Una de las respuestas más documentadas de las especies marinas al calentamiento oceánico asociado al cambio climático es su cambio de distribución geográfica, sobre todo de especies con amplia capacidad de desplazamiento o dispersión. Estos cambios de distribución generalmente ocurren hacia los polos o hacia aguas más profundas a medida que los individuos rastrean rangos de temperatura favorables (Dulvy et al. 2008; Sunday et al. 2012; Burrows et al. 2014). Los cambios de abundancia van de la mano con los cambios de distribución, ya sea porque los núcleos de abundancia se reubican (Burrows et al. 2014; Poloczanska et al. 2016) o por una disminución en la abundancia de organismos cuyas ventanas ambientales favorables han sido rebasadas (Sunday et al. 2011, 2012). El cambio climático también tiene efectos en los eventos del ciclo de vida de las especies marinas; sin embargo, la magnitud de las respuestas fenológicas es variable entre grupos funcionales y niveles tróficos ocasionando un desfase en los eventos fenológicos. Como consecuencia ocurren cambios en las interacciones tróficas y en las redes alimentarias, afectando la estructura y función de los ecosistemas marinos (Edwards & Richardson 2004). En las últimas décadas, la variabilidad ambiental interanual y decadal ha tenido efectos significativos en la vida marina del Perú. Una de las variaciones ambientales más notorias en la región es El Niño-Oscilación del Sur. El Niño ha estado asociado a cambios de distribución, abundancia, reclutamiento, capturas y en el tamaño corporal de varias especies de importancia comercial (Espino 1990; Chavez et al. 2003; Ñiquen & Bouchon 2004). De tal forma que con el cambio climático se anticipan impactos considerables en el ambiente marino del Perú.

La Evaluación de Vulnerabilidad Climática (EVC) se puede realizar con base en las características biológicas de las especies. La EVC tiene la ventaja de que permite emplear la información disponible para estimar la vulnerabilidad relativa de las especies pesqueras al cambio climático en función de factores de exposición climática y de atributos de sensibilidad (abundancia, distribución y fenología). Teniendo sus raíces en la Evaluación de Riesgo Ecológico para los efectos de la pesca (Hobday et al. 2011), la EVC se caracteriza por ser integral, transferible, transparente y repetible. Es de fácil comprensión para manejadores de recursos, es científicamente defendible, precautoria, económica y útil para el manejo de los recursos pesqueros. Por ejemplo, el análisis de sensibilidad que forma

parte de la EVC fue desarrollado por Pecl et al. (2014) para el sudeste de Australia y se ha implementado con éxito en otras regiones (Ortega-Cisneros et al. 2018). El análisis de sensibilidad también ha sido complementado con un análisis de exposición e implementado exitosamente en EUA (Hare et al. 2016; Spencer et al. 2019). La EVC incluso permitió estimar la vulnerabilidad relativa al cambio climático de 28 especies de importancia pesquera en el ecosistema de afloramiento del Perú (Ramos et al. *en preparación*). La EVC, al ser implementada también en el ecosistema marino tropical del Perú, permitirá alcanzar un mejor entendimiento del riesgo que tienen los recursos pesqueros a lo largo del Perú respecto al cambio climático. Por lo cual, la EVC se implementa en este estudio para lograr los siguientes objetivos:

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Estimar el nivel de vulnerabilidad de las especies pesqueras en el ecosistema marino tropical peruano.

### **Objetivos particulares**

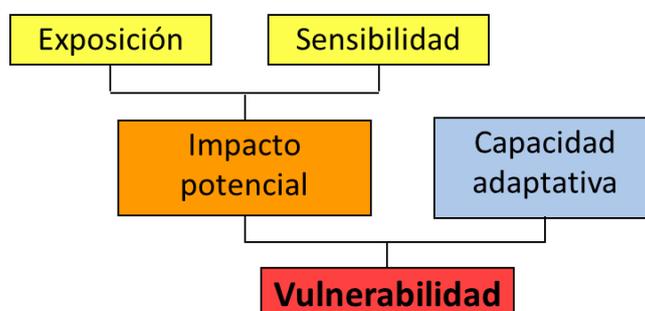
- 1) Identificar los factores climáticos de mayor impacto para las especies pesqueras en el ecosistema marino tropical peruano,
- 2) Identificar los atributos de sensibilidad que tienen mayor peso en la sensibilidad de las especies pesqueras en el ecosistema marino tropical peruano,
- 3) Elaborar un ranking de exposición relativa de las especies pesqueras en el ecosistema marino tropical peruano,
- 4) Elaborar un ranking de sensibilidad relativa de las especies pesqueras en el ecosistema marino tropical peruano,
- 5) Elaborar un ranking de vulnerabilidad relativa de las especies pesqueras en el ecosistema marino tropical peruano, y por lo tanto identificar las especies que son más vulnerables al cambio climático, y
- 6) Detectar la información clave y las brechas críticas de datos para identificar y priorizar líneas de investigación con el fin de informar futuras EVCs.

## Métodos

### Evaluación de Vulnerabilidad Climática

El marco teórico de la EVC implementada en este estudio considera a la exposición y a la sensibilidad para estimar la vulnerabilidad de las especies pesqueras al cambio climático. La exposición es el "estímulo climático que tiene un impacto en la especie". La sensibilidad se define como el "grado en que la especie se ve afectada o responde a los estímulos climáticos". La vulnerabilidad es el "grado en que la especie es susceptible a lesiones o daños" (Field et al. 2014).

En conjunto, la exposición y la sensibilidad determinan el impacto potencial del cambio climático sobre la especie. A su vez, el impacto potencial está regulado por la capacidad de adaptación de la especie, los cuales determinan la vulnerabilidad de la especie (Fig. 1). La capacidad de adaptación se refiere a las respuestas biológicas que podrían reducir o mitigar la sensibilidad o la exposición (Beever et al. 2016). Sin embargo, la mayoría de las características de las especies que confieren una alta capacidad adaptativa también pueden ser rasgos que implican una baja sensibilidad, lo que genera dificultades metodológicas cuando ambos se incluyen en las evaluaciones de vulnerabilidad de las especies (Fortini & Schubert 2017). Como consecuencia, las evaluaciones de vulnerabilidad de las especies a menudo excluyen a la capacidad de adaptación (Gardali et al. 2012; Pecl et al. 2014; Ortega-Cisneros et al. 2018). Por lo tanto, en este estudio se estimó la vulnerabilidad de especies pesqueras del ecosistema tropical peruano a los impactos del cambio climático mediante el análisis de exposición y sensibilidad, de acuerdo a Hare et al. (2016).



**Fig. 1** Componentes convencionales de la Evaluación de Vulnerabilidad Climática. Adaptado de Allison et al. (2005)

## **Perfiles de las especies**

Se seleccionaron 35 especies pesqueras en función de su importancia comercial en el ecosistema marino tropical peruano. Las especies se clasificaron en tres grupos: bentónicos (n = 7), demersales (n = 16), y pelágicos (n = 12) (Tabla 1).

Un equipo de 12 científicos elaboraron perfiles de las especies (Anexo I), los cuales incluyeron información sobre historia de vida, dinámica poblacional, distribución geográfica, uso del hábitat e interacciones tróficas. También se incluyó información sobre la pesquería, registros de captura comercial, respuesta a la variabilidad ambiental y a los factores físicos asociados a los impactos del cambio climático. La búsqueda de literatura para la elaboración de los perfiles de las especies incluyó información de: 1) artículos publicados o informes técnicos sobre las especies de interés y dentro del área de estudio, 2) artículos publicados o informes técnicos sobre las especies de interés de áreas fuera del área de estudio, o sobre especies relacionadas (e.g. del mismo género), y 3) juicio de expertos cuando no había información publicada. Los perfiles de las especies se utilizaron para evaluar la exposición y la sensibilidad de cada especie.

**Tabla 1** Especies pesqueras del Perú examinadas en la Evaluación de Vulnerabilidad Climática

<b>Grupo</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Bentónicos	Concha de abanico	<i>Argopecten purpuratus</i>
	Concha negra	<i>Anadara tuberculosa</i>
	Langosta	<i>Panulirus gracilis</i>
	Ostra	<i>Striostrea prismatica</i>
	Ostra perlífera	<i>Pteria sterna</i>
	Percebe	<i>Pollicipes elegans</i>
	Pulpo	<i>Octopus mimus</i>
Demersales	Bagre con faja	<i>Galeichthys peruvianus</i>
	Bereche	<i>Larimus pacificus</i>
	Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>
	Cachema	<i>Cynoscion analis</i>
	Chiri	<i>Peprilus medius</i>
	Coco	<i>Paralonchurus peruanus</i>
	Congrio manchado	<i>Genypterus maculatus</i>
	Espejo	<i>Selene peruviana</i>
	Falso volador	<i>Prionotus stephanophrys</i>
	Merluza	<i>Merluccius gayi peruanus</i>
	Murique	<i>Epinephelus labriformis</i>
	Palometa	<i>Peprilus snyderi</i>
	Pámpano	<i>Trachinotus paitensis</i>
	Peje blanco	<i>Caulolatilus affinis</i>
	Perela	<i>Paralabrax callaensis</i>
Tollo	<i>Mustelus whitneyi</i>	
Pelágicos	Atún de aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>
	Barrilete	<i>Katsuwonus pelamis</i>
	Bonito	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>
	Caballa	<i>Scomber japonicus</i>
	Doncella	<i>Hemanthias peruanus</i>
	Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>
	Lisa	<i>Mugil cephalus</i>
	Perico	<i>Coryphaena hippurus</i>
	Pota	<i>Dosidicus gigas</i>
	Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>
	Tiburón martillo	<i>Sphyrna zygaena</i>
	Tiburón zorro	<i>Alopias vulpinus</i>

## Exposición

La exposición se evaluó siguiendo el método de Hare et al. (2016) al examinar los cambios en la media de 10 factores de exposición climática (Tabla 2). La magnitud del

cambio de la mayoría de los factores climáticos se evaluó a partir de un conjunto de 13–37 modelos climáticos globales utilizados en el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC AR5). El modelo RCP 8.5 utilizado en este estudio representa el escenario "normal" y supone poca o ninguna estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2100. La exposición a la temperatura de la superficie del mar, salinidad de la superficie del mar, pH, clorofila de la superficie del mar (primeros 10 m de la superficie), la productividad primaria y la temperatura del fondo marino se examinaron costa afuera (> 1 km de la costa) y en la zona costera (<1 km de la costa). Diferentes condiciones oceanográficas caracterizan dichas zonas a lo largo del Perú, por lo tanto estas dos zonas se examinaron por separado. La precipitación se examinó como un indicador de la cantidad de agua en los arroyos y ríos en todo el territorio continental peruano. La temperatura superficial del aire se examinó en las zonas del interior del Perú como un indicador de la temperatura del agua en arroyos, ríos, estuarios y áreas cercanas a la costa. Tanto la precipitación como la temperatura superficial del aire se examinaron por el efecto que pueden tener sobre especies costeras o sobre alguna de las etapas de su historia de vida.

Los resultados de los modelos se utilizaron para estimar la magnitud del cambio proyectado (2006–2055), de los factores de exposición asociados al cambio climático, en relación al pasado (1956–2005). Estos cambios se evaluaron utilizando las desviaciones estándar de la media de los factores y se generaron mapas de las desviaciones estándar (NOAA Ocean Climate Change; <https://psl.noaa.gov/ipcc/ocn/>). La exposición al aumento del nivel del mar se evaluó en función de la magnitud del cambio en el nivel del mar a lo largo de la costa del Perú y en función de la dependencia de la especie de interés a los humedales y estuarios en cualquier etapa de la historia de la vida. Las magnitudes de cambio fueron categorizadas como baja, media y alta (Tabla 2) de acuerdo a Ramos et al. (*en preparación*).

**Tabla 2** Factores climáticos usados para evaluar la exposición relativa de las especies pesqueras del Perú frente al cambio climático. DS. Desviación estándar

<b>Factor climático (Z)</b>	<b>(1) Baja magnitud de cambio</b>	<b>(2) Media magnitud de cambio</b>	<b>(3) Alta magnitud de cambio</b>
Media de temperatura superficial del mar	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$
Media de salinidad superficial del mar	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$
Media de pH del mar	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$
Media de clorofila superficial del mar	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$
Media de productividad primaria	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$
Media de precipitación	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$
Media de temperatura superficial del aire	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$
Media de temperatura del fondo del mar	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$
Media de salinidad del fondo del mar	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$
Incremento del nivel del mar	$\Delta Z \leq 1 \text{ DS}$	$1 \text{ DS} < \Delta Z \leq 2 \text{ DS}$	$\Delta Z > 2 \text{ DS}$

### Sensibilidad

La sensibilidad de las especies se estimó examinando 13 atributos biológicos relacionados con la abundancia, distribución y fenología (Tabla 3). El estado actual de la biomasa fue evaluado considerando estimaciones anuales de biomasa realizados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Si no había estimaciones recientes de biomasa entonces se consideraba el status indicado en la Lista Roja de la UICN (<https://www.iucnredlist.org/>). Se consideraron tres categorías para cada atributo de sensibilidad: 1) Sensibilidad baja, la especie tiene una alta capacidad para responder a los impactos del cambio climático y por lo tanto tiene un riesgo menor; 2) Sensibilidad media; y 3) Sensibilidad alta, la especie tiene baja capacidad para responder a los impactos del cambio climático y por lo tanto tiene mayor riesgo (Pecl et al. 2014).

**Tabla 3** Atributos de sensibilidad, categorías y criterios usados para evaluar la sensibilidad de especies pesqueras del Perú frente al cambio climático. Adaptado de Pecl et al. (2014)

Atributo de sensibilidad		Categoría		
		(1) Sensibilidad baja. Alta capacidad para responder (menor riesgo)	(2) Sensibilidad media	(3) Sensibilidad alta. Baja capacidad para responder (mayor riesgo)
Abundancia	<i>Fecundidad</i> - Producción de huevos (fecundidad total)	>20,000 huevos por año	100–20,000 huevos por año	<100 huevos por año
	<i>Periodo de reclutamiento</i> – Eventos de reclutamiento exitosos que sostienen la abundancia de la pesquería	Eventos de reclutamiento consistentes cada 1–2 años	Periodo de reclutamiento ocasional y variable	Eventos de reclutamiento altamente episódicos
	<i>Promedio de edad de madurez</i>	≤2 años	2–10 años	>10 años
	<i>Generalista vs. especialista</i> - De alimento y de hábitat	No hay dependencia al hábitat ni a las presas	Dependencia al hábitat o a las presas	Dependencia al hábitat y a las presas
	<i>Biomasa</i>	Robusta	Vulnerable	Incierta/amenazada
Distribución	<i>Capacidad para dispersión larval o duración larval</i> – desove a asentamiento (especies bentónicas), desove a absorción del saco de vitelo (especies pelágicas).	>2 meses	2–8 semanas	<2 semanas, o no tiene estadio larval
	<i>Capacidad de desplazamiento de adultos/juveniles</i>	>1,000 km	10–1,000 km	<10 km
	<i>Tolerancia fisiológica</i> – cobertura latitudinal en estadio adulto como proxy de tolerancia ambiental	>20º latitud	10–20º latitud	<10º latitud
	<i>Disponibilidad espacial de hábitat no ocupado por el estadio de vida más crítico</i> – Habilidad para cambiar de distribución geográfica	El hábitat no ocupado es substancial; >6º disponibles de latitud o longitud	El hábitat no ocupado es limitado; 2–6º disponibles de latitud o longitud	No hay hábitat desocupado; 0 – 2º disponibles de latitud o longitud
Fenología	<i>Variable ambiental como señal fenológica para apareamiento o desove</i> – p.e. salinidad, temperatura, corrientes, flujos de agua dulce	No hay correlación aparente entre el desove y la variable ambiental	Correlación débil entre el desove y la variable ambiental	Correlación fuerte entre el desove y la variable ambiental
	<i>Variable ambiental como señal fenológica para asentamiento o metamorfosis</i>	No hay correlación aparente con la variable ambiental	Correlación débil con la variable ambiental	Correlación fuerte con la variable ambiental
	<i>Desfases temporales de eventos de ciclo de vida</i> - duración de la temporada de apareamiento, desove o muda	Duración continua; > 4 meses	Duración amplia; 2–4 meses	Duración breve; <2 meses
	<i>Migración</i> (estacional y por desove)	No hay migración	Parte de la población realiza la migración	Toda la población realiza la migración

## **Juicio experto**

Doce expertos, incluidos científicos pesqueros, oceanólogos, y estudiantes de posgrado que llevan a cabo investigaciones sobre una o más de las especies de interés y/o sobre el cambio climático en el ecosistema marino peruano participaron en la EVC. Cuatro expertos evaluaron a las especies bentónicas, cuatro expertos a las especies demersales, y cuatro expertos a las especies pelágicas. El juicio experto refleja el conocimiento del experto sobre la especie o especies estrechamente relacionadas, y su papel relativo en el ecosistema. Se realizaron dos talleres con los expertos, uno en la sede central del IMARPE en Lima, y otro en la sede del IMARPE en Paita (Anexo II). En los talleres se definieron los factores de exposición y los atributos de sensibilidad para que los expertos interpreten de manera similar tanto los factores como los atributos. Un sistema de "puntos" fue adaptado de Morrison et al. (2015) para identificar la incertidumbre del experto sobre cada puntaje. Cada experto asignó independientemente los cuatro puntos entre las tres categorías (baja, media, alta) de sensibilidad y de exposición para cada una de las especies de su grupo funcional correspondiente (bentónico, demersal o pelágico). Por ejemplo, cuatro puntos fueron asignados a una categoría si había certeza sobre el puntaje. Por precaución se asignaron cuatro puntos a la categoría "alta" si no había información sobre el atributo de sensibilidad o sobre el factor de exposición. Los cuatro puntos fueron asignados a la categoría "baja" si el factor de exposición no afectaba a la especie. Sin embargo, si existía incertidumbre sobre el puntaje, los cuatro puntos se distribuyeron entre las categorías relevantes. La distribución de los cuatro puntos entre las tres categorías permitió al experto elegir una categoría como la más probable.

## **Ponderación de puntajes**

La puntuación ponderada de cada factor de exposición y atributo de sensibilidad se calculó como el promedio del número total de puntos asignados por todos los expertos en cada categoría de puntuación y el valor de cada categoría, es decir 1) bajo, 2) medio y 3) alto, siguiendo la siguiente ecuación (Morrison et al. 2015):

$$((B \times 1) + (M \times 2) + (A \times 3)) / (B + M + A)$$

Donde B es el número total de puntos en la categoría baja; M es el número total de puntos en la categoría media; y A es el número total de puntos en la categoría alta.

La sumatoria de los puntajes ponderados de exposición y sensibilidad de cada especie fue usada para elaborar los rankings de exposición y sensibilidad de las especies, respectivamente. Las tres categorías 'alta', 'media' y 'baja' fueron identificadas en los rankings de exposición y sensibilidad al dividir el rango de valores de dichos rankings entre 3, lo cual permitió identificar a las especies que se encontraban en cada categoría.

### **Regla lógica**

Se adaptó la regla lógica de Morrison et al. (2015) con el fin de calcular una puntuación de exposición y de sensibilidad única, de 1 a 3, para cada especie con base en la puntuación ponderada de cada factor de exposición y atributo de sensibilidad, respectivamente. Se asignó un puntaje 3) “alto” si 3 o más factores climáticos o atributos de sensibilidad tuvieron puntajes ponderados  $\geq 2.5$ . Se asignó un puntaje 2) “medio” si 3 o más factores climáticos o atributos de sensibilidad tuvieron puntajes ponderados dentro del rango 1.5 – 2.49. Se asignó un puntaje 1) “bajo” si 3 o más factores climáticos o atributos de sensibilidad tuvieron puntajes ponderados  $< 1.5$ . Se seleccionó la categoría de mayor exposición o sensibilidad si dos o más categorías tenían al menos 3 factores climáticos o atributos de sensibilidad, respectivamente.

### **Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad de la especie se calculó multiplicando, de acuerdo a la regla lógica, el valor único de exposición por el valor único de sensibilidad. El producto de la multiplicación se clasificó como 1–2) vulnerabilidad media-baja, 3–4) vulnerabilidad media, 6) vulnerabilidad alta y 9) vulnerabilidad muy alta. Ninguna especie fue clasificada con vulnerabilidad baja como medida de precaución debido a las brechas críticas de información.

## Calidad de los datos

La calidad de los datos utilizados para calificar cada factor de exposición y atributo de sensibilidad se evaluó en función de la fuente de la información (Tabla 4). La calidad de los datos fue útil para proporcionar una guía de la información disponible y sobre brechas críticas de información de las especies de interés. Las brechas críticas de información pueden permitir identificar potenciales líneas de investigación. También se usó un puntaje referencial más amplio como umbral para determinar la calidad de los datos, lo que permitió comparar la información disponible entre grupos funcionales y entre tipo de atributos de sensibilidad. Por ejemplo, un promedio de puntaje de calidad  $< 2$  representa información escasa y un promedio de puntaje de calidad  $\geq 2$  representa información disponible de calidad (adaptado de Morrison et al. 2015; Hare et al. 2016). El puntaje de calidad de los datos y la distribución de los puntos fueron útiles para caracterizar la incertidumbre en la vulnerabilidad general.

**Tabla 4** Puntajes de calidad de datos para la Evaluación de Vulnerabilidad Climática de especies pesqueras del Perú frente al cambio climático. Adaptado de Morrison et al. (2015)

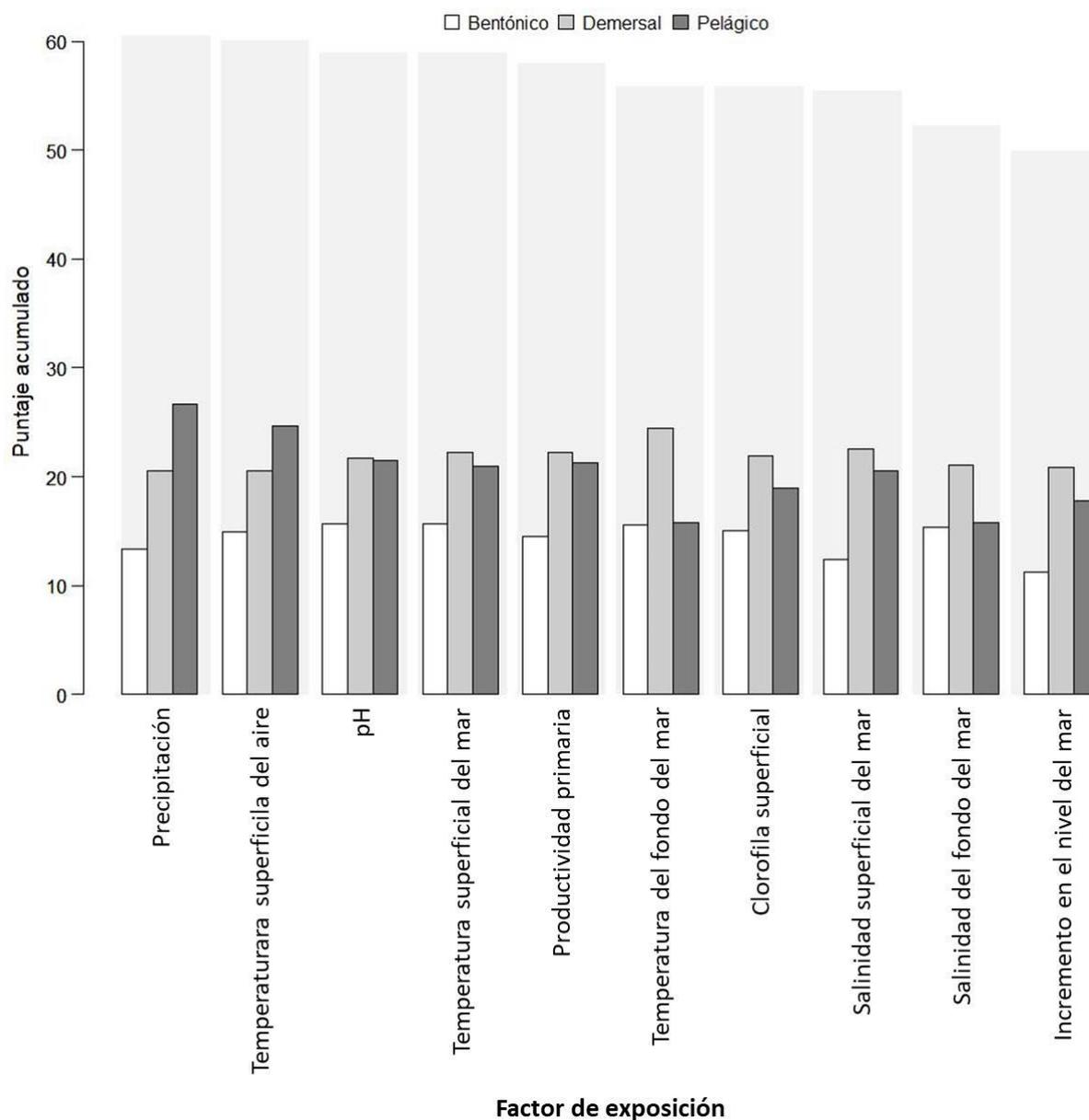
Puntaje	Descripción
3	<b>Datos adecuados:</b> El puntaje es con base en datos observados, modelados o medidos empíricamente para la especie en cuestión en la región de interés, y los datos provienen de una fuente confiable.
2	<b>Datos relacionados:</b> El puntaje se basa en datos que tienen mayor grado de incertidumbre; con base en datos sobre especies relacionadas o similares, de fuera de la zona de estudio, y la confiabilidad de la fuente puede ser limitada.
1	<b>Opinión de experto:</b> La puntuación del atributo refleja la opinión del experto con base en sus conocimientos generales sobre la especie, o de otras especies relacionadas, y su papel relativo en el ecosistema.
0	<b>No hay dato:</b> No hay información para asignar un puntaje al atributo. Se sabe poco o nada sobre la especie de interés o sobre especies relacionadas, por lo tanto no hay bases para la opinión de expertos.

## Resultados

### Exposición

#### *Factores de exposición climática*

Los factores de exposición tuvieron un rango de valores acumulados relativamente similares, en el rango de 50 a 60.5. La precipitación y la temperatura superficial del aire tuvieron los puntajes acumulados más altos; estos factores climáticos pueden tener un mayor efecto en las especies cuyos estadios de vida dependen de la zona costera. El pH tuvo el tercer mayor puntaje acumulado, con efectos en especies con estructuras calcáreas o que son altamente activas. La temperatura superficial del mar estuvo a la par con el pH, y puede tener impactos considerables en las especies de hábitos pelágicos. La productividad primaria y la concentración de clorofila, asociadas a la disponibilidad de nutrientes y alimentos que sostienen la red trófica hasta las especies pesqueras tuvieron puntajes acumulados relativamente medios. La salinidad del fondo del mar y el incremento en el nivel del mar tuvieron los puntajes acumulados más bajos (Fig. 2).

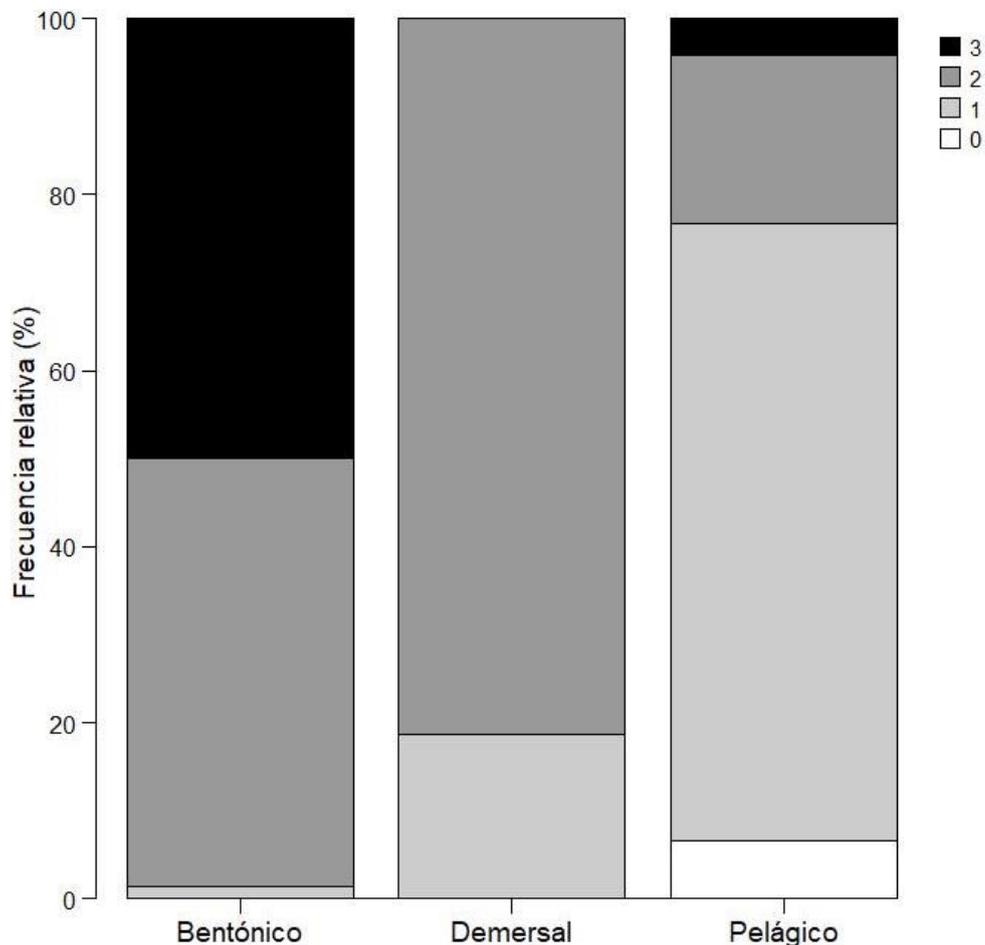


**Fig. 2** Puntaje ponderado acumulado de los factores de exposición. Las barras angostas corresponden a los puntajes acumulados de cada grupo de especies. Las barras anchas sombreadas corresponden al puntaje total acumulado

### **Exposición a nivel de grupo**

El grupo bentónicos tuvo la mayor exposición ( $2.05 \pm 0.33$  DS), seguido del grupo pelágicos ( $1.70 \pm 0.47$  DS) y del grupo demersales ( $1.36 \pm 0.11$  DS). El grupo bentónicos tuvo 99% datos de calidad ( $\geq 2$ ), el grupo demersales tuvo 81%, y el grupo pelágicos tuvo 23%. El desglose de los datos de calidad muestra que el grupo bentónicos tuvo el mayor porcentaje

de datos adecuados (50%) y el segundo mayor porcentaje de datos relacionados (49%). El grupo demersales tuvo 81% de datos relacionados y tan solo 19% de los datos fueron opinión de experto. En cambio, 70% de los datos del grupo pelágicos fueron opinión de experto y en 7% de los casos no hubo datos (Fig. 3).

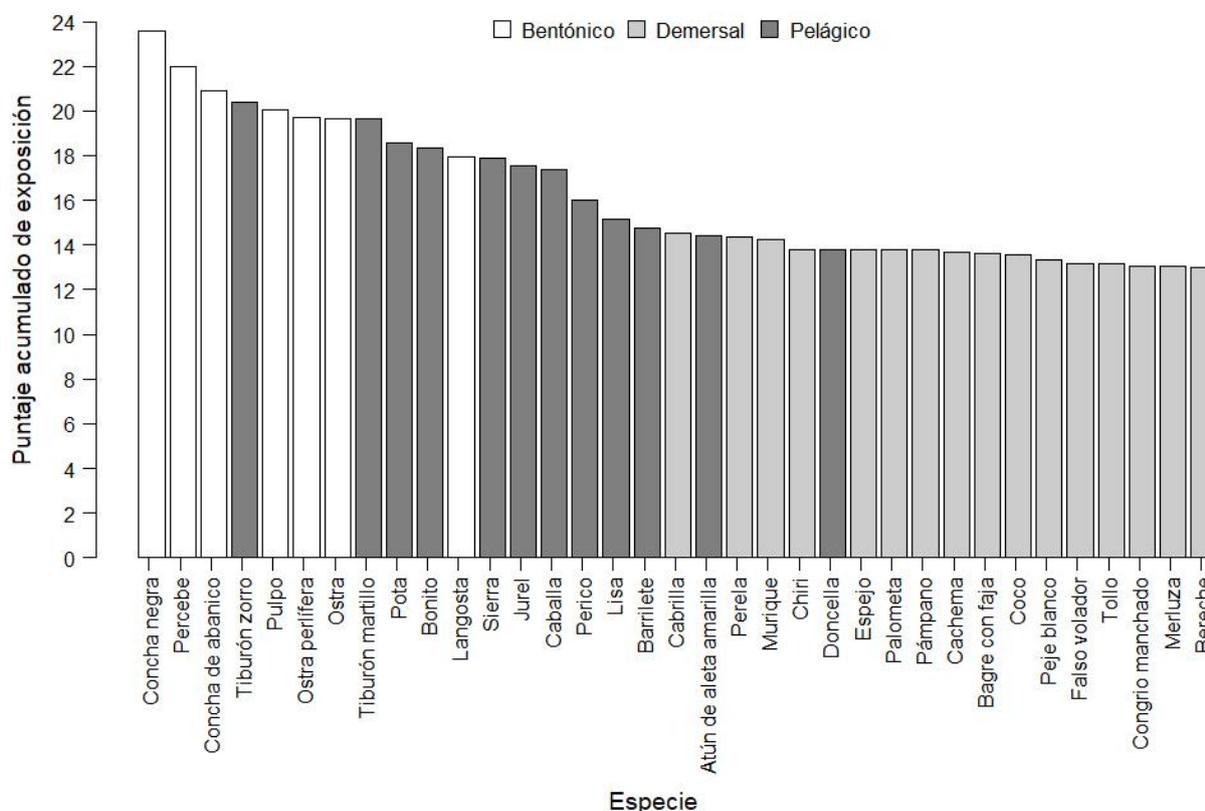


**Fig. 3** Proporción de calidad de datos de exposición por grupo de especies. 0. No hay dato; 1. Opinión de experto; 2. Datos relacionados; 3. Datos adecuados

### ***Exposición a nivel de especie***

Los puntajes de exposición acumulada a nivel de especie oscilaron entre 13.0 y 23.6. Cinco especies tuvieron exposición relativamente 'alta' (> 20.0), estas especies son la concha negra, el percebe, la concha de abanico, el tiburón zorro, y el pulpo. Nueve especies tuvieron exposición 'media' (16.6 – 20.0), estas fueron las ostras, el tiburón martillo, la pota, el bonito, la langosta, la sierra, el jurel y la caballa. En total 21 especies tuvieron exposición

'baja' (< 16.5), incluidas 16 especies demersales y 5 especies pelágicas (Fig. 4). La matriz detallada de calidad de datos de exposición a nivel especie se encuentra en el Anexo III.



**Fig. 4** Ranking de exposición de especies pesqueras en el ecosistema marino tropical del Perú

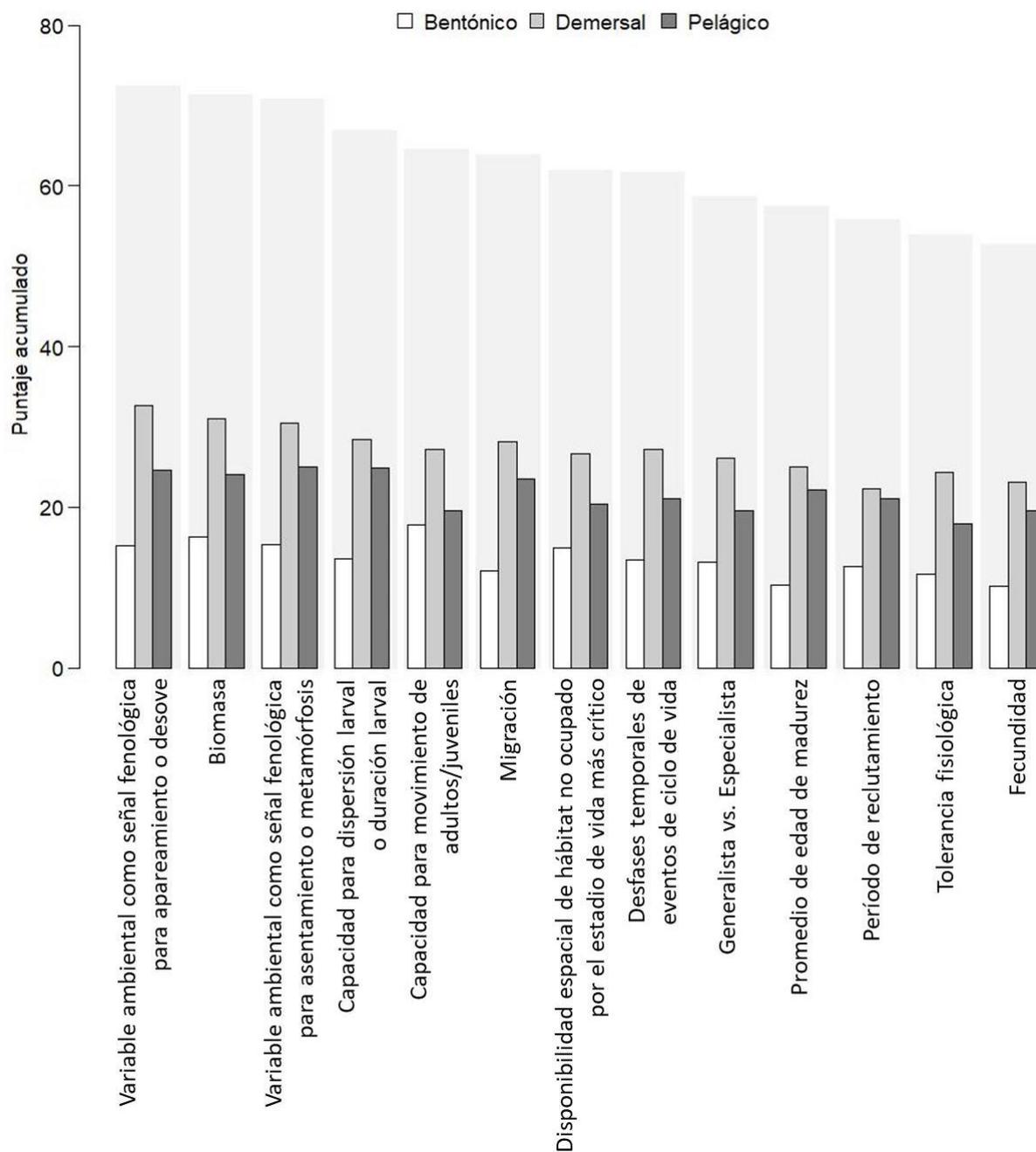
### Sensibilidad

Se examinaron un total de 7 especies bentónicas, 16 especies demersales y 12 especies pelágicas. Los tres grupos estaban compuestos por distintos taxa, p.e. peces teleósteos, elasmobranquios, cefalópodos, gasterópodos, bivalvos y crustáceos. Estas especies se encuentran en hábitats oceánicos, pelágicos, neríticos, estuarinos o salobres. Algunas especies son cosmopolita (p.e. lisa, tiburón zorro, tiburón martillo, perico, barrilete, atún de aleta amarilla) o solo se encuentran en el Océano Pacífico sudoriental alrededor del Perú (p.e. cachema, bagre con faja, congrio machado, perela, cabrilla, coco). Las especies bentónicas y demersales están asociadas a una amplia diversidad de tipos de fondo, p.e. fondos rocosos, arenosos, fangosos, de arenisca, arcilla, limo, conchas y vegetación como algas o manglares. Las especies evaluadas son filtradoras, detritívoras, herbívoras,

carnívoras, caníbales o carroñeras. En general, la edad de madurez se alcanza en <10 años; la fecundidad generalmente es > 20,000 huevos por año, excepto el tiburón martillo, tiburón zorro y tollo, que tienen las fecundidades más bajas entre las especies examinadas. La mayoría de las especies tiene una fase larval pelágica con una duración de semanas a meses, aunque también hay especies con estadio larval pelágico mayor a un año (p.e. langosta). La migración activa, de una porción de la población o de toda la población, es común para la mayoría de las especies, excepto para las especies sésiles (p.e. concha de abanico, concha negra, ostras) o con capacidad de desplazamiento limitado (p.e. langostas en estadio adulto, pulpo). Estas especies son objetivo de la pesca comercial y los métodos de pesca son diversos entre las especies, p.e. extracción a mano, anzuelo, potera, palangre, trampas, redes de arrastre o redes fijas.

### ***Atributos de sensibilidad***

Los atributos de fenología tuvieron el puntaje promedio más alto entre las especies ( $1.92 \pm 0.31$  DS), seguido de los atributos de distribución ( $1.77 \pm 0.35$  DS) y los atributos de abundancia ( $1.69 \pm 0.38$  DS). Los atributos individuales con mayor contribución a la sensibilidad de la especie fueron "variable ambiental como señal fenológica para apareamiento o desove", "biomasa" y "variable ambiental como señal fenológica para asentamiento o metamorfosis" (Fig. 5).



**Fig. 5** Puntaje ponderado acumulado de los atributos de sensibilidad. Las barras angostas corresponden a los puntajes acumulados de cada grupo de especies. Las barras anchas sombreadas corresponden al puntaje total acumulado

### ***Sensibilidad a nivel de grupo***

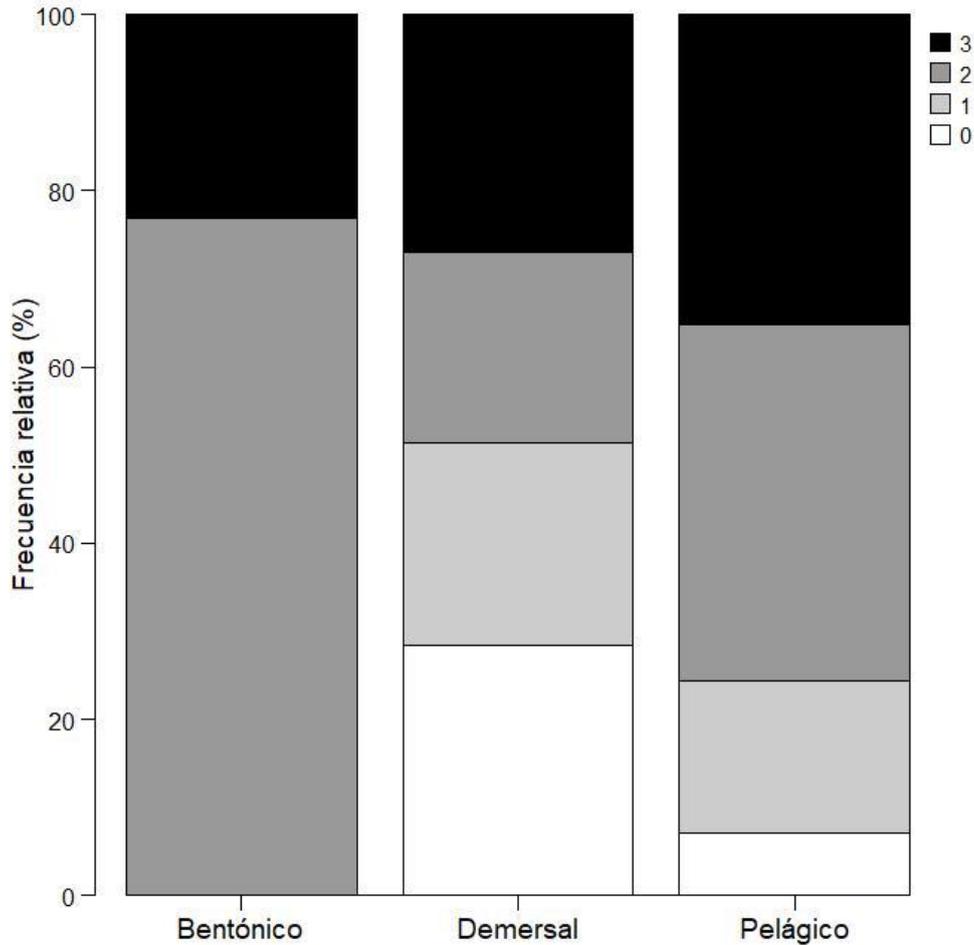
El grupo bentónicos tuvo la mayor sensibilidad ( $1.94 \pm 0.39$  DS), seguido del grupo pelágicos ( $1.81 \pm 0.37$  DS) y del grupo demersales ( $1.70 \pm 0.31$  DS). Todos los grupos fueron

más sensibles debido a los atributos de tipo fenológico en comparación con los atributos de distribución y abundancia (Tabla 5).

**Tabla 5** Puntajes (media  $\pm$  DS) de grupos de especies pesqueras en el ecosistema marino tropical del Perú por tipo de atributo de sensibilidad

	Bentónicos	Demersales	Pelágicos
Abundancia	1.78 $\pm$ 0.38	1.59 $\pm$ 0.38	1.77 $\pm$ 0.42
Distribución	2.07 $\pm$ 0.41	1.67 $\pm$ 0.23	1.72 $\pm$ 0.35
Fenología	2.00 $\pm$ 0.33	1.85 $\pm$ 0.32	1.96 $\pm$ 0.27

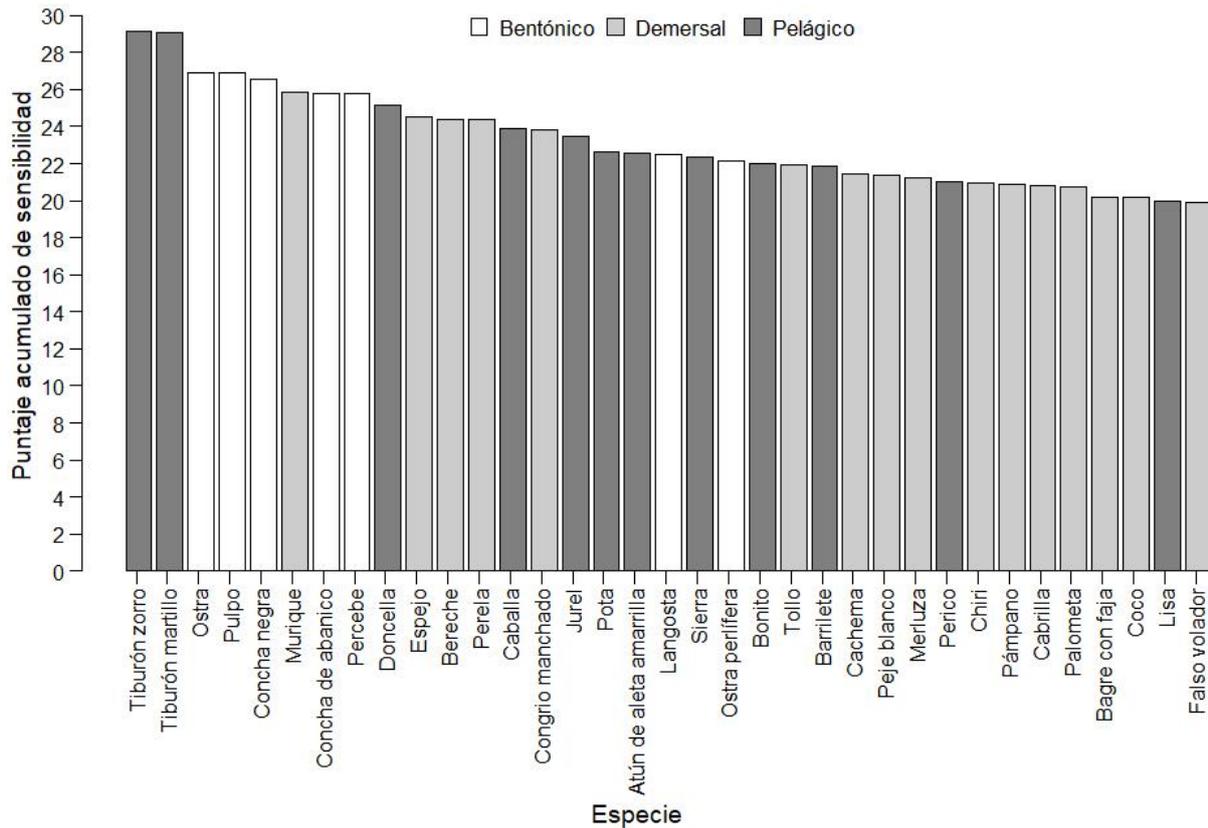
El grupo bentónicos tuvo 100% datos de calidad ( $\geq 2$ ), el grupo pelágicos 76% y el grupo demersales 49%. El desglose de los datos de calidad muestra que el grupo pelágicos tuvo el mayor porcentaje de datos adecuados (35%), y un porcentaje elevado de datos relacionados (40%). El grupo demersales tuvo 27% de datos adecuados, 22% de datos relacionados, 23% de los datos fueron opinión de expertos, y en 28% de los casos no había datos. El grupo bentónicos tuvo 23% de datos adecuados y 77% de datos relacionados (Fig. 6). Por tipo de atributo de sensibilidad, los atributos de abundancia tuvieron 77% de datos de calidad ( $\geq 2$ ), los atributos de distribución tuvieron 67% y los de fenología 59%. El desglose de los datos de calidad por tipo de atributo de sensibilidad muestra que los datos adecuados ( $> 2$ ) ocurrieron con frecuencia en todos los atributos (abundancia = 39%; distribución = 26%; fenología = 19%). En cambio, los datos escasos ( $< 2$ ) fueron más comunes para atributos de fenología (41%), seguido de los atributos de distribución (33%), y de los atributos de abundancia (23%). El desglose de dichos datos muestra que las mayores brechas de datos (puntaje de calidad = 0) ocurrieron en los atributos de fenología (31%), seguido de los atributos de distribución (15%) y de los atributos de abundancia (3%).



**Fig. 6** Proporción de calidad de datos de sensibilidad por grupo funcional. 0. No hay dato; 1. Opinión de experto; 2. Datos relacionados; 3. Datos adecuados

### ***Sensibilidad a nivel de especie***

Los puntajes de sensibilidad acumulada a nivel de especie estuvieron en el rango de valores de 19.9 a 29.1; aproximadamente el 14% de las especies tuvo sensibilidad relativamente 'alta' ( $> 26$ ), estas incluyeron 3 especies bentónicas (p.e. ostra, pulpo y concha negra) y 2 especies de pelágicos (p.e. tiburones zorro y martillo). Cerca del 29% de las especies examinadas tuvieron sensibilidad 'media' (23–26), p.e. 5 especies demersales, 3 especies de pelágicos y 2 especies bentónicas. Aproximadamente 57% de las especies tuvo sensibilidad 'baja' ( $< 23$ ), estas fueron 11 especies demersales, 7 especies de pelágicos, y 2 especies bentónicas (Fig. 7). La matriz detallada de calidad de datos de sensibilidad a nivel especie se encuentra en el Anexo IV.

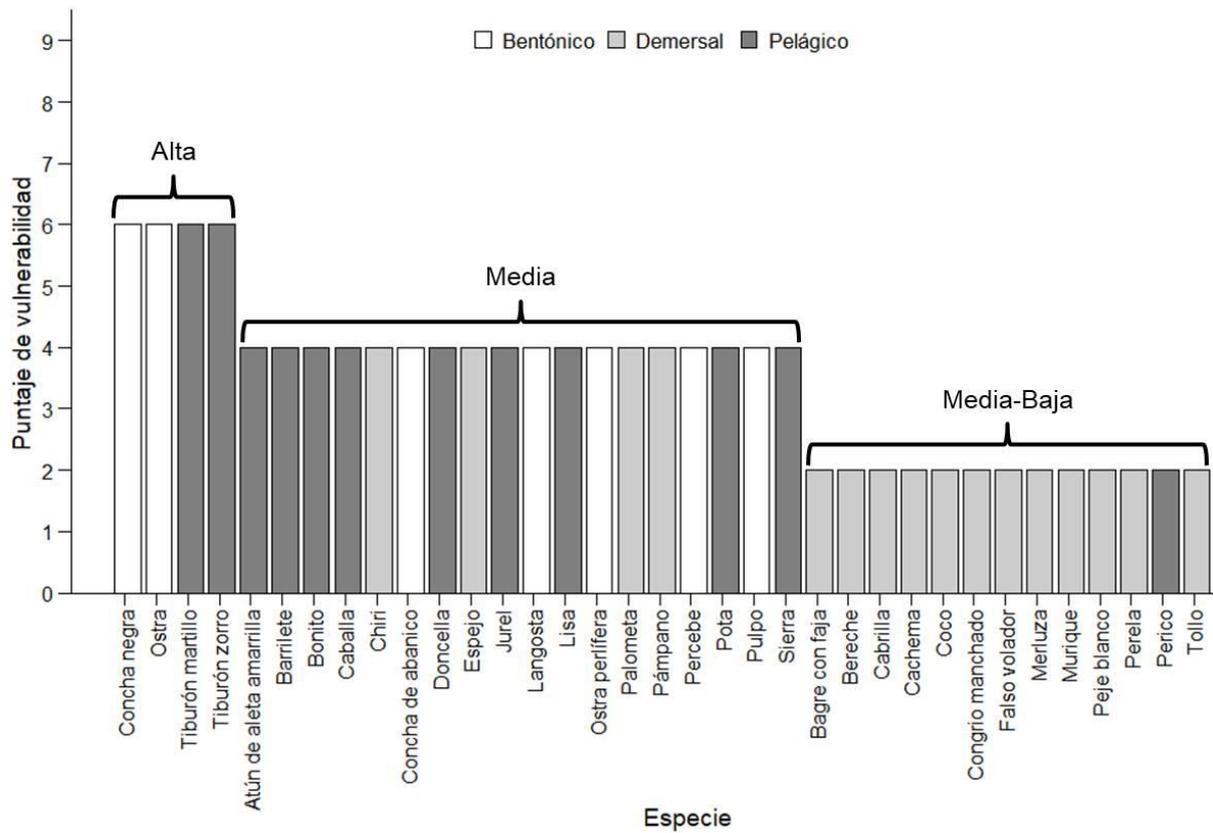


**Fig. 7** Ranking de sensibilidad de especies pesqueras en el ecosistema marino tropical del Perú

### Vulnerabilidad

A nivel de grupo, las especies bentónicas tuvieron la mayor vulnerabilidad ( $4.57 \pm 0.98$  DS), comparado con los grupos pelágicos ( $4.17 \pm 1.03$  DS) y demersales ( $2.50 \pm 0.89$  DS). Dos especies bentónicas (p.e. concha negra y ostra) y dos especies pelágicas (p.e. tiburón martillo y tiburón zorro) tuvieron vulnerabilidad alta. La mayoría de las especies fueron clasificadas con vulnerabilidad media; estas fueron 4 especies demersales, 5 especies bentónicas y 9 especies pelágicas, incluidos el bonito, el jurel, la pota, la concha de abanico, y la langosta, entre otros de considerable importancia comercial. En total 13 especies tuvieron vulnerabilidad media-baja, 12 de ellas demersales y una pelágica (Fig. 8). De acuerdo a la regla lógica, la mayoría de las especies se encontró en las categorías de sensibilidad media o alta, y en las categorías de exposición baja o media. De tal forma que el 51% de las especies fue clasificada con vulnerabilidad media y 37% de las especies fue

clasificada con vulnerabilidad media-baja (Fig. 9). Cerca del 12% de las especies fue clasificada con vulnerabilidad alta, principalmente por tener sensibilidad alta.



**Fig. 8** Ranking de vulnerabilidad de especies pesqueras en el ecosistema marino tropical del Perú frente al cambio climático

		Vulnerabilidad		
		Media (3)	Alta (6) Ostra Tiburón martillo Tiburón zorro	Muy alta (9)
Sensibilidad	Alta [3]			
	Media [2]	<b>Media-Baja (2)</b> Bagre con faja, bereche, cabrilla, cachema, coco, congrio manchado, falso volador, merluza, murique, peje blanco, perela, perico, tolo	<b>Media (4)</b> Atún de aleta amarilla, barrilete, bonito, caballa, chiri, concha de abanico, doncella, espejo, jurel, langosta, lisa, ostra perlífera, palometa, pámpano, percebe, pota, pulpo, sierra	<b>Alta (6)</b> Concha negra
	Baja [1]	<b>Media-Baja (1)</b>	<b>Media-Baja (2)</b>	<b>Media (3)</b>
		Baja [1]	Media [2]	Alta [3]
		Exposición		

**Fig. 9** Matriz de vulnerabilidad de especies pesqueras en el ecosistema marino tropical del Perú frente al cambio climático

## Discusión

Esta evaluación permitió elaborar un ranking relativo de 35 especies pesqueras en el ecosistema marino tropical del Perú (i.e. 7 especies bentónicas, 16 especies demersales y 12 especies pelágicas), de acuerdo a su nivel de vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático. El grupo de especies bentónicas fue el más vulnerable, tuvo la mayor exposición y la mayor sensibilidad de los 3 grupos evaluados. Dos especies bentónicas fueron clasificadas con vulnerabilidad alta, estas son la concha negra y la ostra *S. prismatica*. La capacidad de movimiento limitada de estas especies en estadio adulto implica que deben responder *in situ* a distintos factores climáticos. Con el cambio climático, se anticipan cambios en el

tamaño de la población de concha negra debido a efectos de la acidificación del océano, la turbidez y la salinidad del agua, así como de la temperatura. Esta última puede ocasionar una disminución en su tasa de crecimiento, como se ha observado en otros bivalvos (Broom 1982). Las mayores concentraciones de *S. prismática* se encuentran en el rango de 24°C a 27°C (Ordinola et al. 2010). Su temporada de desove, que ocurre de agosto a septiembre, es estimulada por altas temperaturas que oscilan entre los 29°C y 34°C (Páez-Osuna et al. 1993). Incrementos en la temperatura pueden resultar en cambios de la temporada de desove y en la intensidad de los desoves. Aunado a esto, se ha demostrado que la acidificación del océano tiene efectos negativos en la formación y crecimiento de las conchas, y en la reproducción de otras especies de otras (Gobler & Talmage 2014). De tal forma que también se esperan impactos sobre las poblaciones de otras especies de bivalvos y ostras evaluadas en este estudio.

Las dos especies de pelágicos igualmente clasificadas con alta vulnerabilidad fueron el tiburón martillo y el tiburón zorro. Estas especies son longevas, alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 5 años de edad, y a pesar de ser cosmopolitas son más comunes en rangos de temperaturas entre los 24°C y 25°C. Incrementos en la temperatura del océano pueden resultar en cambios en sus centros de mayor abundancia. La acidificación del océano es capaz de afectar la supervivencia de embriones y la condición de juveniles (Rosa et al. 2014) de estas especies cuya fecundidad es baja, así como su función sensitiva y su capacidad para rastrear presas (Dixson et al. 2015), lo cual se traduciría en una mayor tasa de mortalidad y por lo tanto en menor abundancia.

La mayoría de las especies fueron clasificadas con nivel de vulnerabilidad media, entre las cuales destacan las especies de mayor importancia comercial en el Perú, como el bonito, la caballa, el jurel, la pota y la concha de abanico. La captura del bonito ha disminuido durante El Niño, sin embargo esta especie también es capturada durante condiciones cálidas recurrentes (Llanos et al. 2009); por cual es necesario investigar en qué sentido ocurrirían los cambios de abundancia y distribución de esta especie. La caballa podría tener cambios de distribución hacia el sur de la franja tropical, y en la estructura de la población (de adultos a juveniles); sus temporadas reproductivas podrían adelantarse (Ñiquen & Bouchon 2004; Llanos et al. 2009), el desove y la metamorfosis de la larva también se verían afectados al incrementar la temperatura (Hunter & Kimbrell 1980;

Collette et al. 2011). La abundancia de jurel disminuyó considerablemente debido a la reducción de su hábitat causada por la expansión de la ZMO durante eventos de calentamiento y también mostró cambios de distribución hacia el sur (Gutiérrez et al. 2012).

El incremento de temperatura ocasiona que la pota tenga tasas de crecimiento aceleradas y alcance la madurez sexual a menor talla (Arkhipkin et al. 2015). Las hembras maduras de menor tamaño corporal tendrían fecundidad más baja; también habrían cambios en los eventos reproductivos y en el reclutamiento, así como en la estructura de la población (Pecl & Jackson 2008). El desarrollo y la supervivencia de las paralarvas de la pota se verían afectadas con el incremento de temperatura pues tan solo toleran temperaturas entre los 17°C y 23°C (Staaf et al. 2011). Sin embargo, esta especie es capaz de rastrear temperaturas favorables (Staaf et al. 2011; Ramos et al. 2017) debido a su amplia capacidad migratoria y por la plasticidad de su historia de vida (Hoving et al. 2013). Se ha observado que la distribución geográfica de la pota ha cambiado durante El Niño (Keyl et al. 2008) y esto ha resultado en la disminución de las capturas en el Perú (Taipe et al. 2001); cambios similares podrían acentuarse debido al cambio climático. La concha de abanico es otro invertebrado de gran importancia comercial que fue clasificado con vulnerabilidad media. Esta especie podría disminuir en abundancia en la bahía de Sechura debido a la esorrentía de sedimentos y a la disminución de la salinidad ocasionada por la descarga de los ríos asociada a la intensificación de la precipitación (Mendo et al. 2008).

Entre las especies con vulnerabilidad media-baja se encuentran el bagre con faja, la merluza, el perico, el falso volador y el tollo. La población del bagre con faja se ha dispersado a lo largo de la costa del Perú durante estaciones cálidas o eventos cálidos, p.e. verano o El Niño (Bearez et al. 2010). Una especie del mismo género, *G. caerulea*, requiere bajas salinidades para desovar (Yáñez-Arancibia et al. 1976); cambios en la frecuencia e intensidad de la lluvia podrían tener consecuencias en el desove y en las temporadas de desove del bagre con faja cerca de las costas del Perú.

Con El Niño 1991–1993, merluzas de gran tamaño migraron de las zonas de pesca tradicionales en aguas peruanas e individuos pequeños se volvieron dominantes (Guevara-Carrasco & Leonart 2008). Tales cambios de distribución pueden resultar en un aumento en el consumo de combustible y en mayores costos operacionales para la flota industrial de

merluza (Avadí et al. 2018). Las condiciones de surgencia dan como resultado un aumento en el tamaño de los huevos y de las larvas de merluza a profundidades medias (50–100 m), que son transportados a aguas superficiales costeras (Landaeta & Castro 2011). Los cambios en las condiciones de surgencia asociados con el cambio climático pueden afectar el movimiento de huevos (en aguas intermedias) y larvas (en la costa), aunque la direccionalidad de tales cambios requiere un examen más detallado (Echevin et al. 2020).

Los efectos del cambio climático sobre el perico podrían ser mixtos. Las capturas de esta especie incrementaron en el Perú debido a la intrusión de aguas cálidas hacia la costa peruana (Solano-Sare et al. 2008). Sin embargo, el desarrollo embrionario podría verse afectado si la temperatura óptima para este estadio alrededor de los 25°C es rebasada. El hábitat de esta especie se podría reducir verticalmente con la expansión de la zona de mínimo oxígeno (Solano-Sare et al. 2008). El perico podría entonces volverse más accesible para los pescadores, lo cual en un principio podría ser positivo desde el punto de vista comercial. Sin embargo, en estos casos será necesario implementar medidas de manejo pertinentes para evitar el doble impacto del cambio climático y la presión de pesca. El falso volador es considerado indicador de aguas cálidas; es persistente a los cambios de salinidad y oxígeno, y se ha reportado hacia el sur de su rango de distribución conocido durante eventos de calentamiento (Samamé & Fernández 2000). Se estima que el tollo produce menos de 10 crías cada uno o dos años, y su desove disminuyó durante El Niño 1983 (Samamé et al. 1985). Impactos negativos sobre su capacidad reproductiva y sobre el tamaño poblacional son probables debido al cambio climático.

La mayoría de las especies evaluadas tiene un alto potencial reproductivo; esta característica favorecería su capacidad para mantener el tamaño de sus poblaciones frente al cambio climático. Los cambios de distribución en respuesta a la variabilidad ambiental parecen ser comunes en las especies evaluadas (Espino 1990; Ñiquen & Bouchon 2004), con cambios que generalmente ocurren hacia el sur y hacia aguas más profundas (Espino 1990). Los cambios de distribución pueden tener impactos positivos o negativos; las capturas pesqueras en el ecosistema marino tropical del Perú podrían disminuir si las especies se desplazan más al sur de dicha franja. No obstante, también pueden desarrollarse nuevas pesquerías a medida que otras especies se reubiquen en la franja tropical. Nuestra capacidad para anticiparnos a dichos cambios y para optimizar oportunidades definirá si el

balance será positivo o negativo (Madin et al. 2012). Por lo cual, será de crucial importancia conocer la biología y dinámica poblacional de las especies pesqueras del ecosistema marino tropical del Perú, así como de las especies que pudieran llegar a esta zona. La respuesta fenológica frente al cambio climático es variable entre especies (Chambers et al. 2013; Poloczanska et al. 2016) y como consecuencia ocurren cambios en la estructura de las comunidades marinas y en la función de los ecosistemas marinos (Edwards & Richardson 2004; Chambers et al. 2013). En este estudio se encontró que los atributos de fenología aportaron la mayor sensibilidad entre los grupos funcionales y entre las especies. Sin embargo, debido al enfoque precautorio del análisis empleado, es posible que esto se deba a la falta de información. La brecha crítica de información fenológica ha sido común en estudios realizados en la zona de afloramiento del Perú (Ramos et al. *en preparación*) y en otras regiones, p.e. Australia (Pecl et al. 2014), lo que demuestra la urgente necesidad de dirigir esfuerzos hacia esta área de investigación.

El mar del Perú es altamente dinámico, con marcados cambios estacionales e interanuales que tienen impactos periódicos en las especies marinas. Con el cambio climático, se anticipa que los cambios oceanográficos (Stocker et al. 2013) y los impactos que éstos tienen en las especies marinas se intensificarán (Burrows et al. 2011, 2014; Poloczanska et al. 2013, 2016). De acuerdo al análisis de magnitud de cambio de los factores de exposición, se encontró que la temperatura, el pH y la salinidad tendrán la mayor magnitud de cambio para el año 2055 en el mar del Perú. Estudios han demostrado que el incremento de temperatura puede tener repercusiones en la tasa metabólica de los organismos, afectando su crecimiento, capacidad reproductiva, abundancia, distribución y fenología (Edwards & Richardson 2004; Sunday et al. 2012; Burrows et al. 2014). La acidificación de los océanos afectará la formación de las conchas en bivalvos (Gobler & Talmage 2014), los mecanismos de unión del oxígeno en la sangre en peces e invertebrados activos (Rosa & Seibel 2008), y el crecimiento y supervivencia de larvas de peces (Frommel et al. 2016). Los cambios en la salinidad relacionados con el incremento en la precipitación, el flujo de agua dulce y el aumento del nivel del mar también afectarán a las especies costeras (Mendo et al. 2008). Esto sugiere que la elección de los factores de exposición fue adecuada para la presente EVC. Sin embargo, en futuras evaluaciones será necesario incluir

factores de exposición adicionales cuyos datos no estaban disponibles al momento de realizar esta evaluación, p.e. oxígeno.

El Sistema de la Corriente de Humboldt se caracteriza por una deficiencia en el oxígeno subsuperficial (Levin et al. 2002; Ulloa & Pantoja 2009) y la oxiclina se ha vuelto más somera en aguas costeras del Perú desde la década de 1990 (Bertrand et al. 2011). Por lo cual el régimen de oxígeno es de gran interés en el Sistema de la Corriente de Humboldt, particularmente debido a la tendencia de desoxigenación de los océanos (Breitburg et al. 2018). La baja concentración de oxígeno afecta a las especies activas a través de una mayor demanda metabólica (Pörtner 2010), así como también a especies con capacidad de movimiento limitada como la concha de abanico (Brokordt et al. 2015). Los cambios en la profundidad de la oxiclina modifican las dimensiones del hábitat epipelágico, alterando la distribución y el comportamiento del nekton (Rose et al. 2019), así como su capturabilidad. Los cambios de oxígeno también afectan la distribución, abundancia y diversidad de especies bentónicas y demersales. Tal es el caso de la intensa colonización bentónica de fondos sublitorales frente al centro de Perú, la cual ocurre bajo eventos de oxigenación asociados a El Niño (Tarazona et al. 1988; Gutiérrez et al. 2008). Por su parte, la distribución latitudinal de la merluza parece estar modulada por la intensidad de los flujos subsuperficiales hacia el sur y que ventilan la columna de agua (Guevara-Carrasco & Leonart 2008). La inclusión de variables como el oxígeno disuelto puede entonces estimar rankings de vulnerabilidad más precisos.

El nivel de vulnerabilidad del atún de aleta amarilla en comparación con el de la merluza podría considerarse inesperado; sin embargo, este resultado es consistente con lo reportado para el ecosistema de afloramiento del Perú (Ramos et al. *en preparación*). El ranking de algunas especies pudo verse afectado por la naturaleza precautoria del análisis, pues si no había conocimiento sobre el factor de exposición o sobre el atributo de sensibilidad se asignaba un mayor puntaje. Otros inconvenientes son la incertidumbre asociada a la elección de los factores de exposición o atributos de sensibilidad, y que los límites entre ellos a menudo son desconocidos (Ortega-Cisneros et al. 2018). Sin embargo, la EVC también tiene como objetivo identificar la falta de información para así priorizar líneas de investigación. De tal manera que el análisis puede ser actualizado y ampliado a medida

que se tengan proyecciones ambientales de resolución más fina (p.e. Echevin et al. 2020) o información biológica reciente sobre las especies de interés en el área de estudio.

La EVC permitiría entonces mejorar nuestra capacidad predictiva sobre el efecto del cambio climático en las especies pesqueras y fortalecer a los pescadores e industria pesquera ante dichos cambios. La colaboración y comunicación estrecha entre pescadores, científicos, representantes de las pesquerías, comerciantes, y gobierno, entre otras partes interesadas, será esencial para establecer e implementar estrategias de adaptación oportunamente. El conocimiento empírico de los pescadores ha demostrado ser de gran ayuda al reportar cambios posiblemente relacionados con el cambio climático, y que posiblemente los científicos desconocen (Pecl et al. 2019). El conocimiento sobre el ranking de vulnerabilidad de especies permitirá al gobierno establecer prioridades de investigación y financiamiento para proteger especies vulnerables y para aprovechar especies tolerantes. Modelos regionales predictivos desarrollados por científicos ayudarían a identificar potenciales zonas y temporadas de distribución de las especies, y por lo tanto zonas y temporadas de pesca bajo distintos escenarios de cambio climático, p.e. RCP 8.5 (Champion et al. 2018). Al saber cuales especies cambiarían de distribución, en abundancia y temporalidad, los pescadores artesanales y representantes de la pesca industrial podrían realizar cambios en las artes de pesca, en el tamaño de la flota y en la dinámica del esfuerzo pesquero. Los comerciantes serían capaces de ajustar los precios de los productos pesqueros de acuerdo a la oferta y a la demanda, así como abrir nuevos mercados para las especies que cambien su distribución hacia el ecosistema marino tropical del Perú. El gobierno sería capaz de adecuar límites de capturas, zonas de pesca, vedas y apoyos a los sectores pesqueros vulnerables. Estas estrategias permitirán mejorar la capacidad adaptativa del sector pesquero, tanto de pescadores artesanales como de la pesca industrial, al minimizar los impactos negativos y al maximizar las oportunidades resultantes del cambio climático (Schreiber et al. 2011; Frusher et al. 2014; Hobday et al. 2016; Pecl et al. 2019).

## Conclusiones

1. Esta evaluación permitió realizar un ranking relativo de vulnerabilidad de 35 especies pesqueras del ecosistema marino tropical del Perú a los efectos futuros del cambio climático.
2. Cuatro especies fueron clasificadas con vulnerabilidad alta, 18 especies fueron clasificadas con tuvieron vulnerabilidad media, y 13 especies fueron clasificadas con vulnerabilidad media-baja.
3. Las cuatro especies con vulnerabilidad alta fueron la concha negra, la ostra (*S. prismatica*), el tiburón martillo y el tiburón zorro.
4. Cinco especies fueron clasificadas con exposición alta, estas especies son la concha negra, el percebe, la concha de abanico, el tiburón zorro y el pulpo.
5. Cinco especies fueron clasificadas con sensibilidad alta, estas son la ostra (*S. prismatica*), el pulpo, la concha negra, el tiburón zorro y el tiburón martillo.
6. El grupo de especies bentónicas fue el más vulnerable; tuvo la mayor exposición y la mayor sensibilidad de los 3 grupos de especies examinados. El segundo grupo más vulnerable fue el de pelágicos.
7. Los factores de exposición tuvieron puntajes acumulados relativamente similares, aunque algunos fueron más importantes para ciertas especies dependiendo de sus características de historia de vida.
8. Los atributos fenológicos tuvieron la mayor influencia en la sensibilidad de los 3 grupos de especies. Los atributos de distribución tuvieron la segunda mayor influencia en la sensibilidad de los grupos de especies bentónicas y demersales, mientras que los atributos de abundancia tuvieron la segunda mayor influencia para el grupo pelágicos.
9. Se tiene la percepción de que con el cambio climático ocurran cambios en la distribución de las especies pesqueras del ecosistema marino tropical del Perú, principalmente hacia el sur y hacia aguas más profundas; así como cambios en su abundancia y en los eventos de su ciclo de vida.
10. Aproximadamente 99% y 81% de la información sobre los factores de exposición fue de alta calidad (puntaje de calidad  $\geq 2$ ) para los grupos bentónicos y demersales, respectivamente. Sin embargo, cerca del 77% de la información sobre los factores de exposición para el grupo pelágicos fue escasa (puntaje de calidad  $< 2$ ).

11. Cerca del 100% y 76% de la información sobre los atributos de sensibilidad fue de alta calidad (puntaje de calidad  $\geq 2$ ) para los grupos bentónicos y pelágicos, respectivamente. Sin embargo, aproximadamente el 51% de la información sobre los atributos de sensibilidad para el grupo demersales fue escasa (puntaje de calidad  $< 2$ ).
12. Los atributos fenológicos tuvieron la mayor proporción (31%) de brechas de información (puntaje de calidad = 0).

### **Prioridades de investigación**

Con base en las brechas críticas de datos, se identificaron las siguientes prioridades de investigación:

1. Se requiere incrementar el conocimiento respecto a los efectos de los distintos factores de exposición, principalmente sobre las especies pelágicas.
2. Es necesario investigar los efectos de la salinidad del fondo del mar y del incremento en el nivel del mar sobre las especies demersales. En el caso del incremento en el nivel del mar el enfoque sería sobre los estadios de vida dependientes de la zonas costeras.
3. Se requiere profundizar en el conocimiento del efecto de la precipitación, e impactos asociados, sobre los bancos de concha de abanico.
4. Para las especies demersales se debe investigar los distintos atributos de sensibilidad, principalmente para las siguientes especies: bereche, chiri, coco, congrio manchado, espejo, murique, palometa, pámpano y perela.
5. Para las especies pelágicas se debe investigar los distintos atributos de sensibilidad, en particular para la sierra, el tiburón martillo y el tiburón zorro.
6. Si bien existe información sobre la mayoría de los atributos de sensibilidad de las especies bentónicas, se identificó que esta información es sobre especies relacionadas o de fuera del área de estudio. Por lo cual también se sugiere realizar estudios sobre los distintos atributos de sensibilidad para las especies bentónicas. Caso similar ocurre con los pelágicos atún de aleta amarilla, barrilete y bonito.
7. Las próximas Evaluaciones de Vulnerabilidad Climática deberían incorporar otros factores de exposición, p.e. la concentración de oxígeno disuelto, las corrientes oceánicas, entre otros.

8. La implementación de modelos de distribución de especies permitiría identificar potenciales áreas de distribución geográfica de las especies pesqueras de acuerdo a los diferentes escenarios de cambio climático.
9. Paralelo a las Evaluaciones de Vulnerabilidad Climática sería favorable realizar análisis de vulnerabilidad socio-ecológica, con el fin de identificar los sectores involucrados en la actividad pesquera que son más vulnerables al cambio climático.

## Referencias

- Abu Samah A, Shaffril HAM, Hamzah A, Abu Samah B (2019) Factors Affecting Small-Scale Fishermen's Adaptation Toward the Impacts of Climate Change: Reflections From Malaysian Fishers. *SAGE Open* 9: 1–11. <https://doi.org/10.1177/2158244019864204>
- Allison EH, Adger WN, Badjeck MC, Brown K, Conway D, Dulvy NK, Halls A, Perry A, Reynolds JD (2005) Effects of climate change on sustainability of capture and enhancement fisheries important to the poor: analysis of the vulnerability and adaptability of fisher folk living in poverty. UK. Project No. R 4778J, Final Technical Report, DFID, 168 pp
- Allison EH, Perry AL, Badjeck MC, Adger WN, Brown K, Conway D, Halls AS, Pilling GM, Reynolds JD, Andrew NL, Dulvy NK (2009) Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries. *Fish Fish* 10:173–196. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2008.00310.x>
- Arkhipkin A, Argüelles J, Shcherbich Z, Yamashiro C (2015) Ambient temperature influences adult size and life span in jumbo squid (*Dosidicus gigas*). *Can J Fish Aquat Sci* 72:400–409. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2014-0386>
- Avadí A, Adrien R, Aramayo V, Fréon P (2018) Environmental assessment of the Peruvian industrial hake fishery with LCA. *Int J Life Cycle Assess* 23:1126–1140. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1364-1>
- Bakun A (1987) Monthly variability in the ocean habitat off Peru as deduced from maritime observations, 1953 to 1984. En: Pauly D, Tsukayama I (Eds.) *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change*. *ICLARM Studies and Reviews* 15:46–74

- Bakun A, Csirke J, Lluch-Belda D, Seer-Ruiz R (1999) The Pacific Central American Coastal LME. En: Tang Q, Sherman K (Eds.) Large Marine Ecosystems of the Pacific Rim: Assessment, Sustainability and Management. Blackwell Science, Inc., Malden, 465 pp
- Barange M, Merino G, Blanchard JL, Scholtens J, Harle J, Allison EH, Allen JI, Holt J, Jennings S (2014) Impacts of climate change on marine ecosystem production in societies dependent on fisheries. *Nat Clim Chang* 4:211–216. <https://doi.org/10.1038/nclimate2119>
- Bearez P, Acero A, Betancur R (2010) *Galeichthys peruvianus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183404A8107700. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183404A8107700.en>.
- Beever EA, O'Leary J, Mengelt C, West JM, Julius S, Green N, Magness D, Petes L, Stein B, Nicotra AB, Hellmann JJ, Robertson AL, Staudinger MD, Rosenberg AA, Babij E, Brennan J, Schuurman GW, Hofmann GE (2016) Improving conservation outcomes with a new paradigm for understanding species' fundamental and realized adaptive capacity. *Conserv Lett* 9:131–13. <https://doi.org/10.1111/conl.12190>
- Bertrand A, Chaigneau A, Peraltilla S, Ledesma J, Graco M, Monetti F, Chavez FP (2011) Oxygen: A Fundamental Property Regulating Pelagic Ecosystem Structure in the Coastal Southeastern Tropical Pacific. *PLoS ONE* 7:E29558. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029558>
- Breitburg D, Levin LA, Oschlies A, Grégoire M, Chavez FP, Conley DJ, Garçon V, Gilbert D, Gutiérrez D, Isensee K, Jacinto GS, Limburg KE, Montes I, Naqvi SWA, Pitcher GC, Rabalais NN, Roman MR, Rose KA, Seibel BA, Telszewski M, Yasuhara M, Zhang J (2018) Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science* 359:eaam7240. <https://doi.org/10.1126/science.aam7240>
- Brokordt K, Pérez H, Herrera C, Gallardo A (2015) Reproduction reduces HSP70 expression capacity in *Argopecten purpuratus* scallops subject to hypoxia and heat stress. *Aquat Biol* 23:265–274. <https://doi.org/10.3354/ab00626>

- Broom MJ (1982) Analysis of the Growth of *Anadara granosa* (Bivalvia: Arcidae) in Natural, Artificially Seeded and Experimental Populations. *Mar Ecol Prog Ser* 9:69–79
- Burrows MT, Schoeman DS, Buckley LB, Moore P, Poloczanska ES, Brander KM, Brown C, Bruno JF, Duarte CM, Halpern BS, Holding J, Kappel CV, Kiessling W, O'Connor MI, Pandolfi JM, Parmesan C, Schwing FB, Sydeman WJ, Richardson AJ (2011) The pace of shifting climate in marine and terrestrial ecosystems. *Science* 334:652–655. <https://doi.org/10.1126/science.1210288>
- Burrows MT, Schoeman DS, Richardson AJ, Garcia-Molinos J, Hoffmann A, Buckley LB, Moore PJ, Brown CJ, Bruno JF, Duarte CM, Halpern BS, Hoegh-Guldberg O, Kappel CV, Kiessling W, O'Connor MI, Pandolfi JM, Parmesan C, Sydeman WJ, Ferrier S, Williams KJ, Poloczanska ES (2014) Geographical limits to species-range shifts are suggested by climate velocity. *Nature* 507:492–495. <https://doi.org/10.1038/nature12976>
- Chaigneau A, Dominguez N, Eldin G, Vasquez L, Flores R, Grados C, Echevin V (2013) Near-coastal circulation in the Northern Humboldt Current System from shipboard ADCP data. *J Geophys Res Oceans* 118:5251–5266. <https://doi.org/10.1002/jgrc.20328>
- Chambers LE, Altwegg R, Barbraud C, Barnard P, Beaumont LJ, Crawford RJM, Durant JM, Hughes L, Keatley MR, Low M, Morellato PC, Poloczanska ES, Ruoppolo V, Vanstreels RET, Woehler EJ, Wolfaardt AC (2013) Phenological Changes in the Southern Hemisphere. *PLoS ONE* 8:e75514. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075514>
- Champion C, Hobday AJ, Zhang X, Pecl GT, Tracey SR (2018) Changing windows of opportunity: past and future climate-driven shifts in temporal persistence of kingfish (*Seriola lalandi*) oceanographic habitat within south-eastern Australian bioregions. *Mar Freshw Res* 70:33–42. <https://doi.org/10.1071/MF17387>
- Chavez FP, Ryan J, Lluch-Cota SE, Niquen M (2003) From anchovies to sardines and back: Multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science* 299:217–221. <https://doi.org/10.1126/science.1075880>
- Cheung WW, Lam VWY, Sarmiento JL, Kearney K, Watson R, Zeller D, Pauly D (2010) Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under

- climate change. *Glob Chang Biol* 16:24–35. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01995.x>
- Collette B, Acero A, Canales-Ramirez C, Cardenas G, Carpenter KE, Chang SK, Di Natale A, Fox W, Guzman-Mora A, Juan-Jorda M, Miyabe N, Montano-Cruz R, Nelson R, Salas E, Schaefer K, Serra R, Sun C, Uozumi Y, Wang S, Wu J, Yeh S (2011) *Scomber japonicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T170306A6737373. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T170306A6737373.en>
- Dixon DL, Jennings AR, Atema J, Munday PL (2015) Odor tracking in sharks is reduced under future ocean acidification conditions. *Glob Chang Biol* 21:1454–1462. <https://doi.org/10.1111/gcb.12678>
- Dulvy NK, Rogers SI, Jennings S, Stelzenmüller V, Dye SR, Skjoldal HR (2008) Climate change and deepening of the North Sea fish assemblage: a biotic indicator of warming seas. *J Appl Ecol* 45:1029–1039. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01488.x>
- Echevin V, Gévaudan M, Espinoza-Morriberon D, Tam J, Aumont O, Gutierrez D, Colas F (2020) Physical and biogeochemical impacts of RCP8.5 scenario in the Peru upwelling system. *Biogeosci Discuss*. <https://doi.org/10.5194/bg-2020-4>
- Edwards M, Richardson AJ (2004) Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature* 430:881–884. <https://doi.org/10.1038/nature02808>
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. *Bol Inst Mar Perú* 14, 28 pp
- FAO (2020) The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. FAO. Rome, 206 pp. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL (Eds.) (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press, 1132 pp

- Fortini L, Schubert O (2017) Beyond exposure, sensitivity and adaptive capacity: a response based ecological framework to assess species climate change vulnerability. *Clim Chang Resp* 4:2. <https://doi.org/10.1186/s40665-017-0030-y>
- Frommel AY, Margulies D, Wexler JB, Stein MS, Scholey VP, Williamson JE, Bromhead D, Nicol S, Havenhand J (2016) Ocean acidification has lethal and sub-lethal effects on larval development of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*. *J Exp Mar Bio Ecol* 482:18–24. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2016.04.008>
- Frusher SD, Hobday AJ, Jennings SM, Creighton C, D’Silva D, Haward M, Holbrook NJ, Nursey-Bray M, Pecl GT, van Putten EI (2014) The short history of research in a marine climate change hotspot: from anecdote to adaptation in south-east Australia. *Rev Fish Biol Fish* 24:593–611. <https://doi.org/10.1007/s11160-013-9325-7>
- Gardali T, Seavy NE, DiGaudio RT, Comrack LA (2012) A climate change vulnerability assessment of California’s at-risk birds. *PLoS ONE* 7:e29507.
- Gobler CJ, Talmage SC (2014) Physiological response and resilience of early life-stage Eastern oysters (*Crassostrea virginica*) to past, present and future ocean acidification. *Conserv Physiol* 2, <https://doi:10.1093/conphys/cou004>
- Guevara-Carrasco R, Leonart J (2008) Dynamics and Fishery of the Peruvian hake: between the nature and the man. *J Mar Syst* 71:249–259. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2007.02.030>
- Gutiérrez M, Castillo R, Segura M, Peraltilla S, Flores M (2012) Trends in spatio-temporal distribution of Peruvian anchovy and other small pelagic fish biomass from 1966–2009. *Lat Am J Aquat Res* 40:633–648
- Gutiérrez D, Enríquez E, Purca S, Quipúzcoa L, Marquina R, Flores G, Graco M (2008) Oxygenation episodes on the continental shelf of central Peru: Remote forcing and benthic ecosystem response. *Prog Oceanogr* 79:177–189. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.025>
- Hare JA, Morrison WE, Nelson MW, Stachura MM, Teeters EJ, Griffis RB, Alexander MA, Scott JD, Alade L, Bell RJ, Chute AS, Curti KL, Curtis TH, Kircheis D, Kocik JF, Lucey SM,

- McCandless CT, Milke LM, Richardson DE, Robillard E, Walsh HJ, McManus MC, Marancik KE, Griswold CA (2016) A Vulnerability Assessment of Fish and Invertebrates to Climate Change on the Northeast U.S. Continental Shelf. *PLoS ONE* 11:e0146756. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146756>
- Haro MT (2016) Edad y crecimiento de *Paralichthys peruanus* "suco" procedente de la pesca artesanal de la Región La Libertad de febrero a diciembre del 2014. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Trujillo
- Hobday AJ, Cochrane K, Downey-Breedy N, Howard J, Aswani S, Byfield V, Duggan G, Duna E, Dutra LXC, Frusher SD, Fulton EA, Gammage L, Gasalla MA, Griffiths C, Guissamulo A, Haward M, Jarre A, Jennings SM, Jordan T, Joyner J, Ramani NK, Shanmugasundaram SLP, Malherbe W, Cisneros KO, Paytan A, Pecl GT, Plaganyi EE, Popova EE, Razafindrainibe H, Roberts M, Rohit P, Sainulabdeen SS, Sauer W, Valappil ST, Zacharia PU, van Putten EI (2016) Planning adaptation to climate change in fast-warming marine regions with seafood-dependent coastal communities. *Rev Fish Biol Fish* 26:249–264. <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9419-0>
- Hobday AJ, Smith ADM, Stobutzki IC, Bulmana C, Daley R, Dambacher JM, Deng RA, Dowdney J, Fuller M, Furlani D, Griffiths SP, Johnson D, Kenyon R, Knuckey IA, Ling SD, Pitcher R, Sainsbury KJ, Sporcic M, Smith T, Turnbull C, Walker TI, Wayte SE, Webb H, Williams A, Wise BS, Zhou S (2011) Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fish Res* 108:372–384. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.01.013>
- Hoegh-Guldberg O, Bruno JF (2010) The Impact of Climate Change on the World's Marine Ecosystems. *Science* 328:1523–1528. <https://doi.org/10.1126/science.1189930>
- Hoving HJ, Gilly WF, Markaida U, Benoit-Bird KJ, Brown ZW, Daniel P, Field JC, Parissenti L, Liu B, Campos B (2013) Extreme plasticity in life-history strategy allows a migratory predator (jumbo squid) to cope with a changing climate. *Glob Chang Biol* 19:2089–2103. <https://doi.org/10.1111/gcb.12198>
- Hunter JR, Kimbrell CA (1980) Early life history of Pacific mackerel, *Scomber japonicus*. *Fish Bull* 78:89–101

- Keyl F, Argüelles J, Mariategui L, Tafur R, Wolff M, Yamashiro C (2008) A Hypothesis on Range Expansion and Spatio-Temporal Shifts in Size-at-Maturity of Jumbo Squid (*Dosidicus gigas*) in the Eastern Pacific Ocean. *CalCOFI Rep* 49:119–128
- Lam VWY, Cheung WWL, Reygondeau G, Sumaila R (2016) Projected change in global Fisheries revenues under climate change. *Sci Rep* 6: 32607. <https://doi.org/10.1038/srep32607>
- Landaeta M, Castro LR (2011) Seasonal and annual variation in Chilean hake *Merluccius gayi* spawning locations and egg size off central Chile. *Prog Oceanogr* 92–95:166–177. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2011.07.002>
- Levin L, Gutiérrez D, Rathburn A, Neira C, Sellanes J, Muñoz P, Gallardo V, Salamanca M (2002) Benthic processes on the Peru margin: a transect across the oxygen minimum zone during the 1997–98 El Niño. *Prog Oceanogr* 53:1–27. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(02\)00022-8](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(02)00022-8)
- Llanos J, Galán J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. IMARPE, 89 pp
- Madin EMP, Ban NC, Doubleday ZA, Holmes TH, Pecl GT, Smith F (2012) Socio-economic and management implications of range-shifting species in marine systems. *Glob Environ Change-Human and Policy Dimensions* 22:137–146. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.008>
- Mendo J, Wolff M, Carbajal W, Gonzáles I, Badjeck M (2008) Manejo y explotación de los principales bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la costa Peruana. En: Lovatelli E, Farías A, Uriarte I (Eds.) Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp 101–114
- Ministerio de la Producción (2015) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2014. Ministerio de la Producción. Lima, Perú, 193 pp

- Ministerio de la Producción (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Ministerio de la Producción. Lima, Perú, 200 pp
- Morrison WE, Nelson MW, Howard JF, Teeters EF, Hare JA, Griffis RB, Scott JD, Alexander MA (2015) Methodology for Assessing the Vulnerability of Marine Fish and Shellfish Species to a Changing Climate. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum. NMFS-OSF-3: 48 p. Disponible en: <http://www.st.nmfs.noaa.gov/Assets/ecosystems/climate/documents/TM%20OSF3.pdf>
- Ñiquen M, Bouchon M (2004) Impact of El Niño events on pelagic fisheries in Peruvian waters. Deep Sea Res Part II Top Stud Oceanogr 51:563–574. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2004.03.001>
- Oerder V, Colas F, Echevin V, Codron F, Tam J, Belmadani A (2015) Peru-Chile upwelling dynamics under climate change. J Geophys Res Oceans 120:1152–1172. <https://doi.org/10.1002/2014jc010299>
- Ordinola E, Alemán S, Montero P, Llanos J (2010) La ostra *Crassostrea iridescens* (Hanley) en Tumbes, Perú. Primavera 2007. Inf Inst Mar Perú 37:139–150
- Oremus K (2019) Climate variability reduces employment in New England fisheries. Proc Natl Acad Sci USA 116:26444–26449. <https://doi.org/10.1073/pnas.1820154116>
- Ortega-Cisneros K, Yokwana S, Sauer W, Cochrane K, Cockcroft A, James NC, Potts WM, Singh L, Smale M, Wood A, Pecl G (2018) Assessment of the likely sensitivity to climate change for the key marine species in the southern Benguela system. Afr J Mar Sci 40:279–292. <https://doi.org/10.2989/1814232X.2018.1512526>
- Páez-Osuna F, Fazueta-Padilla HM, Osuna-López JI (1993) Biochemical composition of the oysters *Crassostrea iridescens* and *Crassostrea corteziensis* in the northwest coast of Mexico: seasonal changes. J Exp Mar Biol Ecol 170:1–9
- Pecl GT, Jackson GD (2008) The potential impacts of climate change on inshore squid: biology, ecology and fisheries. Rev Fish Biol Fisheries 18:373–385. <https://doi.org/10.1007/s11160-007-9077-3>

- Pecl GT, Ogier E, Jennings S, van Putten I, Crawford C, Fogarty H, Frusher S, Hobday AJ, Keane J, Lee E, MacLeod C, Mundy C, Stuart-Smith J, Tracey S (2019) Autonomous adaptation to climate-driven change in marine biodiversity in a global marine hotspot. *Ambio* 48:1498–1515. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01186-x>
- Pecl G, Ward TM, Doubleday ZA, Clarke S, Day J, Dixon C, Frusher S, Gibbs P, Hobday AJ, Hutchinson N, Jennings S, Jones K, Li X, Spooner D, Stoklosa R (2014) Rapid assessment of fisheries species sensitivity to climate change. *Clim Change* 127:505–520. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1284-z>
- Penven P, Echevin V, Pasapera J, Colas F, Tam J (2005) Average circulation, seasonal cycle, and mesoscale dynamics of the Peru Current System: A modeling approach. *J Geophys Res* 110:C10021. <https://doi.org/10.1029/2005jc002945>
- Poloczanska ES, Babcock RC, Butler A, Hobday AJ, Hoegh-Guldberg O, Kunz TJ, Matear R, Milton DA, Okey TA, Richardson AJ (2007) Climate change and Australian marine life. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 45:407–478. <https://doi.org/10.1201/9781420050943>
- Poloczanska ES, Brown CJ, Sydeman WJ, Kiessling W, Schoeman DS, Moore PJ, Brander K, Bruno JF, Buckley LB, Burrows MT, Duarte CM, Halpern BS, Holding J, Kappel CV, O'Connor MI, Pandolfi JM, Parmesan C, Schwing F, Thompson SA, Richardson AJ (2013) Global imprint of climate change on marine life. *Nat Clim Chang* 3:919–925. <https://doi.org/10.1038/nclimate1958>
- Poloczanska ES, Burrows MT, Brown CJ, García-Molinos J, Halpern BS, Hoegh-Guldberg O, Kappel CV, Moore PJ, Richardson AJ, Schoeman DS, Sydeman WJ (2016) Responses of Marine Organisms to Climate Change across Oceans. *Front Mar Sci* 3:1–21. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00062>
- Pörtner HO (2010) Oxygen- and capacity-limitation of thermal tolerance: a matrix for integrating climate-related stressor effects in marine ecosystems. *J Exp Biol* 213: 881–893. <https://doi.org/10.1242/jeb.037523>

- Ramos JE, Ramos-Rodríguez A, Bazzino-Ferreri G, Kurczyn A, Rivas D, Salinas-Zavala CA (2017) Characterization of the northernmost spawning habitat of *Dosidicus gigas* with implications on its northwards range extension. *Mar Ecol Prog Ser* 572:179–192. <https://doi.org/10.3354/meps12140>
- Ramos JE, Tam J, Aramayo V, Bandin R, Buitron B, Cuba A, Fernandez E, Flores-Valiente J, Gomez E, Jara H, Ñiquen M, Rujel J, Salazar CM, Sanjinez M, Briceño FA, León RI, Nelson M, Gutlérrez D, Pecl GT (*en preparación*) Vulnerability to climate change of key Peruvian fishery resources in the Northern Humboldt Current System
- Rijnsdorp AD, Peck MA, Engelhard GH, Mollmann C, Pinnegar JK (2009) Resolving the effect of climate change on fish populations. *ICES J Mar Sci* 66:1570–1583. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp056>
- Rojas de Mendiola B (1981) Seasonal phytoplankton distribution along the Peruvian coast. En: Richards F (Ed.) *Coastal Upwelling*. AGU, Washington D.C., pp 348–356
- Rosa R, Baptista M, Lopes VM, Pegado MR, Paula JR, Trübenbach K, Leal MC, Calado R, Repolho T (2014) Early-life exposure to climate change impairs tropical shark survival. *Proc R Soc B* 281:20141738. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.1738>
- Rosa R, Seibel BA (2008) Synergistic effects of climate-related variables suggest future physiological impairment in a top oceanic predator. *Proc Natl Acad Sci USA* 105:20776–20780. <https://doi.org/10.1073/pnas.0806886105>
- Rose KA, Gutiérrez D, Breitburg D, Conley D, Craig JK, Froehlich HE, Jeyabaskaran R, Kripa V, Mbaye BC, Mohamed KS, Padua S, Prema D (2019) Impacts of ocean deoxygenation on fisheries. En: Laffoley D, Baxter JM (Eds.) *Ocean deoxygenation: Everyone's problem—Causes, impacts, consequences and solutions*. IUCN. pp 519–544
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) *El Niño, su impacto en la fauna marina*. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158

- Samamé M, Fernández F (2000) Evaluación biológico pesquera del “falso volador” *Prionotus stephanophrys* Lockington, componente de la ictiofauna demersal del Perú. Inf Prog Inst Mar Perú 126, 28 pp
- Schreiber M, Ñiquen M, Bouchon M (2011) Coping Strategies to Deal with Environmental Variability and Extreme Climatic Events in the Peruvian Anchovy Fishery. Sustainability 3:823–846. <https://doi.org/10.3390/su3060823>
- Solano-Sare A, Tresierra-Aguilar A, García-Nolasco V, Dioses T, Marín W, Sánchez C, Wosnitza-Mendo C (2008) Biología y pesquería del perico. Inst Mar Perú. 23 p
- Spencer PD, Hollowed AB, Sigler MS, Hermann AJ, Nelson MW (2019) Trait-based climate vulnerability assessments in data-rich systems: An application to eastern Bering Sea fish and invertebrate stocks. Glob Change Biol 25:3954–3971. <https://doi.org/10.1111/gcb.14763>
- Staaf DJ, Zeidberg LD, Gilly WF (2011) Effects of temperature on embryonic development of the Humboldt squid *Dosidicus gigas*. Mar Ecol Prog Ser 441:165–175. <https://doi.org/10.3354/meps09389>
- Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Alexander LV, Allen SK, Bindoff NL, Bréon FM, Church JA, Cubasch U, Emori S, Forster P, Friedlingstein P, Gillett N, Gregory JM, Hartmann DL, Jansen E, Kirtman B, Knutti R, Krishna Kumar K, Lemke P, Marotzke J, Masson-Delmotte V, Meehl GA, Mokhov II, Piao S, Ramaswamy V, Randall D, Rhein M, Rojas M, Sabine C, Shindell D, Talley LD, Vaughan DG, Xie SP (2013) Technical Summary. En: Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex Y, Midgley PM (Eds.) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 1535 pp
- Sunday JM, Bates AE, Dulvy NK (2011) Global analysis of thermal tolerance and latitude in ectotherms. Proc R Soc B 278:1823–1830. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1295>
- Sunday JM, Bates AE, Dulvy NK (2012) Thermal tolerance and the global redistribution of animals. Nat Clim Chang 2:686–690. <https://doi.org/10.1038/nclimate1539>

- Taibe A, Yamashiro C, Mariategui L, Rojas P, Roque C (2001) Distribution and concentrations of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999. *Fish Res* 54:21–32. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00377-0](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00377-0)
- Tarazona J, Gutiérrez D, Paredes C, Indacochea A (2003) Overview and challenges of marine biodiversity research in Peru. *Gayana* 67:206–231
- Tarazona J, Salzwedel H, Arntz WE (1988) Positive effects of “El Niño” on macrozoobenthos inhabiting hypoxic areas of the Peruvian upwelling system. *Oecologia* 76:184–190. <https://doi.org/10.1007/BF00379951>
- Ulloa O, Pantoja S (2009) The oxygen minimum zone of the eastern South Pacific. *Deep Sea Res 2 Top Stud Oceanogr* 56:987–991. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2008.12.004>
- UN-ECLAC (2015) Climate variability, dynamics and trends. The effects of climate change on the coasts of Latin America and the Caribbean. United Nations. Santiago, 257 pp
- Walther GR (2010) Community and ecosystem responses to recent climate change. *Phil Trans R Soc B* 365:2019–2024. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0021>
- Yáñez-Arancibia A, Curiel-Gómez J, De Yáñez VL (1976) Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. 67 p
- Zuta S, Guillén O (1970) Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Bol Inst Mar Perú* 2: 157–324

## Anexo I. Perfiles de las especies

### Indice

Bentónicos .....	52
1.1 Concha de abanico - <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819).....	52
1.2 Concha negra - <i>Anadara tuberculosa</i> (G. B. Sowerby I, 1833).....	58
1.3 Langosta - <i>Panulirus gracilis</i> (Streets, 1871).....	63
1.4 Ostra - <i>Striostrea prismatica</i> (Gray, 1825).....	67
1.5 Ostra perlífera - <i>Pteria sterna</i> (Gould, 1851).....	72
1.6 Percebe - <i>Pollicipes elegans</i> (Lesson, 1831).....	77
1.7 Pulpo - <i>Octopus mimus</i> (Gould, 1852).....	81
Demersales.....	85
1.8 Bagre con faja - <i>Galeichthys peruvianus</i> (Lütken, 1874).....	85
1.9 Bereche - <i>Larimus pacificus</i> (Jordan & Bollman, 1890).....	89
1.10 Cabrilla - <i>Paralabrax humeralis</i> (Valenciennes, 1828).....	93
1.11 Cachema - <i>Cynoscion analis</i> (Jenyns, 1842).....	98
1.12 Chiri - <i>Peprilus medius</i> (Peters, 1869).....	103
1.13 Coco - <i>Paralonchurus peruanus</i> (Steindachner, 1875).....	107
1.14 Congrio manchado - <i>Genypterus maculatus</i> (Tschudi, 1846).....	112
1.15 Espejo - <i>Selene peruviana</i> (Guichenot, 1866).....	116
1.16 Falso volador - <i>Prionotus stephanophrys</i> (Lockington, 1881).....	120
1.17 Merluza - <i>Merluccius gayi peruanus</i> (Ginsburg, 1954).....	125
1.18 Murique - <i>Epinephelus labriformis</i> (Jenyns, 1840).....	129
1.19 Palometa - <i>Peprilus snyderi</i> (Gilbert & Starks, 1904).....	133
1.20 Pámpano - <i>Trachinotus paitensis</i> (Cuvier, 1832).....	136
1.21 Peje blanco - <i>Caulolatilus affinis</i> (Gill, 1865).....	141
1.22 Perela - <i>Paralabrax callaensis</i> (Starks, 1906).....	145
1.23 Tollo - <i>Mustelus whitneyi</i> (Chirichigno, 1973).....	149
Pelágicos .....	154
1.24 Atún de aleta amarilla - <i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre, 1788).....	154
1.25 Barrilete - <i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758).....	158
1.26 Bonito - <i>Sarda chiliensis chiliensis</i> (Cuvier, 1832).....	162
1.27 Caballa - <i>Scomber japonicus</i> (Houttuyn, 1782).....	166
1.28 Doncella - <i>Hemanthias peruanus</i> (Steindachner, 1875).....	170

1.29 Jurel - <i>Trachurus murphyi</i> (Nichols, 1920) .....	174
1.30 Lisa - <i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758) .....	178
1.31 Perico - <i>Coryphaena hippurus</i> (Linnaeus, 1758) .....	182
1.32 Pota - <i>Dosidicus gigas</i> (D'Orbigny, 1835) .....	186
1.33 Sierra - <i>Scomberomorus sierra</i> (Jordan & Starks, 1895) .....	192
1.34 Tiburón martillo - <i>Sphyrna zygaena</i> (Linnaeus, 1758) .....	195
1.35 Tiburón zorro - <i>Alopias vulpinus</i> (Bonnaterre, 1788).....	199

## Bentónicos

### 1.1 Concha de abanico - *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819)



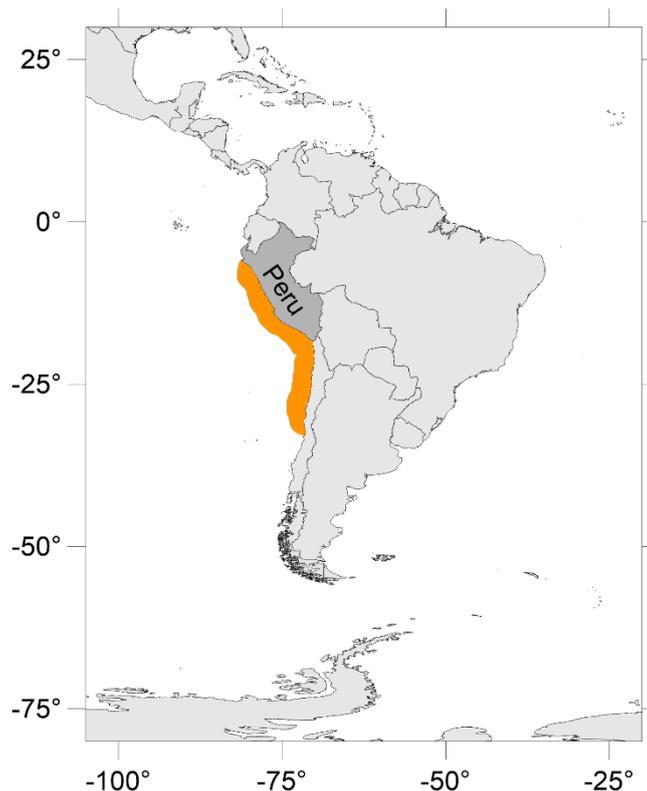
**Fig. 1.1.1** Imagen de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*. Fuente: <http://detrujillo.com/exportan-40-toneladas-de-conchas-de-abanico-desde-la-libertad/conchas-de-abanico/>

#### Historia de vida

*Argopecten purpuratus* se reproduce durante todo el año, con picos de desove principales en primavera y verano (IMARPE 2014). Esta especie alcanza la madurez sexual a los 10–12 meses de edad (Bermúdez-Corcuera et al. 2004; Castillo 2008); dependiendo de la talla de madurez, la concha de abanico puede generar de 1 a 40 millones de huevos (Bermudez-Corcuera 2004). La etapa larval planctónica dura aproximadamente 15 días (Castillo 2008).

#### Distribución y uso del hábitat

La concha de abanico ocurre desde Paita, Perú hasta Valparaíso, Chile (Castillo 2008; Fig. 1.1.2). Habita áreas protegidas con conchas, fondos rocosos, arenosos, fangosos y limosos, o con algas. Se distribuye de 3 a 60 m de profundidad, aunque los bancos naturales ocurren principalmente entre 10 y 20 m de profundidad (Bermudez-Corcuera 2004), aparentemente las tasas más altas de respiración se han observado en fondos someros en algunas áreas (Vilchez et al. 2011). Los bivalvos adultos no parecen moverse grandes distancias, por ejemplo, los adultos *Pecten novaezealandiae* en Nueva Zelanda se mueven aproximadamente 2 metros por mes (Twist et al. 2016). Es una especie filtradora de fitoplancton (Bermúdez-Corcuera 2004).

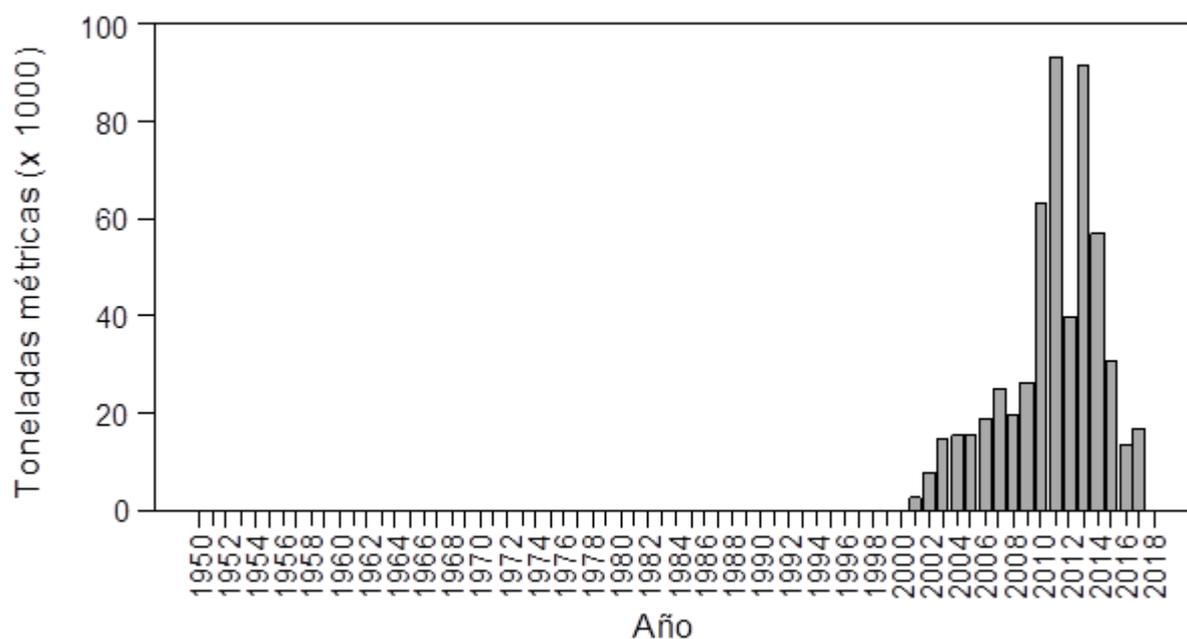


**Fig. 1.1.2** Distribución geográfica de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*

### **Pesquería**

Se recolecta en la zona costera con buceo semiautónomo (Mendo et al. 2008). De 2005 a 2014, la captura anual promedio en Perú fue de aproximadamente 44,850 t con dos picos máximos de 93,000 t y 91,500 t en 2011 y 2013, respectivamente (PRODUCE 2018; Fig. 1.1.3). En años normales, las conchas de abanico tardan 1–1.5 años en alcanzar el tamaño comercial (65 mm), el cual está normado por Resolución Ministerial 209-2001 PE. Sin embargo, esta medida de control extractivo no es cumplida en todas las áreas de pesca o extracción (Badjeck et al. 2009).

Las estimaciones de biomasa para los bancos de concha de abanico más productivos del Perú (Bahía Independencia, Bahía de Sechura e Isla Lobos de Tierra) muestran que, en condiciones normales, la biomasa es inferior a 10,000 t en cada banco (Mendo et al. 2008). La biomasa fue de 1.5 t en la isla Lobos de Tierra durante septiembre de 2006 (Carbajal et al. 2006), y ha aumentado en los últimos años. La Bahía de Sechura tuvo la mayor biomasa de 2008 a 2012, con casi 60,000 t en 2009 (Mendo et al. 2016).



**Fig. 1.1.3** Captura comercial de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* en el Perú, 1950 a 2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático, es posible que ocurran cambios en la distribución y la abundancia. También se anticipan cambios en la temporada y en la capacidad reproductiva debido a efectos de la temperatura, así como cambios en la tasa de crecimiento y el reclutamiento. A pesar que existen varios factores ambientales modulando el crecimiento de *A. purpuratus*, se ha planteado que la temperatura es el factor crítico más importante para el desarrollo de esta especie (Pauly & Munro 1984).

La abundancia de *A. purpuratus* en Perú ha aumentado en algunos sitios después de eventos El Niño. El calentamiento oceánico y la mejora de las condiciones de oxígeno cerca del fondo dan como resultado un aumento de las tasas de crecimiento y el reclutamiento de esta especie en Pisco, así como el aumento de la capacidad de carga de las bahías. Las bajas temperaturas tienen efectos negativos sobre el desove y el reclutamiento (Mendo et al. 2008). En Chile, esta especie mostró una mejor condición fisiológica (con base en la fecundidad, el tamaño del huevo, la composición bioquímica y la supervivencia de las larvas) a 15°C, y a temperaturas decrecientes a partir de 19°C hasta 15°C en condiciones controladas (Martínez & Pérez 2003). Los individuos maduros y reproductores parecen ser más vulnerables al estrés térmico y a la hipoxia que los juveniles (Brokordt et al. 2015). En Bahía de Tortugas, la disminución de la salinidad debido a las descargas de los ríos durante 1998 pudo haber causado una mortalidad masiva en el banco de concha de abanico

(Mendo et al. 2008). Se encontró que la temperatura, el oxígeno disuelto, las corrientes y la turbidez afectan el índice gonadosomático (Cueto et al. 2014), mientras que la temperatura y la velocidad actual están altamente asociadas a la variabilidad del peso de las gónadas (Cabrera & Mendo 2011). En años normales, la concha de abanico tarda 1–1.5 años para alcanzar el tamaño comercial; sin embargo, durante eventos El Niño, solo toma 6–8 meses para alcanzar el tamaño comercial (Mendo et al. 2008). Sin embargo, estas respuestas varían de acuerdo con la intensidad del evento El Niño y la influencia de la pesquería; por ejemplo, durante El Niño de 1997-1998 se generó un importante esfuerzo de extracción sobre individuos de menor tamaño relativo (< 40 mm), comparado con ejemplares observados durante El Niño de 1982-1983, lo cual afectó a poblaciones localmente explotadas (Mendo & Wolff 2002).

## Referencias

- Badjeck MC, Mendo J, Wolff M, Lange H (2009) Climate variability and the Peruvian scallop fishery: the role of formal institution in resilience building. *Clim Change* 94: 211–232.
- Bermudez-Corcuera PI, Maidana-Cuadros JC, Aquino-Bravo H, Palomino-Ramos AR (2004) Manual de cultivo suspendido de concha de abanico. PRODUCE-FONDEPES-AECI-PADESPA. 100 p
- Brokordt K, Pérez H, Herrera C, Gallardo A (2015) Reproduction reduces HSP70 expression capacity in *Argopecten purpuratus* scallops subject to hypoxia and heat stress. *Aquat Biol* 23: 265–274
- Cabrera P, Mendo J (2011) Condición somática y reproductiva de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y su relación con variables ambientales, en la Bahía de Sechura, Piura. En: Mendo J (Ed.) Libro de Resúmenes del Seminario “Bases científicas y tecnológicas para incrementar la productividad del cultivo de concha de abanico en áreas de repoblamiento en la bahía de Sechura”, Piura 11 noviembre 2010. Proyecto FINCYT – Contrato Nro.01-2009. pp 23–28
- Carbajal W, de la Cruz J, Ramírez P, Taipe A, Bances S (2006) Evaluación poblacional del recurso *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en la isla Lobos de Tierra (18–23 Setiembre 2006). Inf Tec Inst Mar Perú. 13 p
- Castillo R (2008) Acondicionamiento de reproductores y obtención de semillas de concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819), en un sistema controlado experimental en el puerto de Ilo. Inf Anual Inst Mar Perú. 37 p

- Cueto R, Mendo J, Argüelles J, Flye-Sainte-Marie J, Jean F, Aguirre A (2014) Environmental effects on the gonadal condition in the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* (L. 1819) Paracas Bay, Peru. En: Book of Abstracts submitted to the IV Congress of Marine Sciences. Las Palmas de Gran Canaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2014, pp 176. Congress of Marine Sciences, 4, Las Palmas de Gran Canaria (SPA), 2014/06/11-13. ISBN978-84-697-0471-4
- IMARPE (2014) Anuario Científico Tecnológico IMARPE 14. PRODUCE-IMARPE. 241 p
- Martínez G, Perez H (2003) Effect of different temperature regimes on reproductive conditioning in the scallop *Argopecten purpuratus*. *Aquaculture* 228: 153–167
- Mendo J, Wolff M (2002) Pesquería y manejo de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia. En: Mendo J, Wolff M (Eds.) Memorias de la I Jornada Científica de la Reserva Nacional de Paracas, 28-31 Marzo Pisco del 2001. Universidad Nacional Agraria La Molina, 241 p
- Mendo J, Wolff M, Carbajal W, Gonzáles I, Badjeck M (2008) Manejo y explotación de los principales bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la costa Peruana. En: Lovatelli E, Farías A, Uriarte I (Eds.) Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp 101–114
- Mendo J, Wolff M, Mendo T, Ysla L (2016) Chapter 28. Scallop fishery and culture in Peru. En: Shumway SE, Parsons GJ (Eds.) *Scallops: Biology, Ecology, Aquaculture, and Fisheries*, 3<sup>rd</sup> edn. Elsevier Science, Oxford, pp 1089–1110
- Pauly D, Munro J (1984) Once more on growth comparisons in fish and invertebrates. *Fishbyte News/Netw Trop Fish Sci* 2, 21 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2017. Lima. 200 p
- Twist BA, Rayment WJ, Hepburn CD (2016) Movement patterns of adult scallops (*Pecten novaezealandiae*) within a customary fisheries reserve: Implications for fine scale spatial management. *Fish Res* 174: 160–166
- Vilchez J, Juarez V, Mendo J (2011) Tasa de respiración y filtración de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) a diferentes profundidades frente a la zona de Parachique, Bahía de Sechura, Piura. En: Mendo J (Ed.) Libro de Resúmenes del Seminario “Bases científicas y

tecnológicas para incrementar la productividad del cultivo de concha de abanico en áreas de repoblamiento en la bahía de Sechura”, Piura 11 noviembre 2010. Proyecto FINCYT - Contrato Nro. 01-2009, 51–53 pp

## 1.2 Concha negra - *Anadara tuberculosa* (G. B. Sowerby I, 1833)



**Fig. 1.2.1** Imagen de la concha negra *Anadara tuberculosa*. Fuente: <http://slideplayer.es/slide/1487304/>

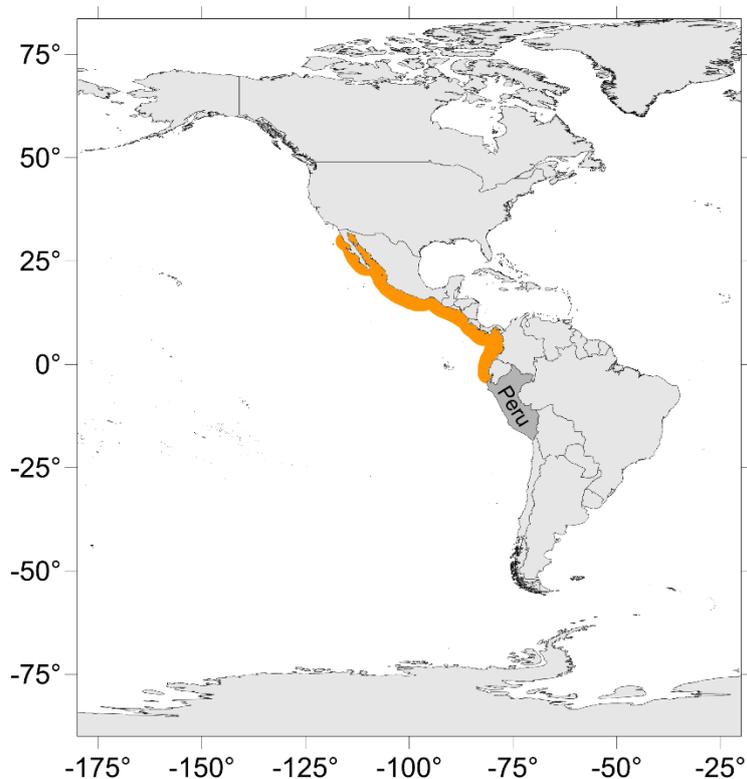
### Historia de vida

El verano (enero-marzo) es la estación más crítica de reproducción, aspecto que se refleja en la normativa de extracción y prohibición de su captura (Resolución Ministerial N°014-2006-PRODUCE). La talla mínima de captura es 45 mm (Resolución Ministerial N° 209-2001-PE). La concha negra pasa por una etapa larval planctónica cuyo desarrollo es de entre 23 y 31 días en aguas oceánicas (Borda & Cruz 2004). El período de mayor intensidad reproductiva de *A. tuberculosa* en la región tropical (norte de Perú, Ecuador y Colombia) parece ocurrir entre los primeros días de diciembre y finales de marzo (Espinosa et al. 2010), con un pico reproductivo menor entre junio y agosto. En el caribe colombiano, la talla media de madurez sexual es  $46.7 \pm 9.3$  mm, y la talla de primera madurez es 43.5 mm (Lucero-Rincón et al. 2013), aproximadamente a los 12 meses de edad (Borda & Cruz 2004). Sin embargo, también se han observado individuos maduros de menores tallas en el Perú (Marín 2013) y en la costa mexicana, donde la talla mínima de madurez ocurre a los 36.5 mm y la máxima a los 59 mm (Pérez 2005). En Tanzania, *A. antiquata* tiene una fecundidad aproximada de  $1,652,000 \pm 562,000$  huevos (Mzighani 2005), por lo cual se infiere que la fecundidad de *A. tuberculosa* puede ser similar.

### Distribución y uso del hábitat

Esta especie filtradora de plancton se distribuye desde Baja California, México hasta Punta Malpelo, cerca del río Tumbes en Perú (Mora 1990; Mora & Moreno 2010; Fig. 1.2.2). Habita fondos

fangosos y se encuentra enterrada entre 1 y 30 cm de profundidad, entre las raíces de los manglares (Ordinola et al. 2010); su movimiento es probablemente limitado.



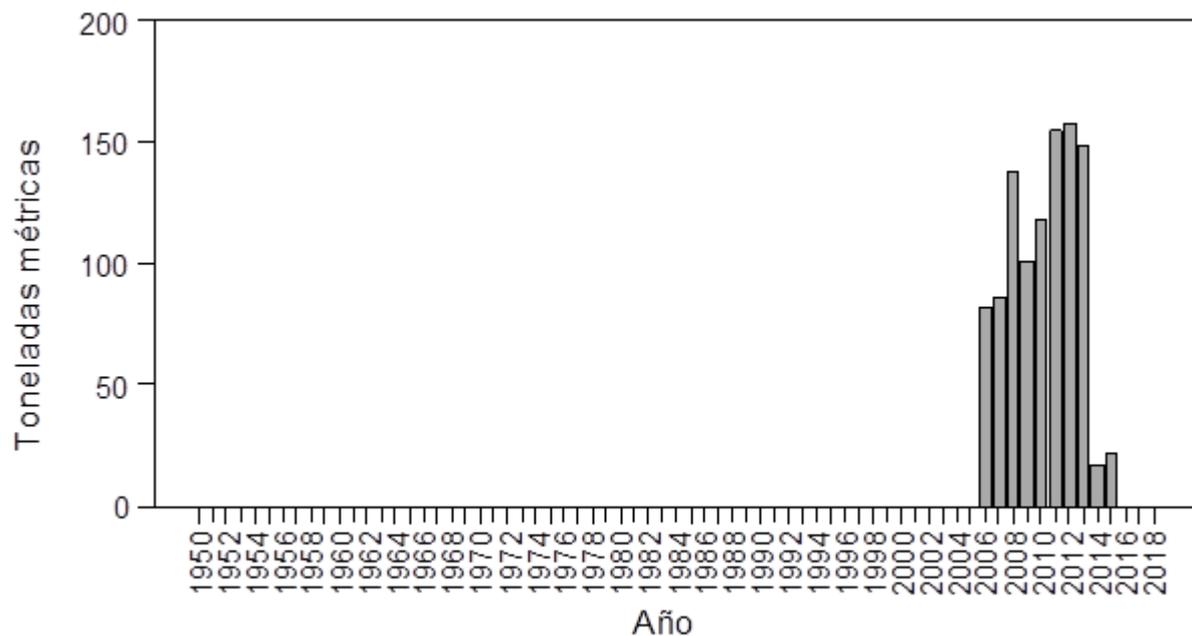
**Fig. 1.2.2** Distribución geográfica de la concha negra *Anadara tuberculosa*

### **Pesquería**

Su extracción se realiza a mano y principalmente en zonas de manglares; esta actividad depende de la dinámica de las mareas y de la pendiente donde se encuentran los bancos de concha negra (Marín 2013). Con base en el tamaño poblacional en la costa norte de Perú (Tumbes), se ha estimado que actualmente existe una fuerte presión extractiva sobre este recurso y se presume que ha sido sujeta a episodios de sobreexplotación (Ordinola et al. 2010); no obstante, los registros de capturas anuales son limitados (PRODUCE 2018; Fig. 1.2.3).

Tanto *A. tuberculosa* como *A. similis* (especie de morfología similar) fueron explotadas en el área de Puerto Pizarro (costa norte de Perú) durante el período 1996–2010; aun así, estas dos especies tienen una historia de explotación que puede remontarse hasta antes de 1980, año en el cual se reportó poco o nulo manejo de estas poblaciones (Poma et al. 1980). Se ha estimado que aproximadamente el 74% de la biomasa está por debajo del rendimiento máximo sostenible (Marín 2013). Las dos estimaciones de abundancia realizadas a la fecha difieren substancialmente: 20

millones de individuos (Malca et al. 1996) y 5 millones de individuos (Ordinola et al. 2010). Dichas diferencias pueden ser efecto de los métodos empleados, aunque es factible que haya ocurrido una disminución en la abundancia de esta especie en los manglares de Tumbes.



**Fig. 1.2.3** Captura comercial de la concha negra *Anadara tuberculosa* en el Perú, 1950 a 2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

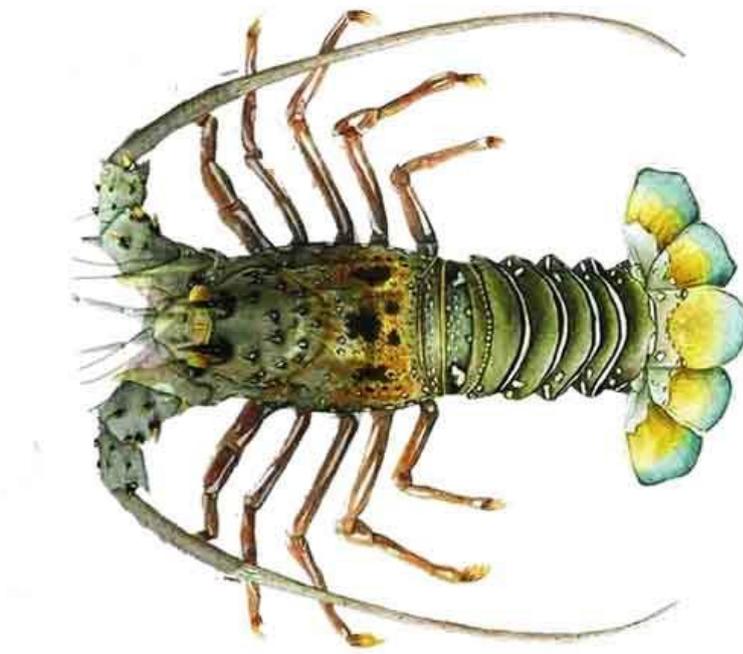
Con el cambio climático, es posible que ocurran cambios en el tamaño de la población local o una exacerbación de cambios poblacionales preexistentes, producto de la influencia antrópica. Se ha observado que la temperatura, la turbidez y la salinidad afectan el crecimiento de las poblaciones de *Anadara* spp. Se ha reportado que *A. tuberculosa* puede ser afectada por eventos El Niño (Díaz & Orlieb 1993; Llanos et al. 2010) debido a diversos cambios en su entorno, desde cambios en la disponibilidad de alimento hasta modificaciones en su hábitat. Otras especies del género *Anadara*, por ejemplo *A. granosa*, muestran un crecimiento anómalo que tiende a la disminución en relación al aumento de la temperatura (Broom 1982). Asimismo, la acidificación del océano también es una posible amenaza para esta especie debido a la disolución de la concha; un efecto que ha sido observado en otras especies calcíferas.

## Referencias

- Borda CA, Cruz R (2004) Reproducción y reclutamiento del molusco *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en el Pacífico Colombiano. *Rev Invest Mar* 25: 185–195
- Broom MJ (1982) Analysis of the Growth of *Anadara granosa* (Bivalvia: Arcidae) in Natural, Artificially Seeded and Experimental Populations. *Mar Ecol Prog Ser* 9: 69–79
- Díaz A, Ortlieb L (1993) El fenómeno de El Niño y los moluscos de la costa peruana, *Bull Inst fr études andines* 22: 159–177
- Espinosa G, Delgado M, Orobio B, Mejía-Ladino L, Gil-Agudelo D (2010) Estado de la población y valoración de algunas estrategias de conservación del recurso piangua *Anadara tuberculosa* (sowerby) en sectores de Bazán y Nerete, costa pacífica nariñense de Colombia. *Bol Invest Mar Cost* 39: 161–176
- Llanos J, Inga C, Ordinola E, Rujel J (2010) Investigaciones biológicas pesqueras en la región Tumbes, Perú. 1996-2005. Instituto del Mar del Perú. Informe ISSN 0378-7702. Vol. 37, Números 3–4.
- Lucero-Rincón CH, Cantera JR, Gil-Agudelo DL, Muñoz O, Zapata LA, Cortes N, Gualteros WO, Manjarres A (2013) Análisis espacio temporal de la biología reproductiva y el reclutamiento del molusco bivalvo *Anadara tuberculosa* en la costa del Pacífico colombiano. *Rev Biol Mar Oceanogr* 48: 321–334
- Malca C, Poma C, Lip G (1996) Estimación poblacional de crustáceos y moluscos de importancia económica en el ecosistema manglar de Tumbes. Proyecto Manglares. Pro Naturaleza. Tumbes, Perú
- Marín P (2013) Evaluación de concha negra (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*) en los manglares de Puerto Pizarro, Tumbes - Perú, mediante un modelo de biomasa dinámica. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Mayor del San Marcos
- Mora E (1990) Catálogo de bivalvos marinos del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico Técnico. Vol. X. Nº 1. Guayaquil – Ecuador
- Mora E, Moreno J (2010) Abundancia y estructura poblacional de *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en las principales áreas de extracción de la costa ecuatoriana. Instituto Nacional de Pesca Investigación de los Recursos Bioacuáticos y su Ambiente.

- Mzighani S (2005) Fecundity and Population Structure of Cockles, *Anadara antiquata* L. 1758 (Bivalvia: Arcidae) from a Sandy/Muddy Beach near Dar es Salaam, Tanzania. Western Indian Ocean. J Mar Sci 4: 77–84
- Ordinola E, Montero P, Alemán S, Llanos J (2010) El bivalvo concha negra, *Anadara tuberculosa* (Sowerby), en los manglares de Tumbes, Perú. Febrero 2007. Inf Inst Mar Perú 37: 115–126
- Pérez MDR (2005) Biología reproductiva de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en el estero Santo Domingo, B.C.S., México. IPN-CICIMAR
- Poma C, Sarmiento D, Cabanillas J, Correa C (1980) Estudio de la concha negra: Bioecología, explotación y cultivo. Dirección Zonal de pesquería – Tumbes. Perú.
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

### 1.3 Langosta - *Panulirus gracilis* (Streets, 1871)



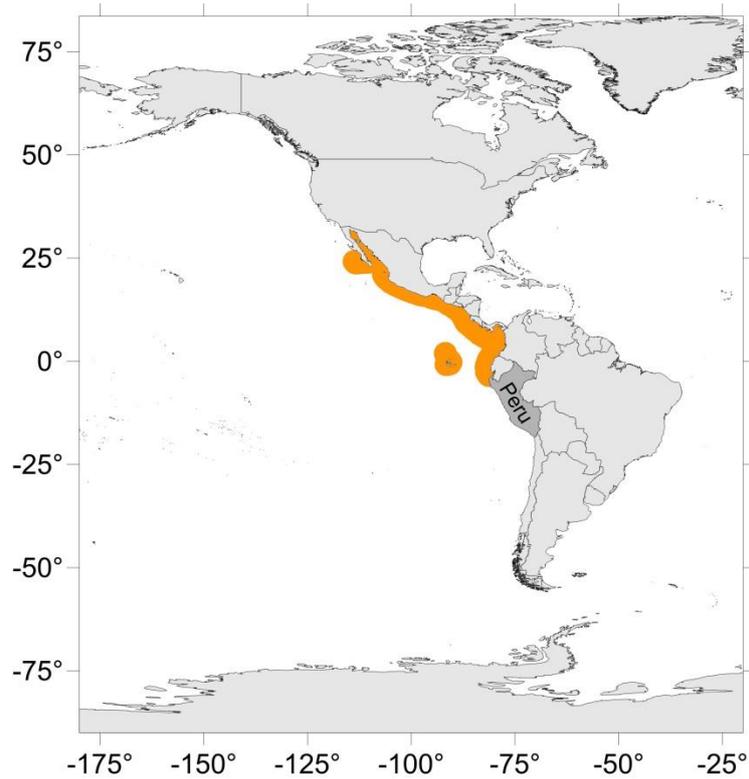
**Fig. 1.3.1** Imagen de la langosta *Panulirus gracilis*. Fuente: <http://www.shrimpnews.com/FreeReportsFolder/LobsterFolder/SpinyLobsterFarming%20Nicaragua.html>

#### Historia de vida

*Panulirus gracilis* desova múltiples veces a lo largo del año; la talla de primera madurez observada es 45–60 mm de longitud de caparazón (LC; Vega et al. 2013) y su edad de primera madurez es a los 2.1 años (Naranjo-Madrigal 2011) en aguas de Centroamérica. La proporción de sexos es 1.36 M: 1 H (Naranjo-Madrigal 2011). La longitud máxima observada para esta especie es de 165 mm (LC), equivalente a 370 mm de longitud total (LT; Fisher et al. 1995).

#### Distribución y uso del hábitat

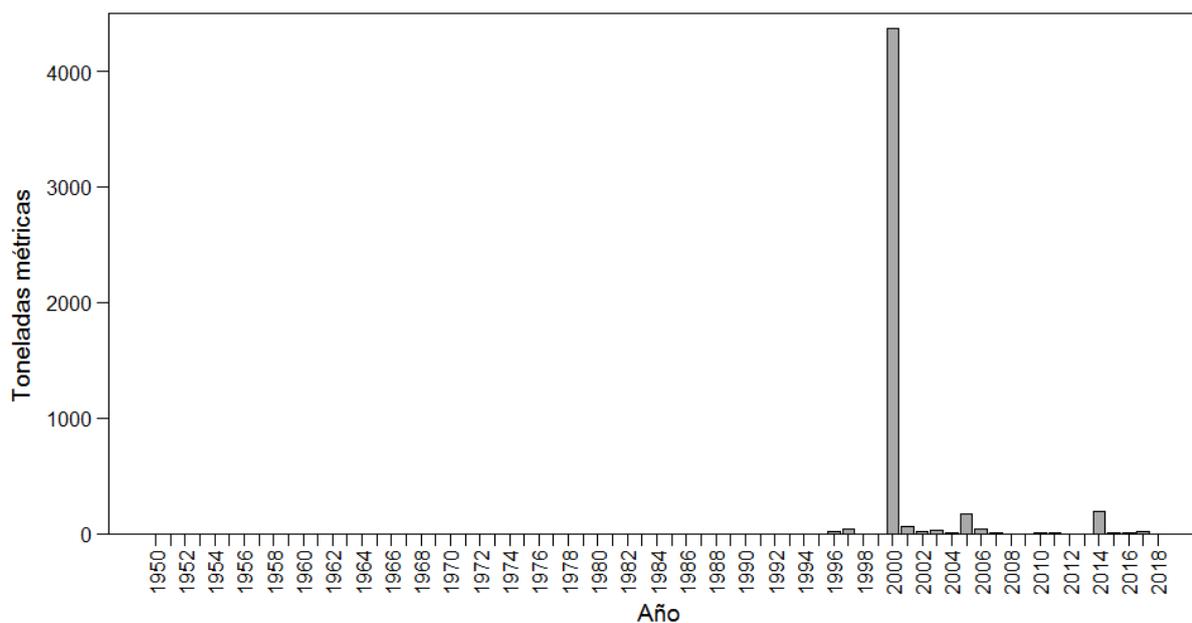
Esta especie se distribuye desde Baja California, Mexico hasta el norte del Perú (Fig. 1.3.2); habita hasta los 18 m de profundidad en fondos rocosos (Holthius 1991; Butler et al. 2011; Naranjo-Madrigal 2011).



**Fig. 1.3.2** Distribución geográfica de la langosta *Panulirus gracilis*

### **Pesquería**

La talla mínima de captura permitida es 80 mm LC, aproximadamente a los 2.9 años de vida (Naranjo-Madrigal 2011). Se encontraron registros de captura de 1996 al 2017. La mayor captura registrada ocurrió en el año 2000 (4,373 t); sin embargo, las capturas no rebasaron las 200 t en ninguno de los otros años (PRODUCE 2018; Fig. 1.3.3). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría 'Datos Deficientes' (DD. DATA DEFICIENT) (Butler et al. 2011).



**Fig. 1.3.3** Captura comercial de la langosta *Panulirus gracilis* en Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

No hay información publicada al respecto; sin embargo, observaciones realizadas por IMARPE (datos sin publicar) indican que este recurso puede estar afectado por cambios drásticos en las condiciones oceanográficas locales (como los producidos por eventos El Niño). Otro aspecto que no es conocido es el impacto antrópico producido localmente por la extracción permanente de estos individuos.

### Referencias

Butler M, Cockcroft A, MacDiarmid A (2011) *Panulirus gracilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T170061A6702592. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T170061A6702592.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019

Fisher W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter K, Niem VH (1995) Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental, Vol 1 Plantas e invertebrados. Roma

Holthius LB (1991) FAO Species catalogue. Marine lobsters of the World. An annotated illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. FAO Fisheries Synopsis, N125 vol. 13. Roma

Naranjo-Madrigal H (2011) Biología pesquera de la langosta *Panuliris gracilis* en Playa Lagarto, Guanacaste, Costa Rica. Rev Biol Trop 59: 619–633

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

Vega A, Robles Y, Gil D (2013) Biología y pesquería de *Panuliris gracilis* (Streets, 1871) (Decapoda: Panuliridae) en el pacífico Occidental de Panamá. Rev Mar Cost 5: 9–24

#### 1.4 Ostra - *Striostrea prismatica* (Gray, 1825)



**Fig. 1.4.1** Imagen de la ostra *Striostrea prismatica*. Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Naturalis\\_Biodiversity\\_Center\\_-\\_RMNH.MOL.319594\\_1\\_-\\_Striostrea\\_prismatica\\_\(Gray,\\_1825\)\\_-\\_Ostreidae\\_-\\_Mollusc\\_shell.jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Naturalis_Biodiversity_Center_-_RMNH.MOL.319594_1_-_Striostrea_prismatica_(Gray,_1825)_-_Ostreidae_-_Mollusc_shell.jpeg)

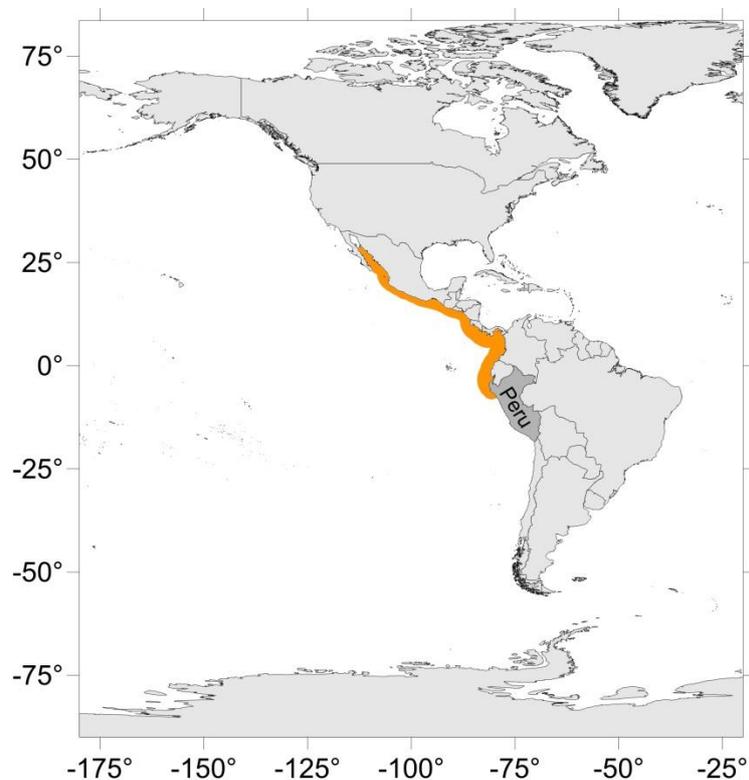
#### Historia de vida

La ostra u ostión de roca *Striostrea prismatica* presenta una concha grande, pesada y gruesa, de forma alargada desde irregular-oval hasta casi rectangular. La valva izquierda excede el tamaño de la valva derecha en convexidad, el umbo de la valva izquierda es pronunciado y significativamente curvo (Rodríguez-Romero & Gasca-Montes de Oca 2003). Su talla promedio en Ecuador es de 80 mm (García & Leones 2016). Su mortalidad natural ha sido estimada en 2.2 por año y su supervivencia en 80% (Melchor-Aragón et al. 2002).

Las ostras liberan millares de gametos, de los cuales sólo una pequeña cantidad forma larvas; las larvas son dispersadas durante 20–35 días, posteriormente buscan un sustrato duro y sombreado para su fijación en el fondo del mar (Cariño & Monteforte 2007). El desarrollo larval de la ostra ocurre de la siguiente manera; aproximadamente 10 a 12 h luego de la fecundación el huevo se convierte en larva trocófora, 22 a 24 h después se transforma en larva D, permaneciendo en dicho estadio hasta el octavo día, cuando se convierte en una larva umbonada. Luego de 18 a 25 días como larva pediveliger, se fija al sustrato y se convierte en bentónica; por lo tanto, también se ha estimado que el desarrollo larval ocurre de 20 a 26 días (Loor 2012).

## Distribución y uso del hábitat

Esta especie se encuentra distribuida desde la zona central de Baja California, México hasta Perú (Ríos-González et al. 2018; Fig. 1.4.2); habita en la zona intermareal y submareal rocosa, hasta 7 m de profundidad (Fournier 1992; Coan & Valentich 2012), así como en costas rocosas de mar abierto donde forma densos bancos (Mora 1990). Desde Caleta La Cruz hasta Punta Sal Grande, *S. prismatica* habita entre 1.9 m y 9 m de profundidad, cementada a sustratos duros (rocas) o estructuras metálicas sumergidas. La mayor densidad del recurso (12 ejemplares/m<sup>2</sup>) fue registrada frente a Punta Sal en la zona sur (Ordinola et al. 2010a). Los principales bancos de *S. prismatica* en el litoral de Tumbes se encuentran en las zonas de Quebrada Charán a Quebrada Bocapán, Quebrada Bocapán a El Rubio y El Rubio a Quebrada Fernández (Ordinola et al. 2010b).



**Fig. 1.4.2** Distribución geográfica de la ostra *Striostrea prismatica*

## Pesquería

La ostra es consumida como alimento desde tiempos inmemoriales y es usada en la confección de ornamentos y utensilios. En Perú ha sido explotado principalmente por la pesquería artesanal, inicialmente como alimento de reproductores de langostinos de criaderos pero actualmente también es explotada para consumo humano directo. Su extracción ha incrementado

desde el año 2003; durante el año 2008, la ostra *S. prismatica* representó el 21% (112 t; 193,463 individuos) de los desembarques de invertebrados marinos comerciales (Ordinola et al. 2010b).

### **Respuesta a la variabilidad ambiental**

En su etapa juvenil, las ostras son afectadas por cambios bruscos de temperatura, salinidad y composición del agua (Cariño & Monteforte 2007). Durante la época de transición invierno-primavera cuando predominan masas de agua de baja temperatura, las tasas de crecimiento se reducen; sin embargo, a esto se asocia una disminución de la mortalidad natural. Durante la etapa verano-otoño, la situación anterior se revierte y se incrementa tanto el crecimiento como la mortalidad natural (Melchor-Aragón et al. 2002).

En la época seca se registran mayormente ostras de talla pequeña, en la época de transición se registran tallas pequeñas y medianas, y en la época lluviosa se registran ostras de talla pequeña, mediana y grande (Gonzabay-Rodríguez 2018). La temperatura juega un papel importante en la biología reproductiva de las ostras. El desove de estos organismos es estimulado a temperaturas mayores a los 29°C (Cuevas-Guevara & Martínez-Guerrero 1979). La temporada de desove de la ostra ocurre de agosto a septiembre y es estimulada por altas temperaturas que oscilan entre los 29°C y 34°C (Páez-Osuna et al. 1993). Las mayores concentraciones *S. prismatica* estuvieron asociadas a las isotermas de 23.7°C a 26.9°C, y a concentraciones de oxígeno de 4.45 mL/L a 5.11 mL/L (Ordinola et al. 2010a).

Los movimientos del mar causados por los vientos y las mareas afectan la circulación y sedimentación de las partículas, la renovación del agua y su oxigenación, por tanto también afectan el factor de turbidez. Las mareas y las corrientes son las que más inciden en el desarrollo de los procesos ostrícolas (Ledesma 2001).

Las velocidades y direcciones de las corrientes acuáticas influyen en el flujo génico (Ordinola et al. 2010b). Las zonas donde se ubican los principales bancos de *S. prismatica* en el litoral de Tumbes se caracterizan por velocidades de corrientes que fluctúan entre 1 y 38 cm/s, lo que representa un transporte de entre 800 m/día a 32 km/día. Estas velocidades permiten el flujo adecuado de larvas, sin embargo las direcciones de las corrientes no siguen una dirección única, sino que se orientan de formas tal que pueden impedir el libre flujo de las larvas (Loor 2012).

## Referencias

- Cariño M, Monteforte M (2007) De la sobreexplotación a la sustentabilidad: Nácar y perlas en la historia mundial. *El periplo sustentable* 12: 81–131
- Coan EV, Valentich P (2012) Bivalve seashells of tropical West America. Marine bivalve mollusks from Baja California to northern Perú. Santa Barbara Museum of Natural History, Monographs Number 6 and Studies in Biodiversity Number 42, 1258 p
- Cuevas-Guevara CA, Martínez-Guerrero A (1979) Estudio gonádico de *Crassostrea corteziensis* Hertlein, *C. palmula* Carpenter y *C. iridescens* Hanley, de San Blas, Nayarit, México (bivalvia: ostreidae). *Anales del Centro De Ciencias del Mar y Limnología*
- Fournier M (1992) The reproductive biology of the tropical rocky oyster *Ostrea iridescens* (Bivalvia: Ostreidae) on the Pacific coast of Costa Rica. *Aquaculture* 101: 371–378
- García A, Leones J (2016) Crecimiento y mortalidad del ostión de roca *Striostea prismatica* (Gray, 1825) en dos poblaciones de la costa de Manabí. Tesis de Ingeniería. Universidad Técnica de Manabí
- Gonzabay-Rodríguez CAG (2018) Incidencia de la pesca artesanal en las poblaciones de la ostra nativa (*Crassostrea iridescens*) en los arrecifes rocosos de Ayangué, provincia de Santa Elena. *Espirales* 2: 71–86
- Ledesma F (2001) Impulso, desarrollo y potenciación de la ostricultura en España. Fundación Alfonso Martín Escudero. Mundi-Prensa, Madrid
- Loor AG (2012) Desarrollo de protocolos de manejo para la inducción al desove y larvicultura de la ostra nativa *Crassostrea iridescens* (Hanley, 1854). Tesis de licenciatura. Escuela Superior Politécnica del Litoral
- Melchor-Aragón JM, Ruiz-Luna A, Terrazas-Gaxiola R, Acosta-Castañeda C (2002) Mortality and growth of the rock oyster, *Crassostrea iridescens* (Hanley, 1854), at San Ignacio, Sinaloa, Mexico. *Cienc Mar* 28: 125–132
- Mora E (1990) Catálogo de bivalvos marinos del Ecuador. Boletín Científico y Técnico. Guayaquil: Instituto Nacional de Pesca 10. 51 pp
- Ordinola E, Alemán S, Montero P, Llanos J (2010a) La ostra *Crassostrea iridescens* (Hanley) en Tumbes, Perú. Primavera 2007. *Inf Inst Mar Perú* 37: 139–150

- Ordinola E, López E, Gonzales I, Montero P, Agurto K, Torres E, Vera M, Inga C (2010b) Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de Tumbes. Inf Inst Mar Perú. 79 pp
- Páez-Osuna F, Fazueta-Padilla HM, Osuna-López JI (1993) Biochemical composition of the oysters *Crassostrea iridescens* and *Crassostrea corteziensis* in the northwest coast of Mexico: seasonal changes. J Exp Mar Biol Ecol 170: 1–9
- Ríos-González E, López-Uriarte O, Chong-Carrillo F, Vega-Villasante & Chávez-Villalba J (2018) Rock oyster *Crassostrea prismatica* (Gray, 1825): Biology, exploitation and conservation. Lat Am J Aquat Res 46: 626–644
- Rodríguez-Romero F, Gasca-Montes de Oca M (2003) La especiación en ostiones del género *Crassostrea* de México y su explotación. En: Soto LA (Ed.) Agustín Ayala Castañares: universitario, impulsor de la investigación científica. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 363–371

### 1.5 Ostra perlífera - *Pteria sterna* (Gould, 1851)



Fig. 1.5.1 Imagen de la ostra perlífera *Pteria sterna*. Fuente: <http://www.marinespecies.org/photogallery.php?album=700&pic=106494>

#### Historia de vida

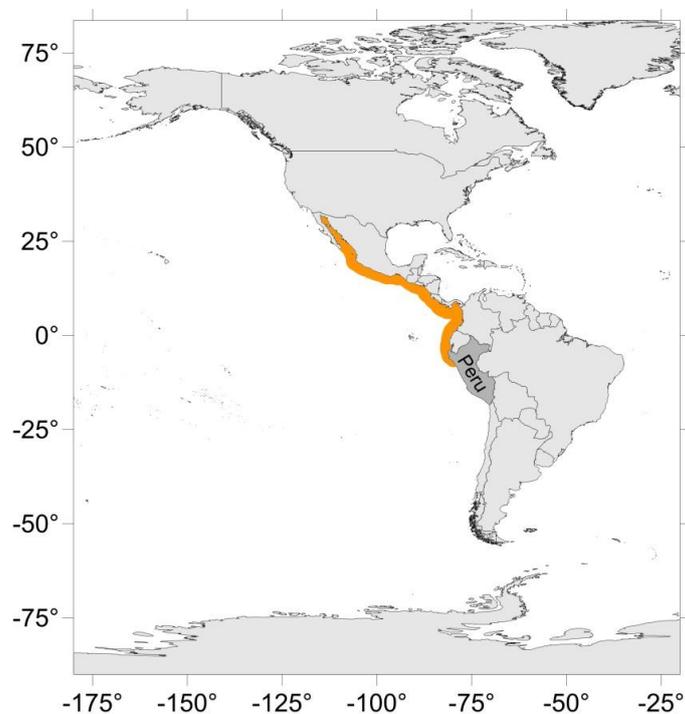
La ostra perlífera es un molusco bivalvo que posee una concha relativamente delgada, de color exterior marrón con bandas radiales más oscuras, orejuela posterior prolongada, orejuela anterior corta, lamelas concéntricas quebradizas notorias cercanas al borde, espinas radiales sobre las lamelas. Su coloración interna es blanca a azul oscura iridiscente, con ligamento largo y delgado y con una pequeña protuberancia bajo el umbo (Carbajal & Santamaría 2015).

Esta especie presenta una talla media de 73 mm de altura valvar (8–118 mm) en la zona de Negritos, en donde la proporción de juveniles (25 mm) es de 2.3%. En la zona norte (Lobitos), la talla media es de 30 mm (5–63 mm) y la proporción de juveniles llegó a 34%. El rendimiento en Negritos, considerando todas las tallas, fue de 1:13.89 y para las tallas superiores o iguales a 65 mm fue de 1:13.68. En la zona de Lobitos el rendimiento para todo el rango de tallas fue de 1:23.03 (Luque et al. 2001). La estructura de tallas indicó la presencia de reclutamientos continuos con máximos en abril y agosto; en la mayoría de meses evaluados se registraron ejemplares jóvenes, observándose el mayor ingreso de reclutas durante abril y agosto. Se registraron desoves durante seis de los siete meses estudiados (Ordinola et al. 2013). La larva veliger de *Pteria sterna* se asienta entre 31 y 38 días después de la eclosión (Araya et al. 1991).

## Distribución y uso del hábitat

Se distribuye desde el Golfo de California, México hasta Pimentel, Perú (Luque et al. 2001; Fig. 1.5.2), aunque también ha sido reportada en zonas de manglares y en el sublitoral hasta Ancon, Lima, Perú (Paredes et al. 2016). En el Perú, los principales bancos se encuentran al sur de Talara, en la zona frente a Negritos, con densidades que varían de 36 ind/m<sup>2</sup> a 302 ind/m<sup>2</sup>. En la zona frente a Lobitos el recurso se halló en parches y a bajas densidades que varían de 3 ind/m<sup>2</sup> a 6 ind/m<sup>2</sup>. Se distribuye batimetricamente entre los 7 m y los 18 m de profundidad, con mayores densidades de 10 m a 15 m (Luque et al. 2001); también se ha reportado hasta los 25–35 m de profundidad (Carbajal & Santamaría 2015; Paredes et al. 2016). En el sublitoral de Canoas, Cancas y Punta Sal fue registrada en sustrato areno-rocoso a profundidades de 3 m a 5.4 m y con densidades relativas de 1–8 conchas/10 minutos de buceo (Ordinola et al. 2010a). También está asociada a fondos rocosos o se encuentra adherida a corales gorgónidos y estructuras metálicas sumergidas; no se ha encontrado en fondos fangosos o limosos (Ordinola et al. 2010b).

En las zonas de Zorritos, La Cruz y Punta Sal se han reportado importantes poblaciones de *P. sterna* entre profundidades de 3 y 45 m sobre las estructura de las plataformas petroleras (Robles & Mendez 1989). Entre la zona de El Rubio y Quebrada Fernández en la zona submareal rocosa se observó su presencia en pequeñas cantidades y en forma dispersa (Ordinola et al. 2010a).



**Fig. 1.5.2** Distribución geográfica de la ostra perlífera *Pteria sterna*

## **Pesquería**

Hasta mediados de 1999 se explotaba artesanalmente en forma esporádica y para consumo humano directo. Desde finales de 1999 los bancos naturales de este recurso, ubicados frente a las costas de Talara, soportan un constante e intenso esfuerzo extractivo por parte de una flota marisquera de buceo para consumo humano indirecto, con fines industriales de exportación.

Las estadísticas de captura y esfuerzo efectuadas por IMARPE Tumbes registran desembarques del recurso a partir de diciembre 1999. Las mayores capturas (1,417 t) correspondieron al año 2000 pero disminuyeron al año siguiente y dejó de extraerse debido probablemente a la disminución de los tamaños y reducción en el rendimiento, ya que solo se comercializa el talo. El 9 agosto del año 2000, la R. M. N° 223- 2000-PE dispuso, como medida precautoria de carácter temporal, la talla mínima de extracción en 75 mm de altura valvar, con tolerancia de 20% de juveniles como captura incidental, limitando la extracción hasta 100 manojos diarios (25 cajas; 1 manojos = 8 docenas) por embarcación, permitiéndose laborar tres veces a la semana.

En el 2001, la R. M. N° 214-2001-PE incluyó medidas regulatorias sobre desembarques del recurso (Luque et al. 2001); la talla mínima de captura es de 7.5 cm (Resolución Ministerial: 209-2001-PE) y la talla máxima registrada es 15.2 cm (Carbajal & Santamaría 2015).

## **Respuesta a la variabilidad ambiental**

Esta especie se ha encontrado en zonas donde la temperatura superficial del mar oscila entre los 14.9°C y 20.9°C, con un promedio de 16.8°C, y en donde la temperatura de fondo oscila entre los 14.2°C y 18.5°C, con un promedio de 15.4°C. Las concentraciones de sales indican la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) en la zona norte, y la presencia de un núcleo de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en la zona sur. Los valores de oxígeno de 5.0 a 6.5 mL/L presentaron valores máximos de saturación, asociados al intenso oleaje en la zona (Luque et al. 2001; Ordinola et al. 2010b).

Las mayores densidades se encontraron en el estrato de 10 a 20 m de profundidad, entre las isotermas de 16.5°C y 17°C, prefiriendo salinidades de 35.10 UPS a 35.15 UPS, con relación al oxígeno se ubicó entre 1.5 y 3.5 mL/L, con la mayor densidad en 2 mL/L (Ordinola et al. 2010b).

Juveniles de *P. sterna* aparecieron en la Bahía de Ancón durante El Niño 1982-1983, colonizando substratos artificiales de loseta colocados a 5 m de profundidad (Tarazona et al. 1985).

Se ha reportado la inmigración desde el norte hacia el sur de su rango de distribución conocido, invadiendo la zona intermareal hasta Ancon, Pisco y Mejillones (Chile) luego de El Niño 1982-1983 (Díaz & Ortlieb 1993; Tarazona et al. 1985, Tomicic 1985).

## Referencias

- Araya NO, Ganning B, Buckle RF (1991) Gonad maturity, induction of spawning, larval breeding and growth in the American pearl-oyster (*Pteria sterna*, Gould). Calif Dept Fish and Game 77: 181-193
- Carbajal P, Santamaría J (2015) Guía de campo ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial. Instituto del Mar del Perú
- Díaz A, Ortlieb L (1993) El fenómeno "El Niño" y los moluscos de la costa peruana. Bull Inst fr études andines 22: 159–177
- Luque C, Solís J, Morón O, Crispín M (2001) Prospección de "concha perlífera" *Pteria sterna* en Talara, noviembre 2000. Inf Progr Inst Mar Perú 154. 19 p
- Ordinola E, Alemán S, Vera M (2013) Características biológicas de una población de *Pteria sterna* (Bivalvia:Pteriidae) en Zorritos, Tumbes, Perú. Rev peru biol 20: 181–186
- Ordinola E, López E, Gonzales I, Montero P, Agurto K, Torres E, Vera M, Inga C (2010a) Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de tumbes. Inf Int Inst Mar Perú. 79 p
- Ordinola E, Montero P, Alemán S, Argüelles J, Beltrán L, Llanos J (2010b) El bivalvo concha perlífera, *Pteria sterna* (Gould), en Talara, Perú. Abril 2007. Inf Inst Mar Perú 37: 127–137
- Paredes C, Cardoso F, Santamaría J, Esplana J, Llaja L (2016) Lista anotada de los bivalvos marinos del Perú. Revista peruana de biología 23: 127–150
- Robles A, Méndez M (1989) Moluscos comerciales del litoral de Tumbes y Piura. Boletín de Lima. Nº 63: 47–70
- Tarazona J, Paredes C, Romero L, Blaskowich V, Guzmán L, Sánchez S (1985) Características de la vida planctónica y colonización de los organismos bentónicos epilíticos durante el fenómeno "El Niño". En: Ibid. Vol. Extraordinario: 41–49

Tomicic JJ (1985) Efectos del fenómeno El Niño 1982- 83 en las comunidades litorales de la península de Mejillones. *Investigación Pesquera (Chile)* 32: 209–213

## 1.6 Percebe - *Pollicipes elegans* (Lesson, 1831)



**Fig. 1.6.1** Imagen del percebe *Pollicipes elegans*. Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pollicipes#/media/File:Pollicipes\\_pollicipes.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Pollicipes#/media/File:Pollicipes_pollicipes.jpg)

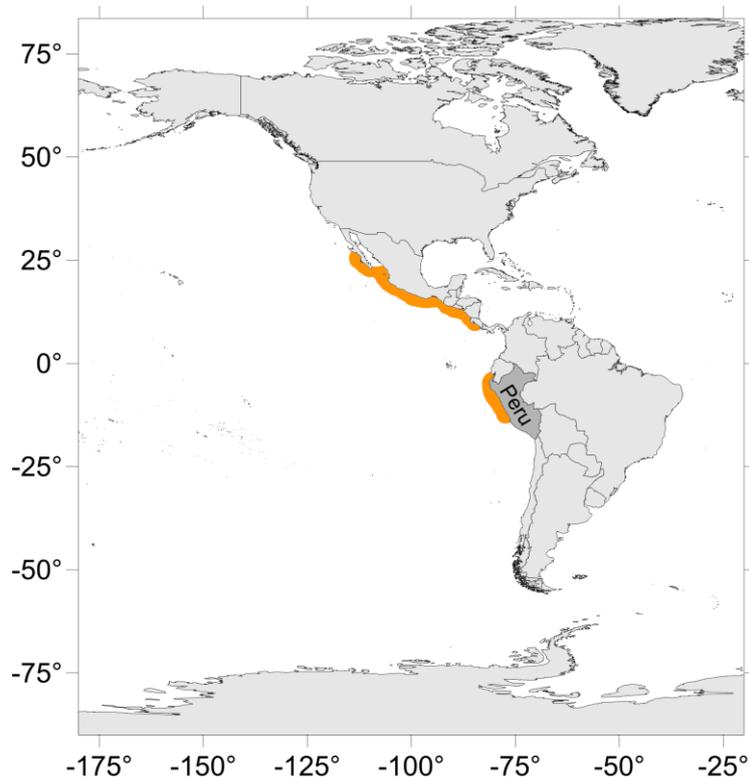
### Historia de vida

Esta especie presenta un rango de tallas de 2 a 29 mm de longitud de carina (LCar), con moda principal en 17 y 18 mm LCar (Ordinola et al. 2010). La talla de madurez sexual se estimó en 22.8 mm de LCar (Villena 1995). La fecundidad de *P. elegans* ha sido estimada entre 122 mil y 538 mil embriones por individuo (Villena 1995).

El periodo reproductivo de *P. pollicipes* en Portugal es de marzo a septiembre, e incluye 2 periodos de liberación larval, uno de marzo-abril y otro más importante de julio-octubre (Molares 1994). Los miembros de la familia Pollicipedidae presentan varios estadios larvales tipo nauplio, seguidos de un último estadio tipo cipris, que finalmente se asienta sobre el pedúnculo de un adulto conoespecífico, realizando metamorfosis al estadio juvenil (Seoane 2015). El lapso de vida larval se ha estimado en un mes (Molares 1994). El juvenil se mueve por el pedúnculo adulto hacia el sustrato rocoso donde se hace completamente sésil (Seoane 2015). Dos pulsos anuales de reclutamiento biológico (i.e. asentamientos de cipris sobre pedúnculos adultos) fueron observados en Paita, siendo el más intenso el ocurrido de julio a septiembre (Oliva 1995). Para una especie similar en Portugal (*P. pollicipes*), se han observado también variaciones interanuales tanto en la temporada de reclutamiento como en su duración (Cruz et al. 2010).

## Distribución y uso del hábitat

El percebe tiene parches de distribución del norte de México hasta Perú (Fig. 1.6.2; Marchant et al. 2015) y está asociado a sustratos duros en las zonas de Punta Mero y Cancas, con parches en la cara de las rocas que está expuesta al oleaje intenso (Ordinola et al. 2010). *Pollicipes elegans* se alimenta de larvas de copépodos y diatomeas (Kameya & Zeballos 1988).



**Fig. 1.6.2** Distribución geográfica del percebe *Pollicipes elegans*

## Pesquería

En la zona intermareal de la Región Tumbes, durante octubre y noviembre del 2009, se registró la mayor densidad en Punta Mero (2,188 ind/m<sup>2</sup>), mientras que la mayor biomasa media por individuo fue registrada en Cancas (9,952 g/m<sup>2</sup>; Ordinola et al. 2010).

La densidad poblacional de *P. elegans* en Punta Lobitos durante 1993–1994 fue estimada en 30.6 ind/m<sup>2</sup> y la biomasa de 25.4 g/m<sup>2</sup>; el peso promedio de los individuos varió entre 0.43 y 1.85 g/ind (Pinilla 1996).

## Respuesta a la variabilidad ambiental

Las larvas tienen un amplio rango óptimo de temperatura (Walther et al. 2013). La temperatura superficial del mar y las condiciones del hábitat tienen un efecto sobre la densidad de las poblaciones en regiones tropicales (Marchant et al. 2015).

## Referencias

- Cruz T, Castro JJ, Hawkins SJ (2010) Recruitment, growth and population size structure of *Pollicipes pollicipes* in SW Portugal. *J Exp Mar Bio Ecol* 392: 200–209
- Kameya A, Zeballos J (1988) Distribución y densidad de Percebes *Pollicipes elegans* (Crustacea: Cirripedia) en el mediolitoral peruano (Yasila, Paita; Chilca, Lima). *Bol Inst Mar Perú* 12. 22 p
- Marchant S, Moran AL, Marko PB (2015) Out-of-the tropics or trans-tropical dispersal? The origins of the disjunct distribution of the gooseneck barnacle *Pollicipes elegans*. *Front Zool* 12: 39
- Molares J (1994) Estudio del ciclo biológico del percebe (*Pollicipes cornucopia* L.) de las costas de Galicia. Santiago de Compostela: Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura. En: Seoane (2015) Genetic analyses in the gooseneck barnacles (genus *Pollicipes*). Tesis doctoral. Universidade da Coruña
- Oliva J (1995) Ecología y dinámica poblacional del "percebe" *Pollicipes elegans* Bahía Yacila – Paita (Perú) Mayo 1994 - Febrero 1995. En: Pinilla FR (1996) Variación temporal de la densidad y biomasa de la población del percebe *Pollicipes elegans* de la zona de Lobitos, Puirá, Perú. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina
- Ordinola E, López E, Gonzales I, Montero P, Agurto K, Torres E, Vera M, Inga C (2010) Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de Tumbes. *Inf Int Inst Mar Perú*. 79 p
- Pinilla FR (1996) Variación temporal de la densidad y biomasa de la población del percebe *Pollicipes elegans* de la zona de Lobitos, Puirá, Perú. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina
- Seoane (2015) Genetic analyses in the gooseneck barnacles (genus *Pollicipes*). Tesis doctoral. Universidade da Coruña

Villena G (1995) Aspectos reproductivos del percebe *Pollicipes elegans* de la zona de Yacila, Paita Perú. En: Pinilla FR (1996) Variación temporal de la densidad y biomasa de la población del percebe *Pollicipes elegans* de la zona de Lobitos, Puirá, Perú. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina

Walther K, Crickenberger SE, Marchant S, Marko PB, Moran AL (2013) Thermal tolerance of larvae of *Pollicipes elegans*, a marine species with an antitropical distribution. *Mar Biol* 160: 2723–2732

## 1.7 Pulpo - *Octopus mimus* (Gould, 1852)



Fig. 1.7.1 Imagen del pulpo *Octopus mimus*. Fuente: Pliego-Cárdenas (2009)

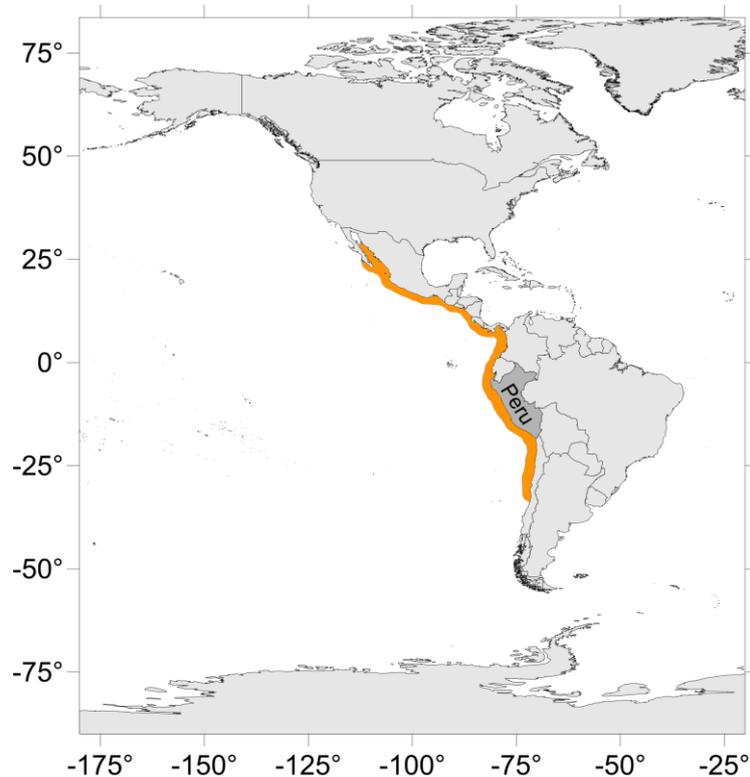
### Historia de vida

El pulpo *Octopus mimus* se reproduce principalmente en verano e invierno, pero se pueden encontrar hembras maduras durante todo el año (Llanos et al. 2009). En Arequipa, el desove ocurre en agosto, octubre, noviembre, diciembre y enero (Ishiyama et al. 1999). En el norte de Chile, la reproducción ocurre durante todo el año con el pico de desove principal en primavera y verano (Cortez et al. 1995). La primera madurez ocurre a 12.5 cm de longitud dorsal del cuerpo (Ishiyama et al. 1999). Los pulpos generalmente tienen un ciclo de vida anual, por lo que se asume que esta especie alcanza la madurez sexual en un año como máximo. La mayor fecundidad registrada es de 432,000 huevos por desove (Baltazar et al. 2000), aunque también se han registrado valores de fecundidad más bajos, p.e. entre 100 y 20,000 huevos (Cortez et al. 1995). Es posible que las paralarvas duren entre 35 y 60 días en el plancton, similar a *O. vulgaris* (Villanueva 1995; Carrasco et al. 2006).

### Distribución y uso del hábitat

Recientemente se ha encontrado que *O. mimus* y *O. hubbsorum* podrían ser la misma especie (Pliego-Cárdenas et al. 2014), por lo cual su distribución sería desde México a Chile (Fig. 1.7.2). En

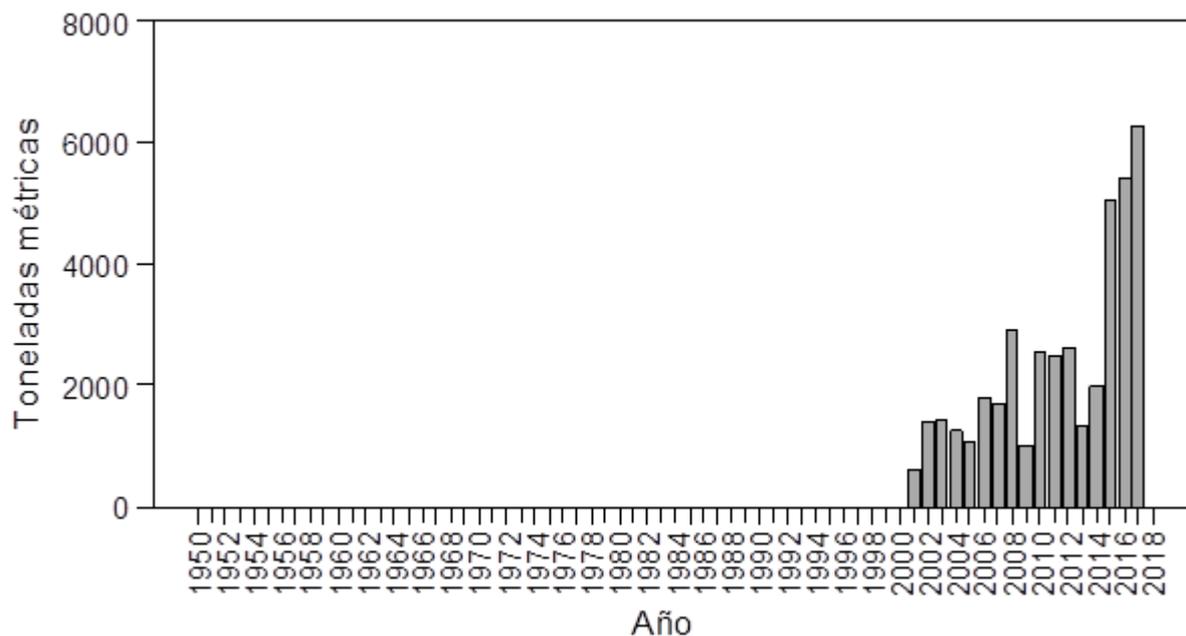
Sudamérica, *O. mimus* se distribuye desde Tumbes, Perú a San Vicente, Chile, aunque también se ha sugerido que se distribuye desde el norte de Perú hasta Valparaíso, Chile. Habita en arrecifes rocosos e intermareales a 0–30 m de profundidad (Norman et al. 2013). En Pucusana se alimenta de crustáceos, braquiuros, percebes, moluscos gasterópodos y bivalvos, equinodermos y peces; también ocurre el canibalismo (Cardoso et al. 2004).



**Fig. 1.7.2** Distribución geográfica del pulpo *Octopus mimus*

### **Pesquería**

La pesca se lleva a cabo a través de buceo libre o hooka usando un anzuelo ([http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/especies\\_comerciales/invertebrados/pulpo.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/especies_comerciales/invertebrados/pulpo.pdf)). De 2005 a 2014, la captura promedio anual de *O. mimus* en Perú fue de 1,950 t, con una captura máxima de 2,900 t en 2008 (PRODUCE 2018; Fig. 1.7.3). Debido a su ciclo de vida anual, el reclutamiento a la pesquería debe ocurrir antes de un año de vida.



**Fig. 1.7.3** Captura comercial del pulpo *Octopus mimus* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático, es posible que ocurran cambios en las estaciones de desove y el crecimiento individual.

Las bajas temperaturas no favorecen la madurez sexual de *O. mimus*; los picos de desove más altos parecen ocurrir a temperaturas más altas (Cortez et al. 1995). Con el aumento de la temperatura asociado al cambio climático, es posible que ocurran cambios en las estaciones y la duración de los eventos de desove. Valores altos del índice gonadosomático ocurren de septiembre a diciembre, lo cual sugiere que el período de madurez sexual y desove de *O. mimus* coincide con el aumento gradual de la temperatura de la superficie del mar (Ishiyama et al. 1999). Además, los cefalópodos tienen marcadas respuestas de crecimiento debido a los cambios de temperatura (Forsythe & Van Heukelem 1987). Durante eventos cálidos, por ejemplo, durante El Niño, aumentaron las capturas de *O. mimus* en el Perú (Cardoso et al. 2004).

### Referencias

Baltazar P, Rodríguez P, Rivera W, Valdivieso V (2000) Cultivo experimental de *Octopus mimus*, Gould 1852 en el Perú. Rev peru biol 7: 151–160

- Cardoso F, Villegas P, Estrella C (2004) Observaciones sobre la biología de *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopoda) en la costa peruana. *Rev peru biol* 11: 45–50
- Carrasco JF, Arronte JC, Rodríguez C (2006) Paralarval rearing of the common octopus, *Octopus vulgaris* (Cuvier). *Aquac Res* 37: 1601–1605
- Cortez T, Castro BG, Guerra A (1995) Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca, Cephalopoda). *Mar Biol* 123: 505–510
- Forsythe JW, Van Heukelem WF (1987) Growth. En: Boyle PR (Ed.) *Cephalopod life cycles, comparative reviews*, Vol 2. Academic Press, London. pp 135–156
- Ishiyama V, Shiga B, Talledo C (1999) Biología reproductiva del pulpo *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) de la región de Matarani, Arequipa, Perú. *Rev peru biol* 6: 110–122
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- Norman MD, Finn JK, Hochberg FG (2013) *Octopus mimus*. En: Jereb P, Roper CFE, Norman MD, Finn JK (Eds.) *Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date*. Vol. 3. Octopods and vampire squids. FAO. Rome. pp 54–55
- Pliego-Cárdenas R (2009) Biología reproductiva del pulpo *Octopus hubbsorum* Berry, 1953 (Cephalopoda, Octopodidae) en la Isla Espíritu Santo, Golfo de California, México. Tesis de maestría. IPN-CICIMAR
- Pliego-Cárdenas R, Hochberg R, León FG, García de León FJ, Barriga-Sosa IA (2014) Close Genetic Relationships between Two American Octopuses: *Octopus hubbsorum* Berry, 1953, and *Octopus mimus* Gould, 1852. *J Shellfish Res* 33: 293–303
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Villanueva R (1995) Experimental rearing and growth of planktonic *Octopus vulgaris* from hatching to settlement. *Can J Fish Aquat Sci* 52: 2639–2650

## Demersales

### 1.8 Bagre con faja - *Galeichthys peruvianus* (Lütken, 1874)



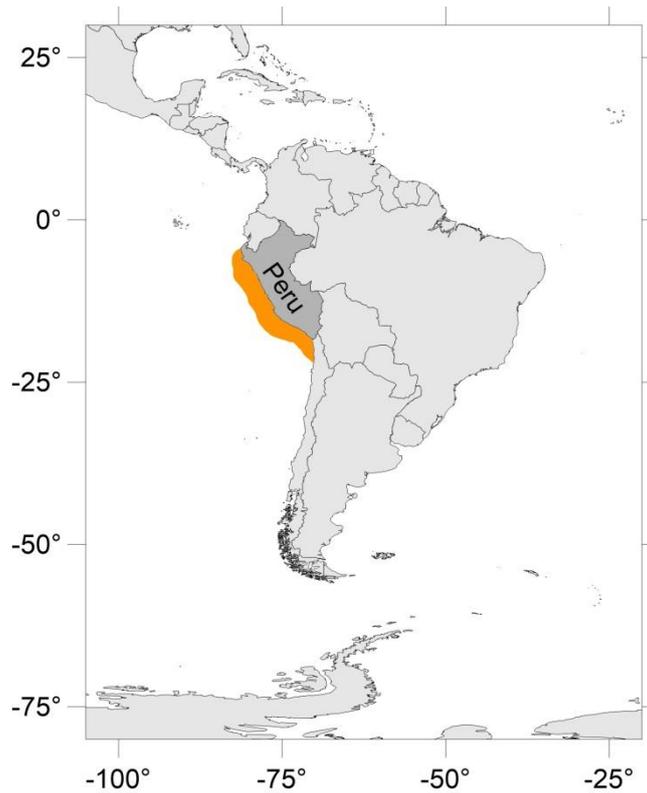
**Fig. 1.8.1** Imagen del bagre con faja *Galeichthys peruvianus*. Fuente: <http://biodiversidadacuatica.imarpe.gob.pe/Catalogo/Especie?id=493>

#### Historia de vida

El bagre con faja *Galeichthys peruvianus* tiene su mayor pico de desove a finales de verano; esta especie alcanza la talla de primera madurez a los 21.7 cm (Llanos et al. 2009), aproximadamente al año de vida. Su fecundidad es de 27 huevos durante la temporada de desove en verano (Castañeda et al. 2007; Bearez et al. 2010).

#### Distribución y uso del hábitat

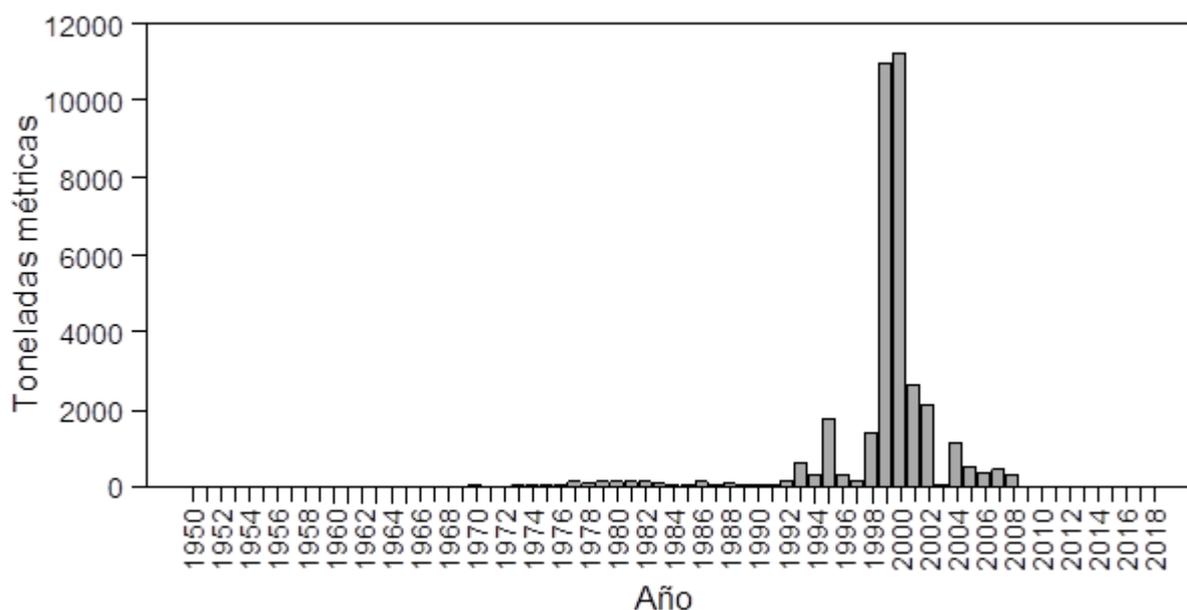
Esta especie se distribuye del norte del Perú al norte de Chile (Bearez et al. 2010; Fig. 1.8.2); habita zonas someras con fondos suaves, generalmente dentro de las primeras 50 millas náuticas a partir de la costa (Castañeda et al. 2007). El bagre con faja realiza migraciones estacionales; sus mayores densidades durante invierno ocurren en la zona costera entre los 7 y 9°S, y durante primavera entre los 8 y 10°S (Castañeda et al. 2007; Bearez et al. 2010), lo cual representa una migración de aproximadamente 100 a 300 km. Después de desovar, los machos acarrear los huevos fertilizados a zonas costeras someras mientras que las hembras regresan a sus zonas comunes de distribución. Una especie del mismo género, *G. caerulescens*, realiza migraciones hacia lagunas durante la temporada de desove (Yáñez-Arancibia et al. 1976). Los juveniles se vuelven pelágicos y eventualmente se desplazan a mayores profundidades (Castañeda et al. 2007; Bearez et al. 2010). Los bagres se alimentan de peces, crustáceos, poliquetos, moluscos y algas (Llanos et al. 2009). En verano y en otoño se alimentan comunmente de anchoveta (Castañeda et al. 2007).



**Fig. 1.8.2** Distribución geográfica del bagre con faja *Galeichthys peruvianus*

### **Pesquería**

La pesquería ocurre en zonas costeras con redes de cerco, red chinchorro y red de cerco playera (Llanos et al. 2009). Se encontraron datos de captura de 1996 al 2004; en el año 2000 se registró la máxima captura (11,200 t) seguida de una disminución en los siguientes años (PRODUCE 2018; Fig. 1.8.3). La biomasa total de *G. peruvianus* estimada en el norte del Perú, frente a Pimentel-Chicama y Pascamayo, durante verano del 2006 fue de 236,632 t (Castillo et al. 2009). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría de 'Preocupación Menor' (LC. LEAST CONCERN) (Bearez et al. 2010), lo cual significa que es abundante y de amplia distribución.



**Fig. 1.8.3** Captura comercial del bagre con faja *Galeichthys peruvianus* en el Perú, 1950 a 2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático es posible que ocurran cambios de distribución y abundancia, así como cambios en las temporadas reproductivas de *G. peruvianus*.

Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988). De hecho, se ha registrado la dispersión de la población de *G. peruvianus* a lo largo de la costa durante eventos cálidos, p.e. verano o El Niño (Bearez et al. 2010).

Durante 2009, el patrón reproductivo de esta especie fue alterado debido a anomalías negativas que ocurrieron durante los primeros tres meses del año, por lo cual el desove se retrasó hasta mayo y los picos secundarios fueron más intensos debido a las altas temperaturas registradas en la segunda mitad del año (Llanos et al. 2009). Una especie del mismo género, *G. caerulescens*,

requiere bajas salinidades para desovar (Yáñez-Arancibia et al. 1976); cambios en la frecuencia e intensidad de la lluvia podrían tener consecuencias en el desove cerca de la costa.

## Referencias

- Bearez P, Acero A, Betancur R (2010) *Galeichthys peruvianus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183404A8107700. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183404A8107700.en>.
- Castañeda J, Carbajal W, Galán J, Gutiérrez M (2007) Bioecología del bagre *Galeichthys peruvianus* en el mar del Perú. Periodo 1998–2004. Inf Inst Mar Perú 34: 295–307
- Castillo R, Gutiérrez M, Peraltilla S, Escudero L (2009) Distribución y biomasa de los principales recursos pelágicos del mar peruano. Verano 2006. Inf Inst Mar Perú 36: 121–130
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212
- Yáñez-Arancibia A, Curiel-Gómez J, De Yáñez VL (1976) Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. 67 p

## 1.9 Bereche - *Larimus pacificus* (Jordan & Bollman, 1890)



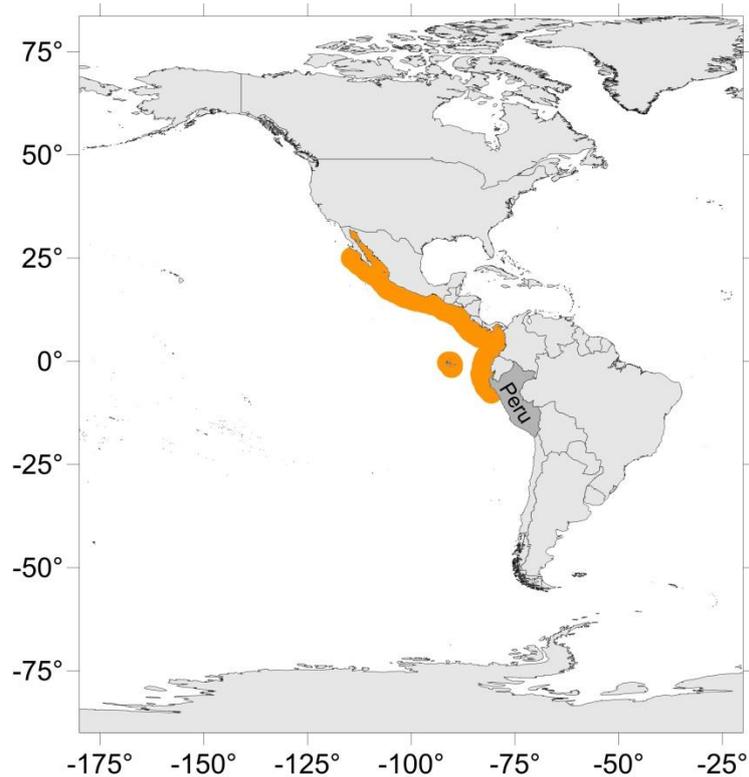
**Fig. 1.9.1** Imagen del bereche *Larimus pacificus*. Fuente: <https://www.mexican-fish.com/pacific-drum/>

### Historia de vida

La fecundidad de *L. fasciatus* oscila entre 31,088 y 65,038 huevos (Ross 1984). Las tallas de esta especie en Perú oscilan entre 10 y 28 cm, de los cuales aproximadamente el 60% de los individuos muestreados ( $n = 943$ ) en ese rango de tallas eran maduros sexualmente. Alcanzan la madurez sexual a partir de los 2 años de edad aproximadamente. Dos grupos modales fueron identificados a los 14 y 18 cm, lo que supondrían que individuos de esta talla sostienen a la población (Samamé et al. 2001).

### Distribución y uso del hábitat

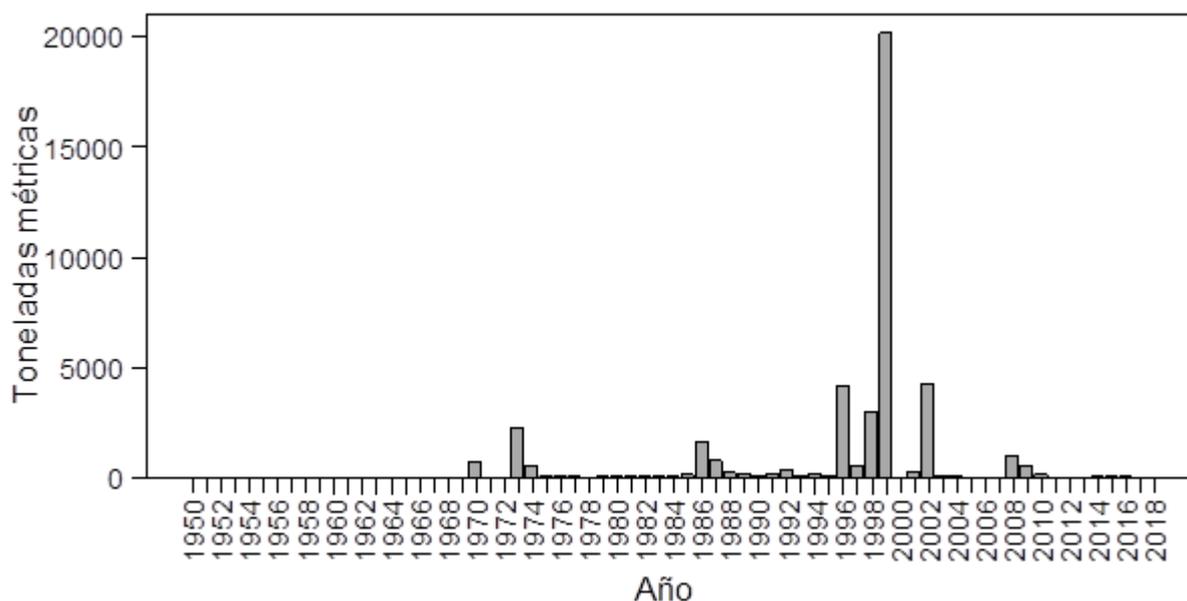
El bereche se distribuye en el Pacífico Oriental, desde la península de Baja California en México hasta Talara en el norte del Perú (Fig. 1.9.2); se distribuye en aguas costeras y hasta los 100 m de profundidad aproximadamente (Chao et al. 2010; Froese & Pauly 2019). Habita sobre fondos someros arenosos y arenoso-fangosos (Chirichigno & Cornejo 2001). Se alimenta de crustáceos planctónicos (Froese & Pauly 2019).



**Fig. 1.9.2** Distribución geográfica del bereche *Larimus pacificus*

### **Pesquería**

El bereche es capturado con frecuencia entre los 3°S y 6°S (Fuentes et al. 1969). Los registros de captura van de 1996 al 2016; las mayores capturas ocurrieron en 1996 y 2002 (4,143 t y 4,271 t, respectivamente). En otros años las capturas no han sido mayores a las 1,000 t; en 2016 se capturaron tan solo 33 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.9.3). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría 'Preocupación menor' (LC. LEAST CONCERN) (Chao et al. 2010), lo que significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.9.3** Captura comercial del bereche *Larimus pacificus* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Esta especie se encuentra alrededor de los 21°C (Fuentes et al. 1969). Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988; Espino 1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009).

## Referencias

- Chao L, Espinosa H, Findley L, van der Heiden A (2010) *Larimus pacificus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183380A8103283. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183380A8103283.en>. Consultado el 16 de Noviembre de 2019
- Chirichigno F, Cornejo U (2001) Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Inst Mar Perú, Lima
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). Consultado el 19 de Octubre del 2019
- Fuentes H, Mesía M, Samamé M (1969) Informe general sobre el crucero SNP-1-6905. Serie de Informes Especiales IM-44. Inst Mar Perú. 16 pp
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Ross SW (1984) Reproduction of the banded drum, *Larimus fasciatus*, in North Carolina. Fish Bull 82: 227–235
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158
- Samamé M, Guevara-Carrasco R, Ramiro-Castillo P, Tello E, Castillo CR, Elliott W (2001) Evaluación de la merluza y otros recursos demersales durante el otoño 2000. Resultados generales del crucero BIC José Olaya Balandra 0004-05. Inst Mar Perú 160: 7–22
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

### 1.10 Cabrilla - *Paralabrax humeralis* (Valenciennes, 1828)



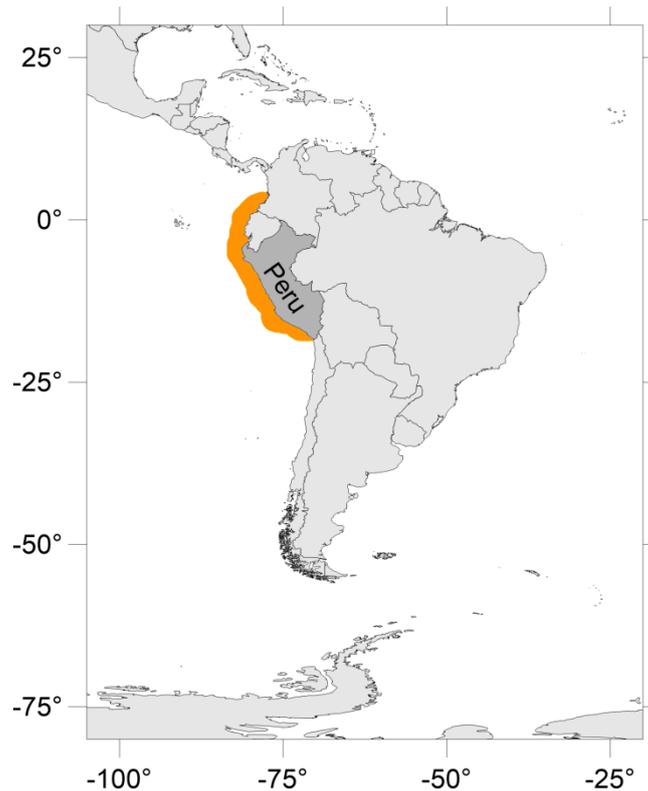
**Fig. 1.10.1** Imagen de la cabrilla *Paralabrax humeralis*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

#### Historia de vida

La cabrilla *Paralabrax humeralis* se reproduce de noviembre a agosto; su principal pico de desove ocurre en marzo en Chimbote, la costa norte del Perú (Mejía et al. 1970; Miñano & Castillo 1971). La longitud de 50% madurez en hembras es de 24.5 cm de longitud total (Miñano & Castillo 1971), tamaño que alcanzan entre los 2 y 3 años (Goicochea et al. 2012). No hay información sobre la fecundidad de esta especie, sin embargo, la fecundidad de *P. maculatofasciatus* es de 284,000 huevos/kg (Avilés 2005). Bajo condiciones controladas, las larvas de especies de la familia Serranidae tardan de 2 a 3 días en absorber su saco vitelino (Tucker 1998).

#### Distribución y uso del hábitat

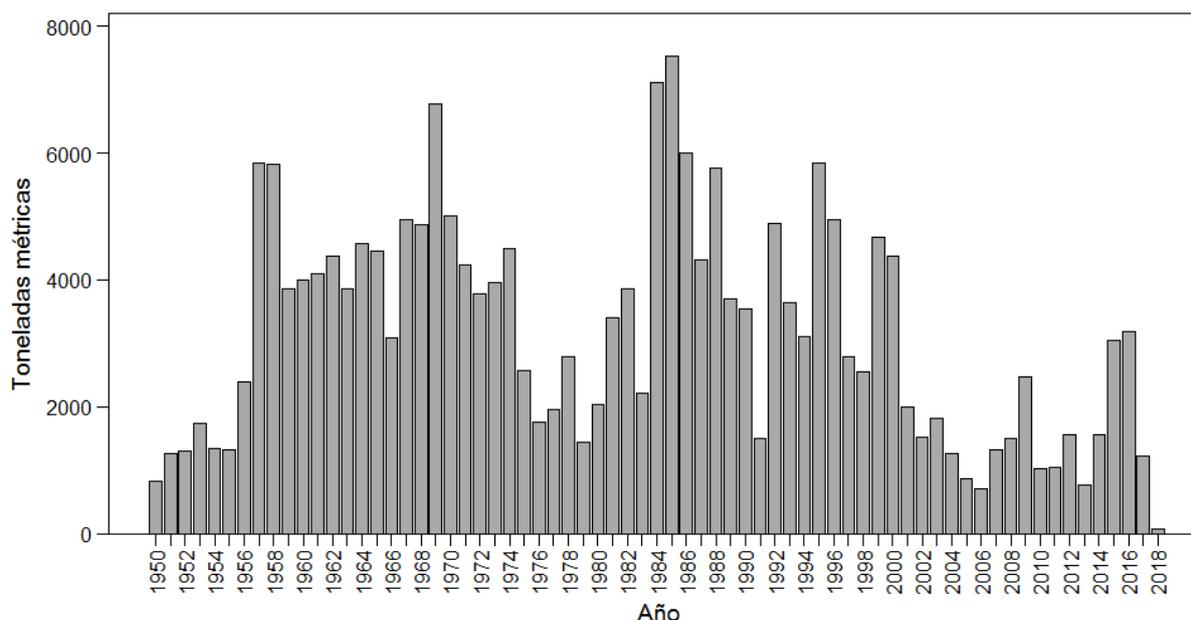
El rango de distribución geográfica de esta especie es desde Ecuador hasta la parte sur de Chile y las islas Juan Fernández y Galápagos (Goicochea et al. 2012; Fig. 1.10.2). La cabrilla es bentónica, generalmente habita zonas costeras arenosas y rocosas con algas, hasta los 180 m de profundidad (Miñano & Castillo 1971; Smith-Vaniz et al. 2010); los juveniles se distribuyen cerca de la costa (Chirichigno & Cornejo 2001). Los adultos se alimentan de crustáceos, peces, cefalópodos, poliquetos y eufáusidos (Blaskovic' et al. 2008).



**Fig. 1.10.2** Distribución geográfica de la cabrilla *Paralabrax humeralis*

### **Pesquería**

La pesquería se lleva a cabo en la zona costera con redes de cerco, redes de arrastre, chinchorros fijos, y líneas de mano (Mejía et al. 1970; Adams & Flores 2016). Las capturas incrementaron de 1950 a 1969, posteriormente disminuyeron hacia 1979 e incrementaron de nuevo hasta alcanzar un máximo histórico en 1985 (7,500 t). Sin embargo, las capturas disminuyeron desde 1985; en el 2015 y 2016 se registraron capturas entre 3,100 y 3,200 t respectivamente, mientras que en 2018 se registraron solamente 74 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.10.3). Entre 1981 y 1988 se estimaron aproximadamente 30,000 t que fluctuaron debido a la variabilidad ambiental (Espino 1990). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría 'Incierta' (UNCERTAIN) (Smith-Vaniz et al. 2010), es decir que no hay suficientes datos sobre esta especie.



**Fig. 1.10.3** Captura comercial de la cabrilla *Paralabrax humeralis* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático, es posible que ocurran cambios en la distribución y abundancia de esta especie, así como cambios en su tamaño y en los picos reproductivos.

La cabrilla generalmente ocurre a 14–16°C y 0.75–1.75 mL/L de oxígeno disuelto, pero durante El Niño ocurre entre 17–20°C y 2.25–3.25 mL/L de oxígeno disuelto (Espino 1990). En general, los peces demersales tienden a profundizarse durante El Niño (Espino 1990). Con El Niño 1983, los peces más grandes migraron al sur de la principal zona de pesca, y los peces pequeños fueron accesibles para la pesquería (Samamé et al. 1985). La abundancia de la cabrilla disminuyó durante El Niño (Espino 1990). En contraste, su disponibilidad inmediata aumentó durante La Niña, y la CPUE disminuyó entre seis meses y dos años después de La Niña (Adams & Flores 2016). Los peces demersales habitan la plataforma continental y están asociados con la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, que oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño intra e interanualmente. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, lo que resulta en densidades bajas y altas, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y la duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal aumenta debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa a mayores profundidades y del sistema pelágico al fondo (Vélez et al. 1988; Espino 1990). La biomasa fluctúa

dependiendo de las condiciones ambientales; por ejemplo, la biomasa de *P. humeralis* aumenta a medida que disminuye la densidad de la merluza durante El Niño (Espino 1990).

## Referencias

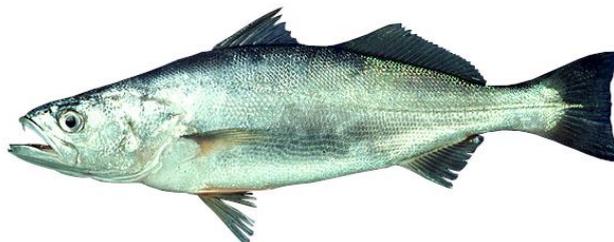
- Adams GD, Flores D (2016) Influencia de El Niño Oscilación del Sur en la disponibilidad y abundancia de recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal en Ica, Perú. *Rev Biol Mar Oceanogr* 51: 265–272
- Avilés MA (2005) Calidad de huevos y larvas según el manejo de los reproductores de la cabrilla (*Paralabrax maculatofasciatus*, Pisces: Serranidae). Tesis doctoral. Universitat de Barcelona
- Blaskovic´ V, Espinoza P, Fernández C, Castillo D, Navarro I (2008) Espectro alimentario de las principales especies demersales de importancia comercial y sus relaciones intraespecíficas en el 2007. Informe técnico anual. Inst Mar Perú. 38 p
- Chirichigno N, Cornejo RM (2001) Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Inst Mar Perú, Lima
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. *Bol Inst Mar Perú* 14. 27 p
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019
- Goicochea C, Moquillaza P, Mostacero J (2012) Edad y crecimiento de *Paralabrax humeralis* (Valenciennes) en el mar del Callao, 1996. *Inf Inst Mar Perú* 39: 23–25
- Mejía J, Samamé M, Pastor A (1970) Información básica de los principales peces de consumo. Serie de Informes Especiales IM–62, Inst Mar Perú. 29 p
- Miñano JB, Castillo J (1971) Investigación biológica preliminar de la “cabrilla” *Paralabrax humeralis* (Valenciennes) en Chimbote. Serie de Informes Especiales IM–83. Inst Mar Perú. 8 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. *Bol Extr Inst Mar Perú*. pp 153–158

Smith-Vaniz B, Robertson R, Dominici-Arosemena A, Molina H, Salas E, Guzman-Mora AG, Bearez P (2010) *Paralabrax humeralis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183746A8169144. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183746A8169144.en>

Tucker J (1998) Marine Fish Culture. Kluwer Academic Publishers, USA

Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Vol I: 203–212

### 1.11 Cachema - *Cynoscion analis* (Jenyns, 1842)



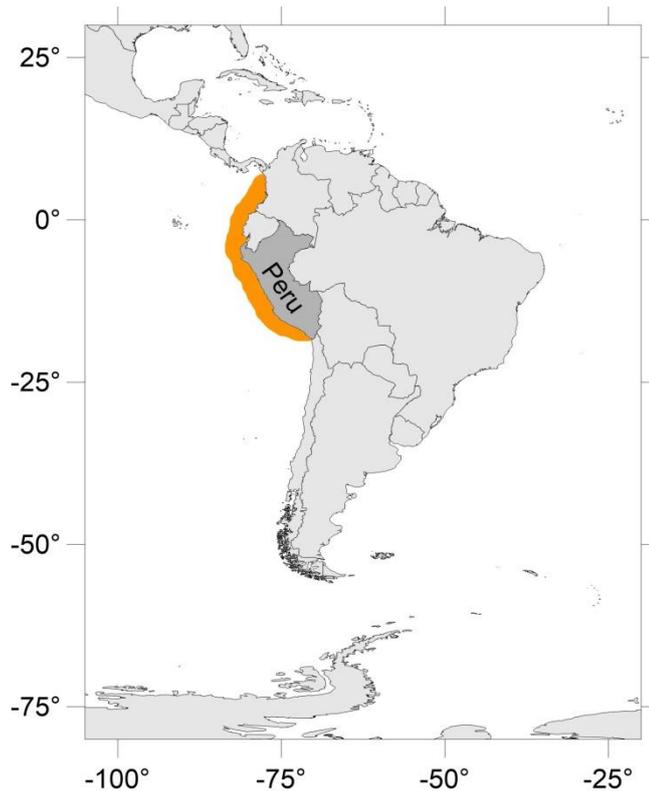
**Fig. 1.11.1** Imagen de la cachema *Cynoscion analis*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

#### Historia de vida

La cachema tiene un pico de desove principal en verano y picos secundarios durante todo el año (Llanos et al. 2009). La longitud de primera madurez es a los 24 cm y la longitud a 50% madurez es a los 27 cm (Mejía et al. 1970; Llanos et al. 2009). La fecundidad de *C. analis* es desconocida; sin embargo, *C. leiarchus* tiene una fecundidad parcial de 100,000–866,000 ovocitos (Carmo-Silva et al. 2016). Es posible que las larvas abosrban el saco vitelino en pocos días, como se ha observado en las larvas de *C. nebulosus*, cuyo saco vitelino se absorbe dentro de las 48 h posteriores a la eclosión (Ibarra-Castro et al. 2015).

#### Distribución y uso del hábitat

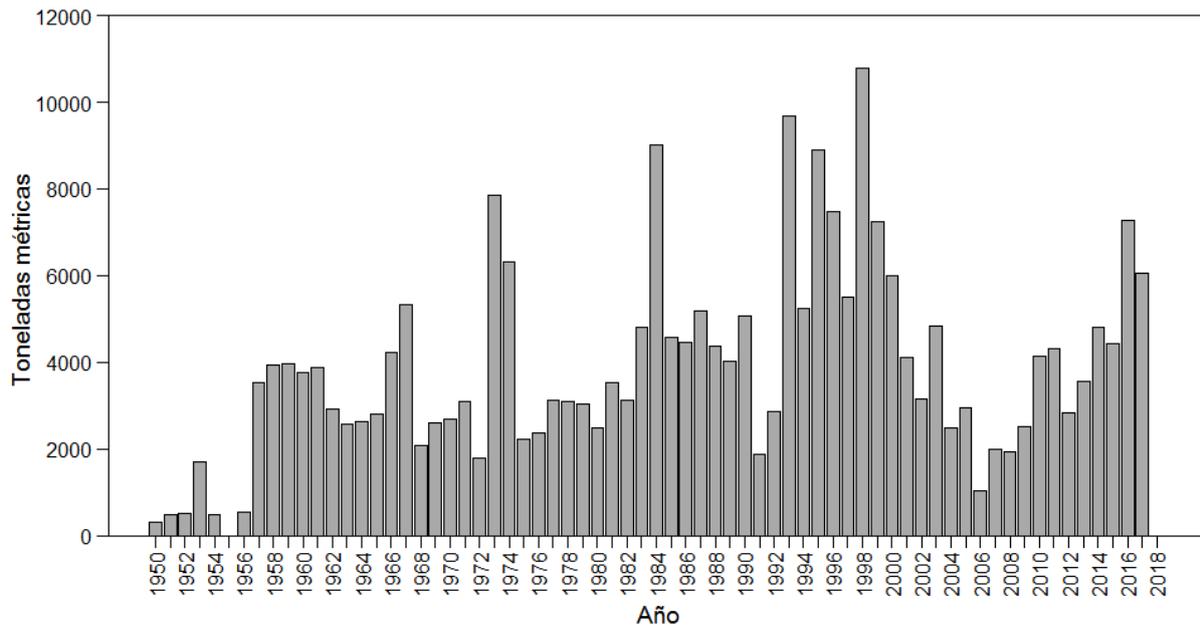
*Cynoscion analis* es una especie endémica del Pacífico Oriental y se distribuye desde Santa Elena, Ecuador hasta Coquimbo, Chile (Froese & Pauly 2019; <http://www.fishbase.org/summary/Cynoscion-analis.html>). También se ha descrito un rango de distribución reducido que comprende desde Colombia hasta el norte de Perú (Chao & Espinosa 2010; Fig. 1.11.2). Es una especie demersal de aguas cálidas y templadas que habita en fondos arenosos, fangosos y rocosos (Mejía et al. 1970), hasta aproximadamente 50 m de profundidad (Chao & Espinosa 2010). La cachema se alimenta principalmente de crustáceos, peces y cefalópodos (Blaskovic' et al. 2008).



**Fig. 1.11.2** Distribución geográfica de la cachema *Cynoscion analis*

### **Pesquería**

La pesquería se realiza en la zona costera con red de cerco, chinchorro fija, red de cerco playera y red de arrastre (Mejía et al. 1970; Llanos et al. 2009). Las capturas tuvieron una tendencia al incremento, de 1950 a 1998, año en el que se alcanzó el máximo registro de captura (10,800 t). Las capturas disminuyeron hacia 2006 e incrementaron de nuevo en años recientes; en 2017 la captura fue de 6,000 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.11.3). Se han identificado dos pulsos de reclutamiento para la pesquería, el principal entre junio y julio, y el pulso de menor intensidad entre enero y febrero (Farroñay et al. 2010). En 1983, en el área de Paita, Perú, la biomasa de esta especie se estimó en aproximadamente 23,000 t (Mendo et al. 1988). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría 'Preocupación menor' (LC. LEAST CONCERN) (Chao & Espinosa 2010), lo que significa que es abundante y de amplia distribución.



**Fig. 1.11.3** Captura comercial de la cachema *Cynoscion analis* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático se esperan cambios en las estaciones de desove, distribución y tamaño de la cachema.

En general, los peces demersales tienden a profundizarse durante El Niño (Espino 1990). Durante años normales, la cachema se encuentra en aguas templadas pero durante El Niño ocurre a temperaturas más altas (Espino 1990). Los peces demersales habitan la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, que oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de las especies demersales también varía en tamaño intra e interanualmente. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, lo que resulta en densidades bajas y altas, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y la duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal aumenta debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa a mayores profundidades y del sistema pelágico al fondo (Vélez et al. 1988; Espino 1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009). La salinidad puede tener un efecto en los desoves de *C. analis*. Aunque *C. nubelosus* tolera un amplio rango de salinidad, el desove solo se lleva a cabo entre salinidades de 20

a 40 (Ibarra-Castro et al. 2015). La cachema generalmente ocurre entre 1 mL/L y 1.75 mL/L de oxígeno disuelto, mientras que durante El Niño ocurre entre 2 mL/L y 2.25 mL/L de oxígeno disuelto (Espino 1990).

## Referencias

- Blaskovic´ V, Espinoza P, Fernández C, Castillo D, Navarro I (2008) Espectro alimentario de las principales especies demersales de importancia comercial y sus relaciones intraespecíficas en el 2007. Informe técnico anual. Inst Mar Perú. 38 p
- Carmo-Silva JP, da Costa MR, Gomes ID, Araújo FG (2016) Gonadal development and fecundity of the smooth weakfish *Cynoscion leiarchus* (Teleostei: Perciformes: Sciaenidae) in a tropical Brazilian bay. *Zoologia* 33: e20160032
- Chao L, Espinosa H (2010) *Cynoscion analis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183954A8205810. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183954A8205810.en>
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. *Bol Inst Mar Perú* 14. 27 p
- Farroñay L, Oliva J, Castañeda J (2010) Dinámica poblacional de *Cynoscion analis* “cachema” en el litoral de Lambayeque, 2006. *Cienc tecnol humanid* 1: 81–93
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019
- Ibarra-Castro L, Gutiérrez-Sigeros I, Alvarez-Lajonchere L, Durruty-Lagunes CV, Sánchez-Zamora A (2015) Desempeño reproductivo y primeros estadios de vida en corvina pinta *Cynoscion nebulosus* en cautiverio. *Rev Biol Mar Oceanogr* 50: 439–451
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- Mejía J, Samamé M, Pastor A (1970) Información básica de los principales peces de consumo. Serie de Informes Especiales IM–62, Inst Mar Perú. 29 p
- Mendo J, Samamé M, Wosnitza-Mendo C, Mendieta A, Castillo J (1988) Análisis biológico-pesquero y poblacional de la cachema (*Cynoscion analis*) del área de Paita, Perú. *Bol Inst Mar Perú* 12: 23–57

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158

Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Vol I: 203–212

### 1.12 Chiri - *Peprilus medius* (Peters, 1869)



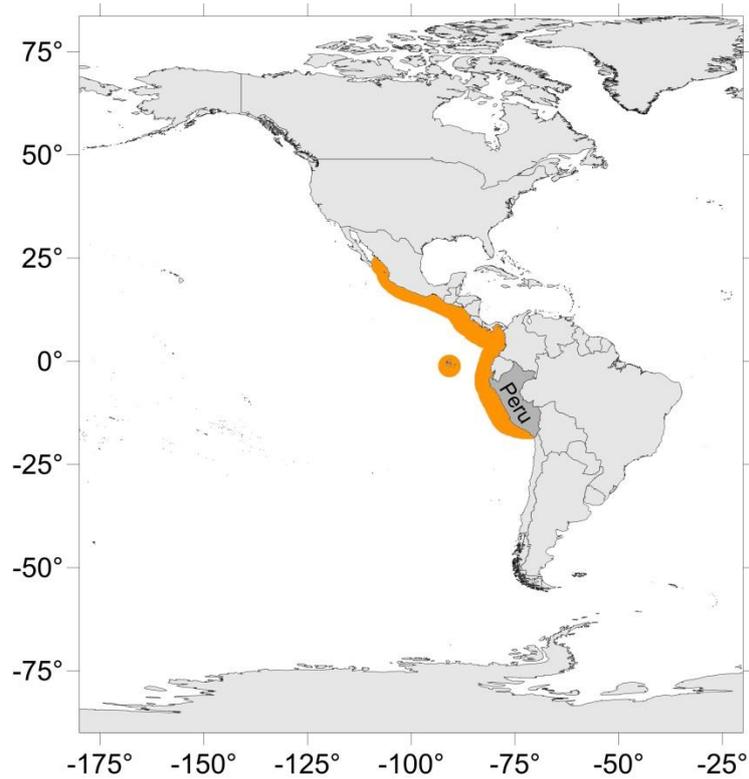
**Fig. 1.12.1** Imagen del chiri *Peprilus medius*. Fuente: <https://www.docapes.com/Butterfish%20or%20Pampano%20%E2%80%93%20Peprilus%20Medius.html>

#### **Historia de vida**

El chiri alcanza los 25 cm de longitud standard (Froese & Pauly 2019).

#### **Distribución y uso del hábitat**

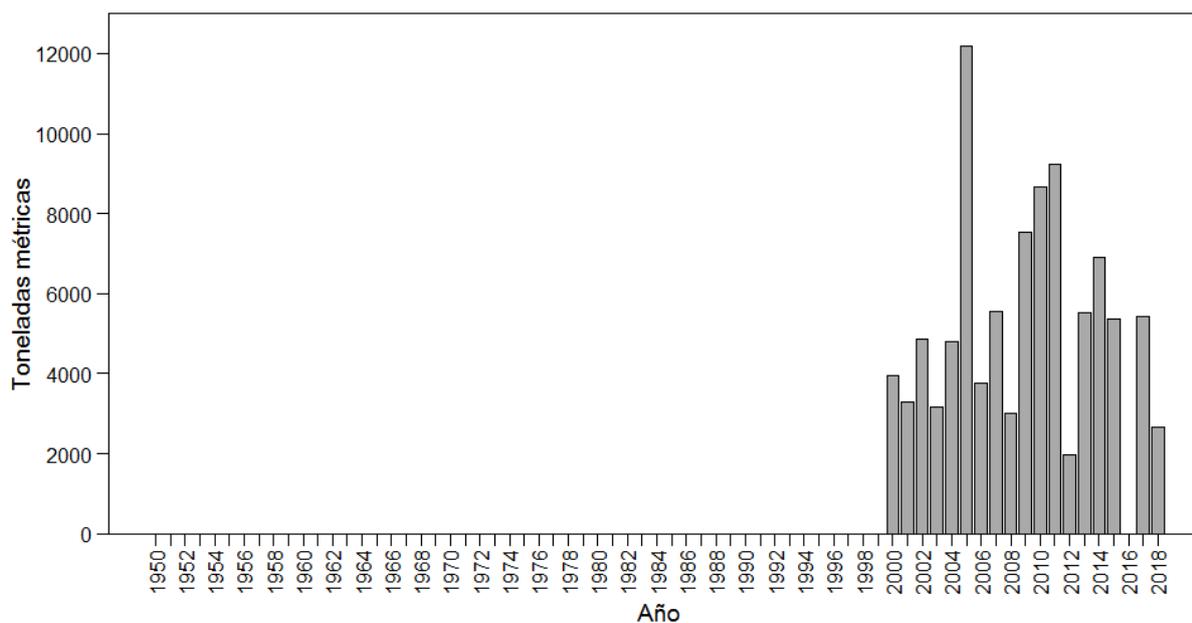
Se distribuye en el Pacífico Oriental, desde México hasta el sur del Perú, incluyendo las islas Galápagos (Fig. 1.12.2); ocurre cerca de la superficie en aguas costeras y hasta los 40 m de profundidad (Iwamoto et al. 2010; Froese & Pauly 2019).



**Fig. 1.12.2** Distribución geográficas del chiri *Peprilus medius*

### **Pesquería**

Solo se tienen registros de captura del chiri a partir del año 2000. La mayor captura registrada ocurrió en el año 2005 (12,180 t), a partir del año 2005 hubo una tendencia a la disminución de las capturas hasta llegar a las 2,660 t en el 2018 (PRODUCE 2018; Fig. 1.12.3). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN esta especie se encuentra en la categoría de ‘Preocupación Menor’ (LC. LEAST CONCERN) (Iwamoto et al. 2010), lo cual significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.12.3** Captura comercial del chiri *Peprilus medius* en el Perú, 1950 a 2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988; Espino 1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009).

### Referencias

Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p

- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019.
- Iwamoto T, Eschmeyer W, Alvarado J (2010) *Peprilus medius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183339A8096349. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183339A8096349.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

### 1.13 Coco - *Paralichthys peruanus* (Steindachner, 1875)



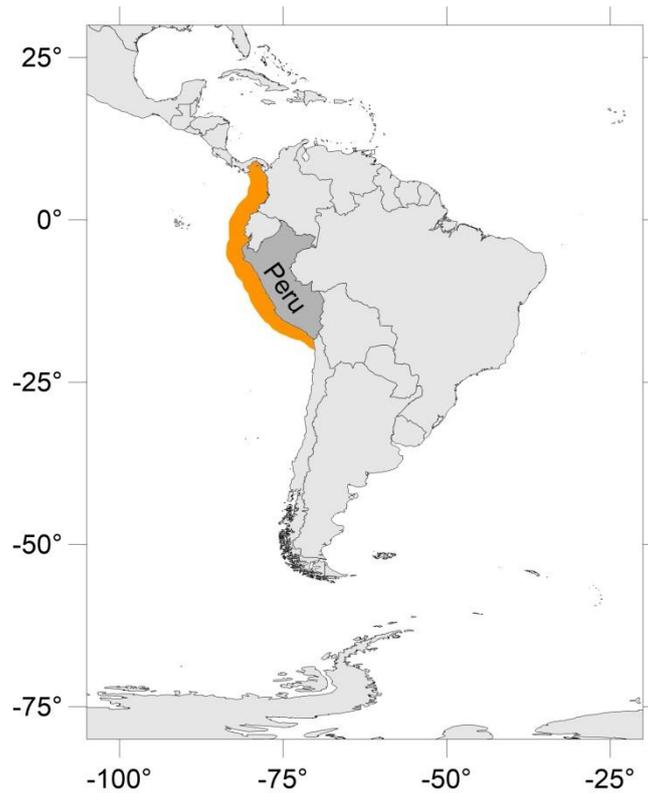
**Fig. 1.13.1** Imagen del coco *Paralichthys peruanus*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

#### Historia de vida

El coco *Paralichthys peruanus* tiene picos reproductivos durante todo el año con un pico mayor entre finales de verano y otoño (Llanos et al. 2009; Bringas et al. 2014). Esta especie alcanza la madurez sexual a los 24 cm de longitud (<http://www.fishbase.org/summary/424>); considerando la relación longitud-edad se estima que alcanza la madurez sexual a los 3 años (Bringas 2012). El coco tiene un estadio larval pelágico (<http://eol.org/pages/223572/details>). No hay información sobre su fecundidad pero la fecundidad parcial de una especie del mismo género, *P. brasiliensis*, en la costas de Brasil es de  $18,900 \pm 9,500$  oocitos (Costa et al. 2015).

#### Distribución y uso del hábitat

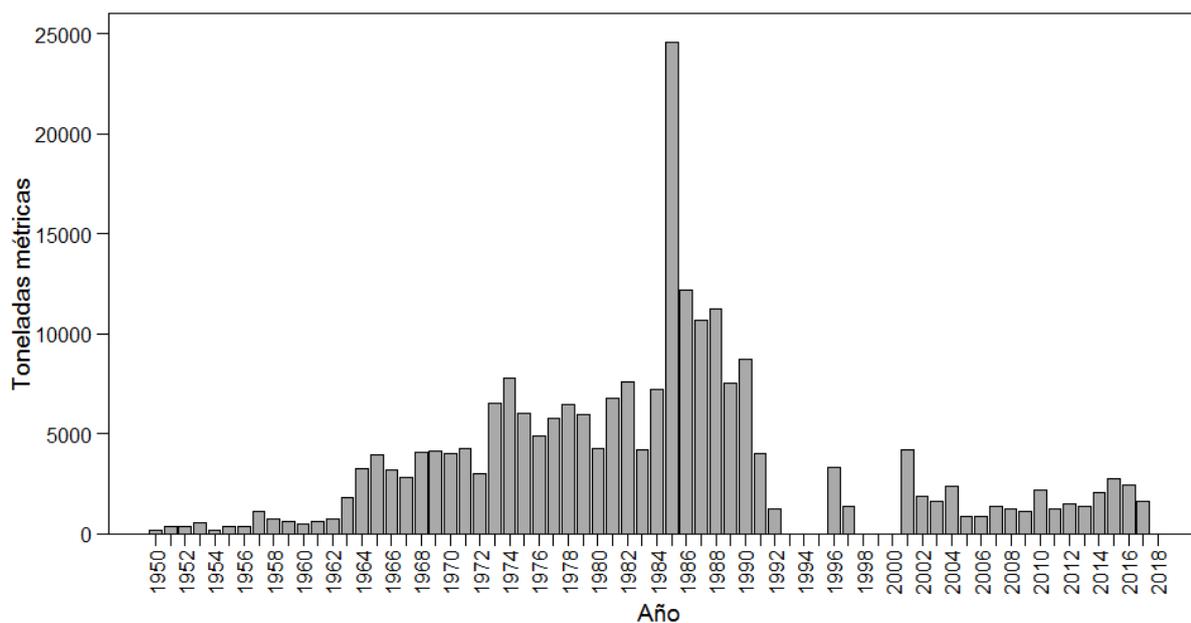
Se distribuye desde Puerto Pizarro, Perú a Arica, Chile (Goicochea et al. 2012), aunque también hay registros en Panamá (Chao 2010; Fig. 1.13.2). Es una especie demersal de aguas cálidas y templadas que habita sobre fondos arenosos y fangosos, y en estuarios (Chirichigno & Cornejo 2001). Se alimenta de poliquetos, crustáceos, gasterópodos, teleósteos y ofiuridos (Blaskovic' et al. 2008).



**Fig. 1.13.2** Distribución geográfica del coco *Paralonchurus peruanus*

### **Pesquería**

La pesquería se lleva a cabo en la zona pelágica con redes de cerco, redes de cerco playeras, chinchorros fijos, trasmallo, líneas de mano, y redes de arrastre de fondo (Mejía et al. 1970; Bringas et al. 2014). Las capturas del coco incrementaron de 1950 hasta alcanzar un máximo de 24,600 t en 1985. Las capturas disminuyeron en los siguientes años y se mantuvieron debajo de las 4,500 t por año desde el 2001 hasta el 2017 (PRODUCE 2018; Fig. 1.13.3). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN esta especie se encuentra en la categoría de ‘Preocupación Menor’ (LC. LEAST CONCERN) (Chao 2010), lo cual significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.13.3** Capturas comerciales del coco *Paralonchurus peruanus* en el Perú, 1950 a 2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático es posible que ocurran cambios en su distribución geográfica, en la estructura de tallas y en las temporadas de desove.

Los peces demersales habitan la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, que oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de esta especie también podría variar en tamaño intra e interanualmente. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, lo que resulta en densidades bajas y altas, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y la duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal aumenta debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa a mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Vélez et al. 1988; Espino 1990).

Los cambios de temperatura, salinidad y oxígeno pueden tener efectos en el crecimiento (Bringas et al. 2014) y en la distribución de esta especie (Espino 1990). Las anomalías térmicas positivas parecen dar lugar a la extensión de los eventos de desove (Llanos et al. 2009).

## Referencias

- Blaskovic´ V, Espinoza P, Fernández C, Castillo D, Navarro I (2008) Espectro alimentario de las principales especies demersales de importancia comercial y sus relaciones intraespecíficas en el 2007. Informe técnico anual. Inst Mar Perú. 38 p
- Bringas AF (2012) Biología y pesquería de *Paralanchurus peruanus* “suco” desembarcado en la región La Libertad de Mayo 2011 – Abril 2012. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Trujillo
- Bringas A, Culquichicón Z, Atoche D (2014) Biología y pesquería de *Paralanchurus peruanus* “Suco” en la región La Libertad, Mayo 2011-Abril 2012. Sciendo 17: 120–135
- Chao L (2010) *Paralanchurus peruanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183581A8139098. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183581A8139098.en>
- Chirichigno N, Cornejo RM (2001) Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Inst Mar Perú, Lima
- Costa EFS, Días JF, Murua H (2015) Reproductive strategy and fecundity of the keystone species *Paralanchurus brasiliensis* (Teleostei, Sciaenidae): an image processing techniques application. Environ Biol Fish 98: 2093–2108
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019
- Goicochea C, Arrieta SB, Moquillaza P, Mostacero J (2012) Edad y crecimiento de *Paralanchurus peruanus* (Steindachner) en aguas de la costa central del Perú, 1999. Inf Inst Mar Perú 39: 26–33
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- Mejía J, Samamé M, Pastor A (1970) Información básica de los principales peces de consumo. Serie de Informes Especiales IM–62, Inst Mar Perú. 29 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

### 1.14 Congrio manchado - *Genypterus maculatus* (Tschudi, 1846)



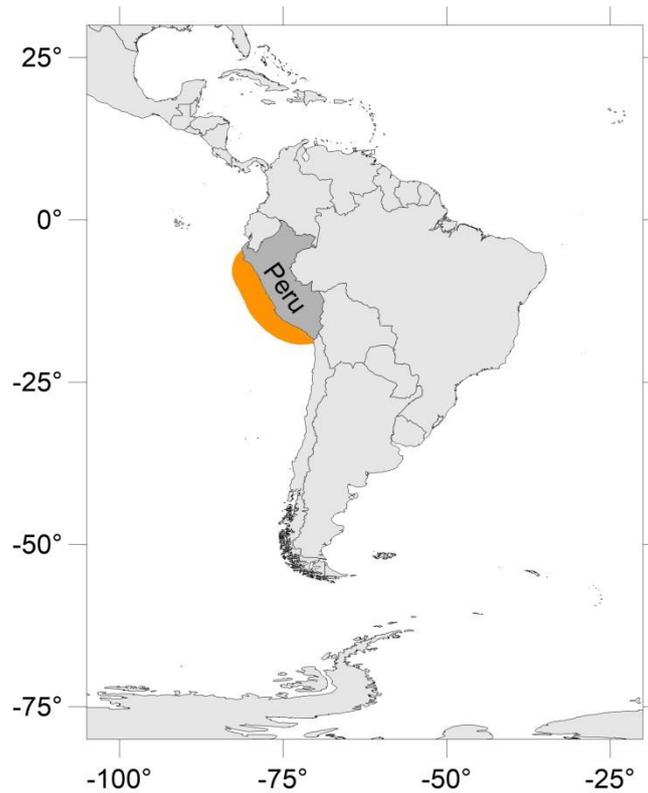
**Fig. 1.14.1** Imagen del congrio manchado *Genypterus maculatus*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

#### Historia de vida

Son desovadores de tipo asincrónico o parcial con períodos reproductivos extensos. Los machos y hembras presentan gónadas maduras entre enero y marzo, junio, agosto y diciembre (De Lucio et al. 2013). La madurez sexual promedio se estimó a 86 cm de longitud total, que corresponde aproximadamente a 8–12 años de edad (Tascheri et al. 2003; Garcia 2016). *Genypterus chilensis* desova masas de huevos gelatinosas y flotantes; su fecundidad promedio es de 80,000 huevos y la fecundidad máxima reportada es de 285,000 huevos por masa. *Genypterus chilensis* desova de noche; el periodo de incubación es de 4 a 5 días y eclosiona una larva plantónica de 5 mm (Vega et al. 2012).

#### Distribución y uso del hábitat

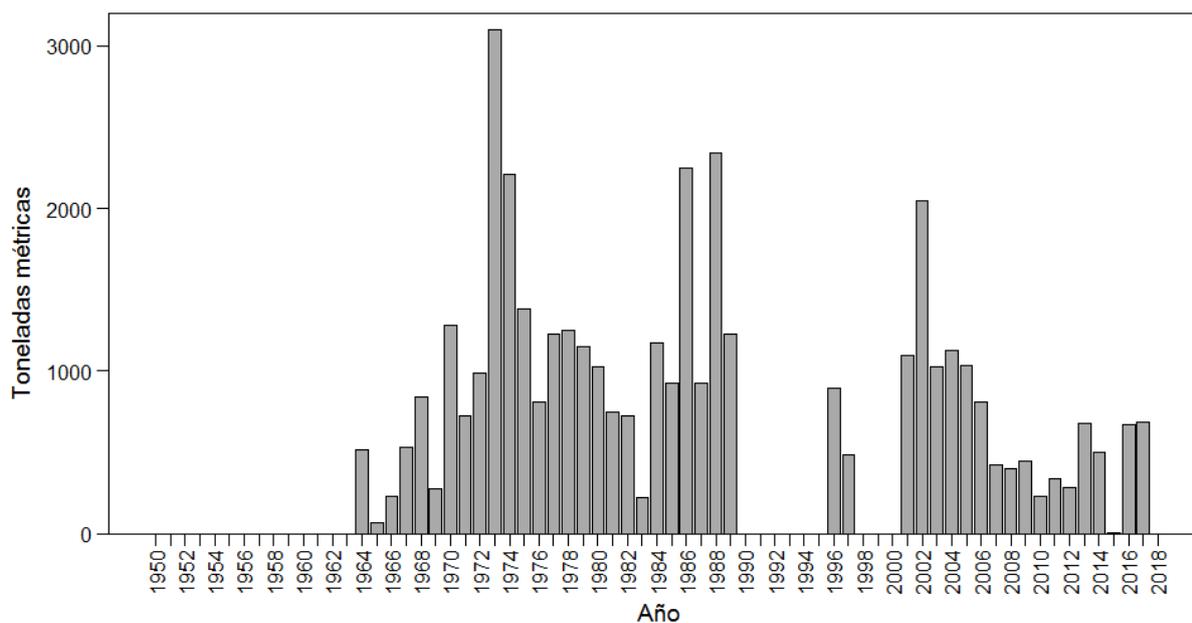
El congrio manchado se distribuye en el Pacífico Suroriental en Perú y el norte de Chile (Froese & Pauly 2019; Fig. 1.14.2); ocurre en zonas rocosas y en fondos arenoso-fangosos entre los 20 y 300 m de profundidad (Chirichigno & Cornejo 2001). Es un depredador oportunista, dependiendo de la abundancia relativa de las presas (Mitchell 1984). Sin embargo, sus presas de mayor importancia son el langostino *Pleuroncodes monodon*, así como *Pterigosquilla armata* (Chong & González 2009; Bahamonde & Zavala 1981).



**Fig. 1.14.2** Distribución geográfica del congrio manchado *Genypterus maculatus*

### **Pesquería**

Las capturas del congrio manchado tuvieron una tendencia al incremento desde 1964 hasta 1973, año en el que se registró la mayor captura (3,103 t). Sin embargo, las capturas disminuyeron hasta 1983 (218 t) e incrementaron de nuevo hacia finales de los 1980's. No se encontraron registros de captura de 1990 a 1995, y de 1998 al 2000. Los siguientes años tuvieron una tendencia negativa y en 2017 se capturaron 683 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.14.3). Las capturas se realizan principalmente con trasmallo, red de cortina, pinta y ocasionalmente con técnicas de buceo a pulmón y/o compresora con trinche, cerco y chinchorro (De Lucio et al. 2013).



**Fig. 1.14.3** Captura comercial del congrio manchado *Genypterus maculatus* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

La eclosión de huevos del congrio manchado ocurre en un rango de temperatura de 12°C a 13°C (Vega et al. 2012).

### Referencias

- Bahamonde N, Zavala P (1981) Contenidos gástricos de *Genypterus maculatus* (Tschudi) y *Genypterus blacodes* (Schneider) capturados en Chile entre 31° y 37° S (Teleostomi, Ophidiidae). Bol Mus Nac Hist Nat Chile 38: 53–59.
- Chirichigno F, Cornejo U (2001) Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Inst Mar Perú, Lima
- Chong J, González P (2009) Ciclo reproductivo y talla media de madurez del congrio colorado, *Genypterus chilensis* (Guichenot, 1881) en el litoral de Talcahuano, Chile. Rev Biol Mar Oceanogr 44: 257–262
- De Lucio L, Solano A, Rebaza V, Alfaro S, Tresierra A, Campos S (2013) La pesca artesanal marina en la Región La Libertad, Perú. Inf Inst Mar Perú 40: 31–134

Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), Consultado el 19 de Octubre del 2019

García ET (2016) Edad y crecimiento de *Genypterus maculatus* “congrío” capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Trujillo

Mitchell SJ (1984) Feeding of ling *Genypterus blacodes* (Bloch & Schneider) from 4 New Zealand offshore fishing grounds. New Zeal J Mar Fresh 18: 265–274

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

Tascheri R, Sateler J, Merino J, Díaz E, Ojeda V, Montecinos M (2001) Estudio biológico-pesquero del congrío colorado, congrío negro y congrío dorado en la zona centro-sur. Informe Final FIP 2001-15. Instituto de Fomento Pesquero. 300 p

Vega R, Pradenas M, Estrada JM, Ramírez D, Valdebenito I, Mardones A, Dantagnan P, Alfaro D, Encina F, Pichara C (2012) Evaluación y comparación de la eficiencia de dos sistemas de incubación de huevos de *Genypterus chilensis* (Guichenot, 1848). Lat Am J Aquat Res 40: 187–200

### 1.15 Espejo - *Selene peruviana* (Guichenot, 1866)



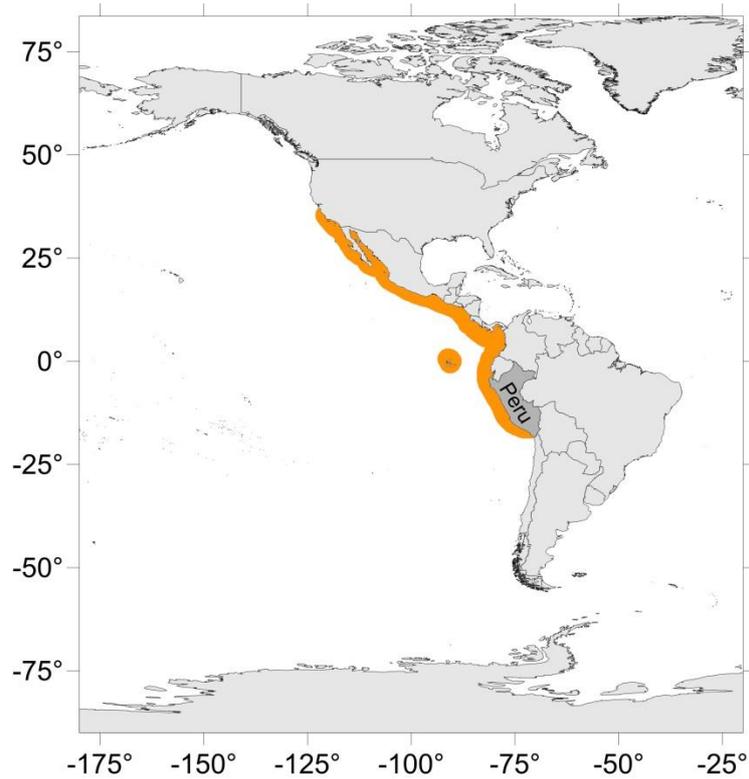
**Fig. 1.15.1** Imagen del espejo *Selene peruviana*. Fuente: <https://www.graphicstore.org/product-page/pacific-moonfish>

#### **Historia de vida**

El pez espejo tiene una longitud de horquilla máxima registrada de 26.5 cm. *Selene setapinnis* alcanza la madurez sexual a los de 21.5 cm de longitud total, aproximadamente a los 19 cm de longitud de horquilla (Gonzales et al. 2017).

#### **Distribución y uso del hábitat**

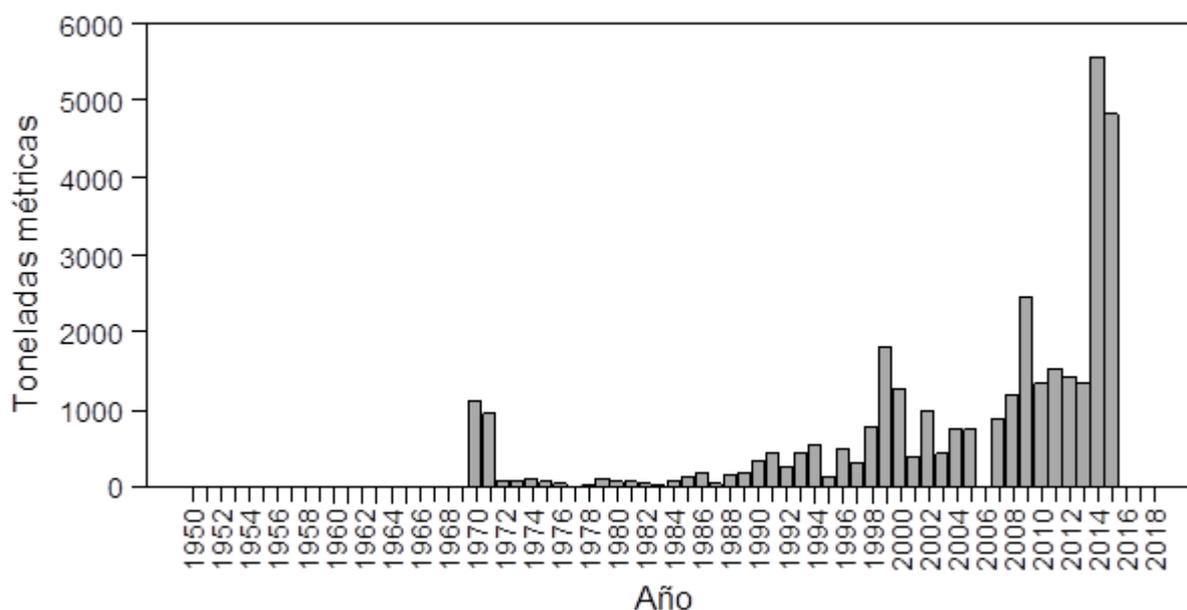
El espejo se distribuye en el Pacífico Oriental, desde el sur de California en Estados Unidos de América hasta el sur del Perú (Fig. 1.15.2). Habita aguas costeras y hasta los 50 m de profundidad; los juveniles se encuentran cerca de la superficie. Se alimenta de peces pequeños y crustáceos (Smith-Vaniz et al. 2010; Froese & Pauly 2019).



**Fig. 1.15.2** Distribución geográfica del espejo *Selene peruviana*

### **Pesquería**

Se tienen registros de captura del espejo a partir del año 1996 (490 t); las capturas del espejo han tenido una tendencia al incremento, alcanzando su máximo en el 2014 (5,569 t), seguido del 2015 con 4,822 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.15.3). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN esta especie se encuentra en la categoría de “Preocupación Menor’ (LC. LEAST CONCERN) (Smith-Vaniz et al. 2010), lo cual significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.15.3** Captura comercial del espejo *Selene peruviana* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988; Espino 1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009).

### Referencias

- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019.

- Gonzales J (2017) Parasitología, histología, histopatología en animales acuáticos. Bol Inst Mar Perú 32. 132 p
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158
- Smith-Vaniz B, Robertson R, Dominici-Arosemena A, Molina H (2010) *Selene peruviana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183213A8073577. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183213A8073577.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019.
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

### 1.16 Falso volador - *Prionotus stephanophrys* (Lockington, 1881)

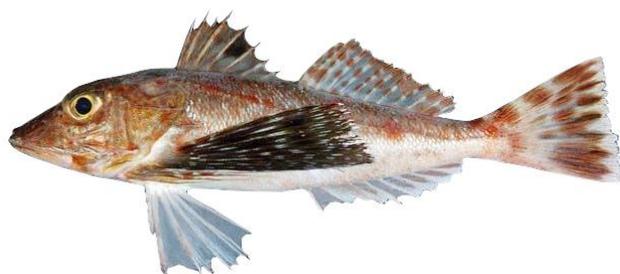


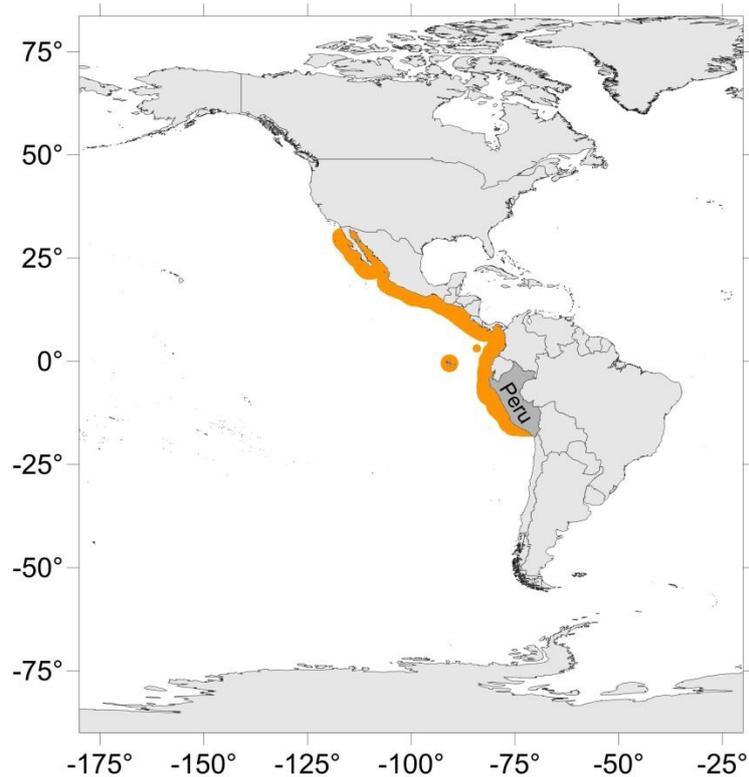
Fig. 1.16.1 Imagen del falso volador *Prionotus stephanophrys*. Fuente: <https://biogeodb.stri.si.edu/sftep/en/thefishes/species/1059>

#### Historia de vida

Las mayores frecuencias de individuos maduros ocurren en primavera y verano; sin embargo, hay registros de individuos sexualmente maduros durante todo el año, excepto en invierno. El tamaño de madurez se alcanza a los 20 cm de longitud, aproximadamente a los 3 años de edad (Samamé & Fernández 2000). No hay información sobre la fecundidad de esta especie pero la fecundidad parcial de *P. ruscarius* en el Pacífico mexicano es de 10,400–118,200 huevos (Lucano-Ramírez et al. 2005). La larva de *P. stephanophrys* es pelágica (<http://www.eol.org/pages/210790/details>).

#### Distribución y uso del hábitat

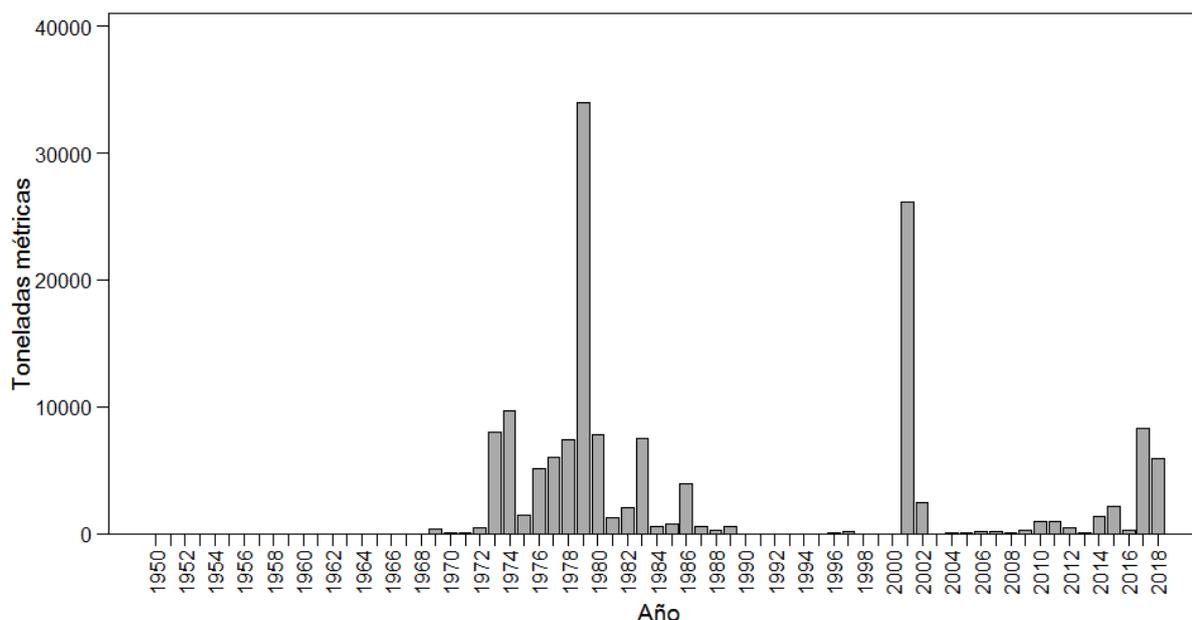
Esta especie se distribuye en el Pacífico oriental desde el sur de Baja California hasta el sur de Perú, incluidas las islas Malpelo y Galápagos (van der Heiden et al. 2010), y también hay registros en el norte de Chile (Samamé & Fernández 2000; Fig. 1.16.2). El falso volador es demersal, habita fondos arenosos o fangosos hasta 225 m de profundidad (van der Heiden et al. 2010). En años normales, alcanza los 10°S (Huarney), y su distribución se retrae a través de la Corriente Costera Peruana a latitudes más bajas. Grandes especímenes se encuentran al norte de la zona de distribución, mientras que los individuos más pequeños se encuentran en el sur y cerca de la costa (Samamé & Fernández 2000). Esta especie se alimenta principalmente de crustáceos, peces y cefalópodos (Blaskovic' et al. 2008).



**Fig. 1.16.2** Distribución geográfica del falso volador *Prionotus stephanophrys*

### **Pesquería**

La pesquería se lleva a cabo en la zona costera-pelágica con redes de cerco. Las capturas han sido por periodos de algunos años, de 1969 a 1989, y de 1996 al 2018. Las mayores capturas fueron registradas en 1979 (34,000 t) y en 2001 (26,100 t). Respecto a los últimos 10 años, las mayores capturas fueron registradas en el 2017 (8,300 t) y en el 2018 (5,900 t; PRODUCE 2018; Fig. 1.16.3). Antes de 1997, el falso volador era capturado incidentalmente en la pesquería de merluza y era descartado, por lo cual no existen registros de captura confiables antes de ese año (Samamé & Fernández 2000). En 2003, cruceros de investigación realizados de Tacna a Tumbes estimaron la biomasa del falso volador en 1,099 t (Castillo et al. 2009). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN esta especie se encuentra en la categoría de “Preocupación Menor” (LC. LEAST CONCERN) (van der Heiden et al. 2010), que significa que es abundante y de amplia distribución.



**Fig. 1.16.3** Captura comercial del falso volador *Prionotus stephanophrys* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático, es posible que ocurran cambios en la distribución, en el tamaño del cuerpo y en el desove del falso volador.

Las especies demersales de Perú se mueven latitudinal y longitudinalmente en respuesta a las condiciones ambientales y biológicas. Factores oceanográficos como la presencia de aguas subtropicales superficiales, oxígeno y salinidad, así como la alimentación y reproducción son cruciales en los movimientos latitudinales de las especies demersales. El falso volador puede considerarse un indicador de aguas cálidas, asociado al movimiento del Frente Ecuatorial que ocurre regularmente cada año o de manera irregular con la presencia de El Niño. Esta especie generalmente ocupa el área desde la frontera norte del Perú hasta los 10°S y hasta la isobata de 220 m. Sin embargo, su distribución se extiende a 17°30'S durante El Niño, donde se encuentran individuos juveniles y pelágicos principalmente (Samamé & Fernández 2000). Al igual que otras especies demersales, el falso volador tiende a desplazarse a aguas más profundas durante los eventos El Niño (Espino 1990). Las mayores concentraciones de esta especie se han registrado a 14–16°C (Samamé & Fernández 2000), aunque durante El Niño puede ocurrir a 16–18°C (Espino 1990). Esta especie parece ser persistente a los cambios de salinidad y oxígeno (Samamé & Fernández 2000). Sin embargo, debido a que la temperatura influye en las migraciones de los recursos demersales, el oxígeno disuelto es determinante en la distribución vertical y horizontal, y en la abundancia de esta

especie (Samamé & Fernández 2000). *Prionotus stephanophrys* generalmente está presente entre 0.5 mL/L y 1.5 mL/L de oxígeno disuelto (Espino 1990; Samamé & Fernández 2000), mientras que durante El Niño ocurre entre 1.25 mL/L y 2.5 mL/L de oxígeno disuelto (Espino 1990). La profundización de sus presas también puede influir en la distribución del falso volador (Samamé & Fernández 2000). Los efectos negativos que los cambios de temperatura tienen en la merluza peruana parecen favorecer la abundancia del falso volador (Samamé et al. 1985).

Se han registrado cambios en su tamaño debido probablemente a El Niño y a la presión de pesca (Samamé & Fernández 2000). Durante El Niño 1983, el desove de *P. stephanophrys* ocurrió a principios de año (Samamé et al. 1985).

## Referencias

- Blaskovic' V, Espinoza P, Fernández C, Castillo D, Navarro I (2008) Espectro alimentario de las principales especies demersales de importancia comercial y sus relaciones intraespecíficas en el 2007. Informe técnico anual. Inst Mar Perú. 38 p
- Castillo R, Segura M, Gutiérrez M, Ganoza F, Peraltilla S (2009) Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos peruanos, verano 2003. Inf Inst Mar Perú 36: 37–44
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- Lucano-Ramírez MC, Ruiz-Ramírez S, Rojo-Vázquez JA (2005) Biología reproductiva de *Prionotus ruscarius* (Pisces: Triglidae) en las costas de Jalisco y Colima, México. Revista Digital Universitaria 6. 13 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Samamé M, Fernández F (2000) Evaluación biológico pesquera del “falso volador” *Prionotus stephanophrys* Lockington, componente de la ictiofauna demersal del Perú. Inf Prog Inst Mar Perú 126. 28 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158

van der Heiden A, Cotto A, Rojas P, Bearez P, Collette B (2010) *Prionotus stephanophrys*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183642A8150206. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183642A8150206.en>

### 1.17 Merluza - *Merluccius gayi peruanus* (Ginsburg, 1954)



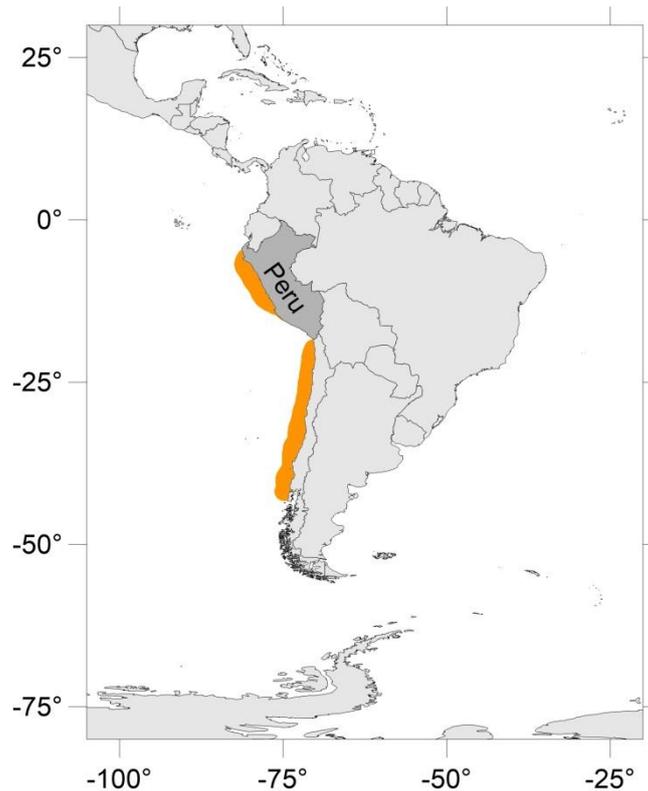
Fig. 1.17.1 Imagen de la merluza *Merluccius gayi peruanus*. Fuente: <http://www.sharkseafoods.com/en-catalog-view-30-30-0>

#### Historia de vida

La principal temporada de desove de *Merluccius gayi peruanus* es de agosto a marzo, con un pico en primavera (Iwamoto et al. 2010). El tamaño y la edad de madurez de esta especie son desconocidos; sin embargo, para *M. gayi gayi* en Chile la edad al 50% de madurez es a los 3.5 años ([http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-9175\\_documento.pdf](http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-9175_documento.pdf)). La fecundidad parcial de *M. gayi peruanus* es de 50,856 ovocitos (Perea et al. 2005). Es probable que el saco vitelino se absorba rápidamente, como en el caso de *M. australis* cuyo saco vitelino es absorbido a los 9 días (Bustos & Landaeta 2005).

#### Distribución y uso del hábitat

La merluza peruana se distribuye desde la frontera entre Ecuador y Perú hasta Huarney, y ocasionalmente ocurre más al sur hasta Ilo (Chirichigno & Cornejo 2001; Fig. 1.17.2). Es una especie batidemersal que habita desde la zona costera hasta un rango de 50–500 m de profundidad en fondos de arenisca o arcilla no fangosa (Chirichigno & Cornejo 2001; Iwamoto et al. 2010). La merluza peruana realiza migraciones debido a cambios estacionales (verano-otoño) e interanuales asociados a El Niño (Wosnitza-Mendo et al. 2009). Esta especie se alimenta principalmente de crustáceos, peces y cefalópodos (Blaskovic' et al. 2008).

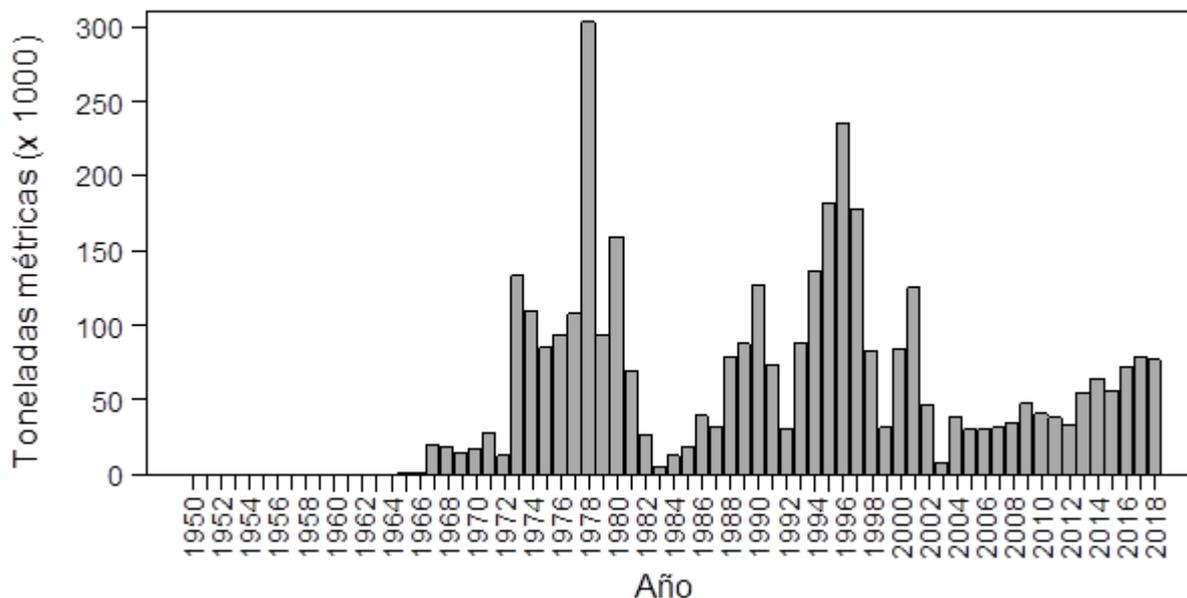


**Fig. 1.17.2** Distribución geográfica de la merluza *Merluccius gayi peruanus*

### **Pesquería**

La pesquería de la merluza peruana se lleva a cabo con redes de cerco o redes de arrastre de fondo (Iwamoto et al. 2010).

Las capturas de merluza han oscilado considerablemente desde 1964; las capturas incrementaron de 1964 hasta alcanzar un record máximo en 1978 (303,500 t). Posteriormente disminuyeron hacia 1983, año en el que se capturaron solamente 5,835 t. Hubo un incremento en las capturas hasta 1996 (235,000 t), seguido de una tendencia a la disminución hacia el 2003. Del 2004 al 2018 las capturas se han mantenido por debajo de las 80,000 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.17.3). En 2010, la biomasa desovante fue estimada en aproximadamente 100,000 t, mientras que en otoño del 2012 se estimó la biomasa total en  $189,772 \pm 56,327$  t (IMARPE 2012, datos no publicados). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN esta especie se encuentra en la categoría de 'Incierta' (UNCERTAIN) (Iwamoto et al. 2010), es decir que no hay suficientes datos sobre esta especie.



**Fig. 1.17.3** Captura comercial de la merluza *Merluccius gayi peruanus* en el Perú, 1950 a 2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Es posible que ocurran cambios en la distribución y abundancia de la merluza peruana debido al cambio climático.

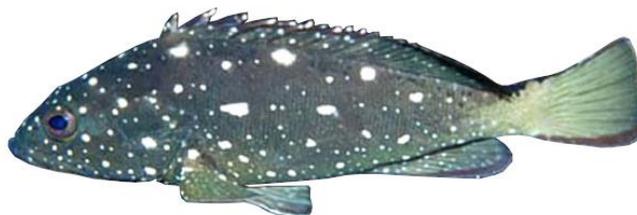
Con la intrusión de las aguas oceánicas, la merluza peruana tiende a volverse pelágica y costera principalmente en el área de Chimbote-Huarmey. Durante El Niño, los peces demersales tienden a profundizarse. La merluza peruana generalmente ocurre entre 0.75 mL/L y 1.75 mL/L de oxígeno disuelto, aunque durante los eventos El Niño puede ocurrir entre 1 mL/L y 2 mL/L de oxígeno disuelto (Espino 1990).

### Referencias

- Blaskovic´ V, Espinoza P, Fernández C, Castillo D, Navarro I (2008) Espectro alimentario de las principales especies demersales de importancia comercial y sus relaciones intraespecíficas en el 2007. Informe técnico anual. Inst Mar Perú. 38 p
- Bustos CA, Landaeta MF (2005) Desarrollo de huevos y larvas tempranas de la merluza del sur, *Merluccius australis*, cultivados bajo condiciones de laboratorio. Gayana 69: 402–408

- Chirichigno N, Cornejo RM (2001) Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Inst Mar Perú, Lima
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- IMARPE (2012) Ciclo de charlas científicas. 22 de Junio de 2012
- Iwamoto T, Eschmeyer W, Alvarado J, Bussing W (2010) *Merluccius gayi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183527A8128809. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183527A8128809.en>
- Perea A, Roque C, Buitrón B (2005) Actividad reproductiva de merluza, *Merluccius gayi peruanus* en verano 2005. Crucero BIC Olaya 0501–02. Inf Inst Mar Perú 39: 275–279
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Wosnitza-Mendo C, Ballón M, Benites C, Guevara-Carrasco R (2009) Cambios en el área de distribución de la merluza peruana: efecto de la pesquería y El Niño. Bol Inst Mar Perú 24: 29–38

### 1.18 Murique - *Epinephelus labriformis* (Jenyns, 1840)



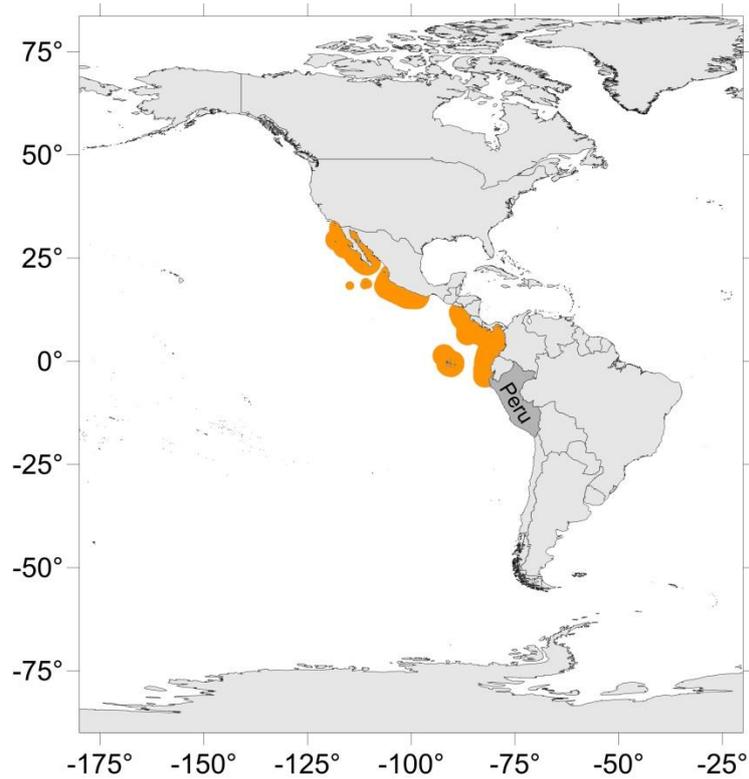
**Fig. 1.18.1** Imagen del murique *Epinephelus labriformes*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

#### **Historia de vida**

El mero murique es hermafrodita protoginico, es decir, cambia de género de hembra a macho al alcanzar una longitud estándar de aproximadamente 40 cm (Gimenez-Hurtado et al. 2003).

#### **Distribución y uso del hábitat**

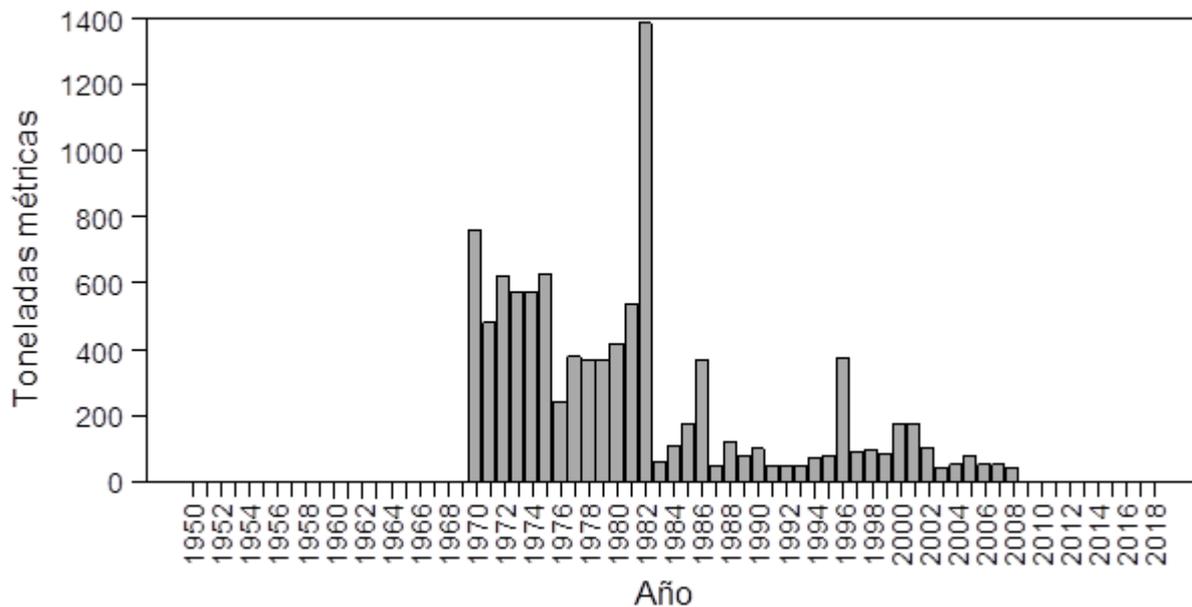
El murique se distribuye en el Pacífico Oriental, desde la península de Baja California en México hasta el norte del Perú, incluyendo las islas de Cocos, Revillagigedo y Galápagos (Froese & Pauly 2019; Fig. 1.18.2). Es una especie demersal que habita hasta los 50 m de profundidad en zonas rocosas (Craig & Erisman 2018; Froese & Pauly 2019). Se alimenta de peces pequeños y de crustáceos (Froese & Pauly 2019).



**Fig. 1.18.2** Distribución geográfica del muri que *Epinephelus labriformes*

### **Pesquería**

Solo se tienen registros de captura del mero muri que desde 1996 (373 t) hasta el 2008 (1 t). Las capturas han sido generalmente menores a las 2 t por año, a excepción de 1996 y 1997 (PRODUCE 2018; Fig. 1.18.3). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría ‘Preocupación menor’ (LC. LEAST CONCERN) (Craig & Erisman 2018), lo que significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.18.3** Captura comercial del murique *Epinephelus labriformes* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988; Espino 1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009).

### Referencias

Craig MT, Erisman B (2018) *Epinephelus labriformis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T132750A100549669. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T132750A100549669.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019

- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019
- Gimenez-Hurtado E, Moreno V, Burgos-Rosas R, Alfonso-Chiroides S (2003) Reproducción y fecundidad de la cherna americana (*Epinephelus morio*) en el banco de Campeche, México. Oceanides 18: 13–21
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

### 1.19 Palometa - *Peprilus snyderi* (Gilbert & Starks, 1904)



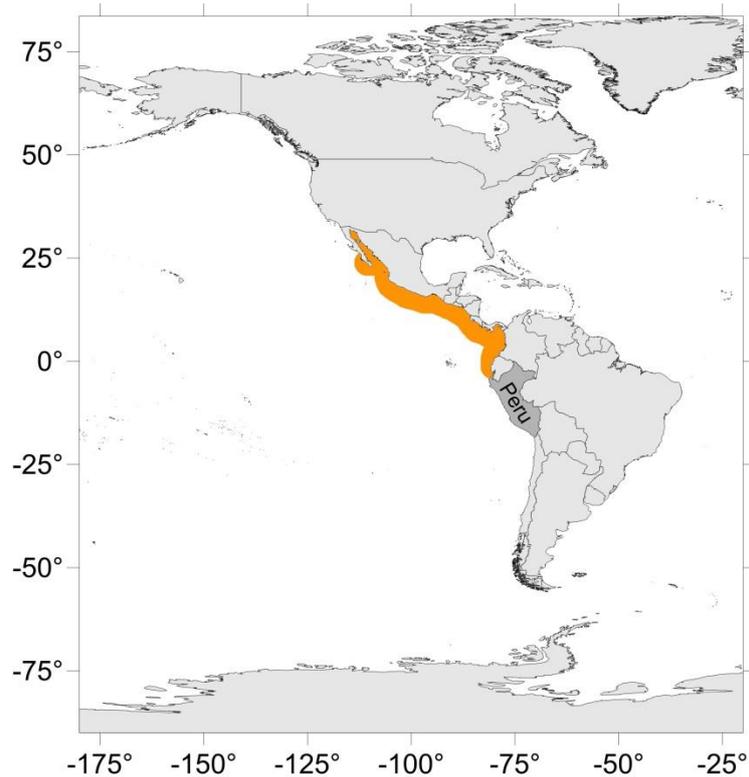
**Fig. 1.19.1** Imagen de la palometa *Peprilus snyderi*. Fuente: [https://www.discoverlife.org/mp/20p?see=I\\_RR2048&res=640&mobile=1](https://www.discoverlife.org/mp/20p?see=I_RR2048&res=640&mobile=1)

#### Historia de vida

El patrón de reclutamiento es continuo y se presenta durante todo el año con dos pulsos marcados, el más intenso en verano y el menor en primavera (Vera et al. 2007). La talla media de madurez es de 21.3 cm (Inga et al. 2008). Es un desovante parcial cuyo mayor pico de desove ocurre en verano, principalmente en febrero (Vera et al. 2007).

#### Distribución y uso del hábitat

La palometa se distribuye en el Pacífico Central Oriental desde la península de Baja California en México hasta el norte del Perú (Fig. 1.19.2). Esta especie ocurre entre los 0 y 108 m de profundidad (Iwamoto et al. 2010; Froese & Pauly 2019). Está presente en varias zonas climáticas: subtropical norteño, tropical norteño, ecuatorial y templado sureño. De hábitos carnívoros y planctónicos; en su dieta predominan los celenterados de cuerpo blando, crustáceos pelágicos, estomatópodos y eufáusidos (IMARPE 2009).



**Fig. 1.19.2** Distribución geográfica de la palometa *Peprilus snyderi*

### **Pesquería**

Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en en la categoría de ‘Preocupación Menor’ (LC. LEAST CONCERN) (Iwamoto et al. 2010), lo que significa que es abundante y de amplia distribución.

### **Respuesta a la variabilidad ambiental**

Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988; Espino

1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009).

## Referencias

- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019.
- IMARPE (2009) Informe de Evaluación del POI – PTI Anual del 2009. Inst Mar Perú. 218 p
- Inga C, Rujel J, Ordinola E, Gómez E (2008) El chiri, *peprilus medius* (Peters) en Tumbes, Perú. Parámetros biológico-pesqueros y talla mínima de captura. Inf Inst Mar Perú 35: 209–214
- Iwamoto T, Eschmeyer W, Alvarado J (2010) *Peprilus snyderi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183549A8132904. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183549A8132904.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212
- Vera M, Inga C, Ordinola E, Alemán S, Llanos J (2007) Parámetros poblacionales de “chiri” *Peprilus medius* (Perciformes: Stromateidae) en la Región Tumbes durante el 2006. I CONCIMAR Lambayeque. Libro de Resúmenes Ampliados

## 1.20 Pámpano - *Trachinotus paitensis* (Cuvier, 1832)



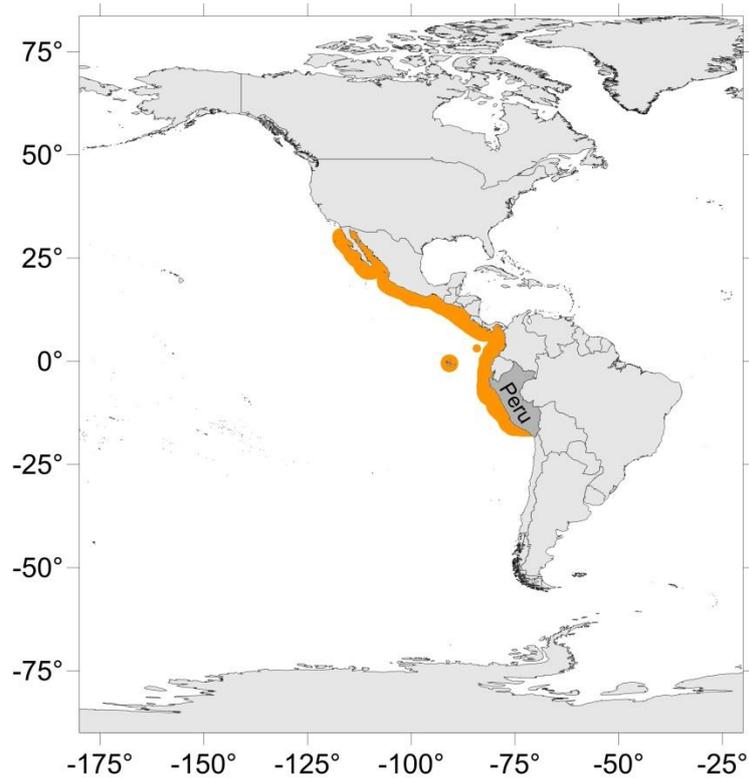
**Fig. 1.20.1** Imagen del pámpano *Trachinotus paitensis*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

### Historia de vida

La madurez sexual del pámpano ocurre aproximadamente a los 42 cm de longitud de horquilla (Fischer et al. 1995), aunque también se han registrado individuos adultos a partir de los 31 cm (Morón et al. 1997). *Trachinotus botla* madura a los 24–25 cm de longitud de horquilla y su edad de madurez fue estimada a los 2 años (Parker 2012).

### Distribución y uso del hábitat

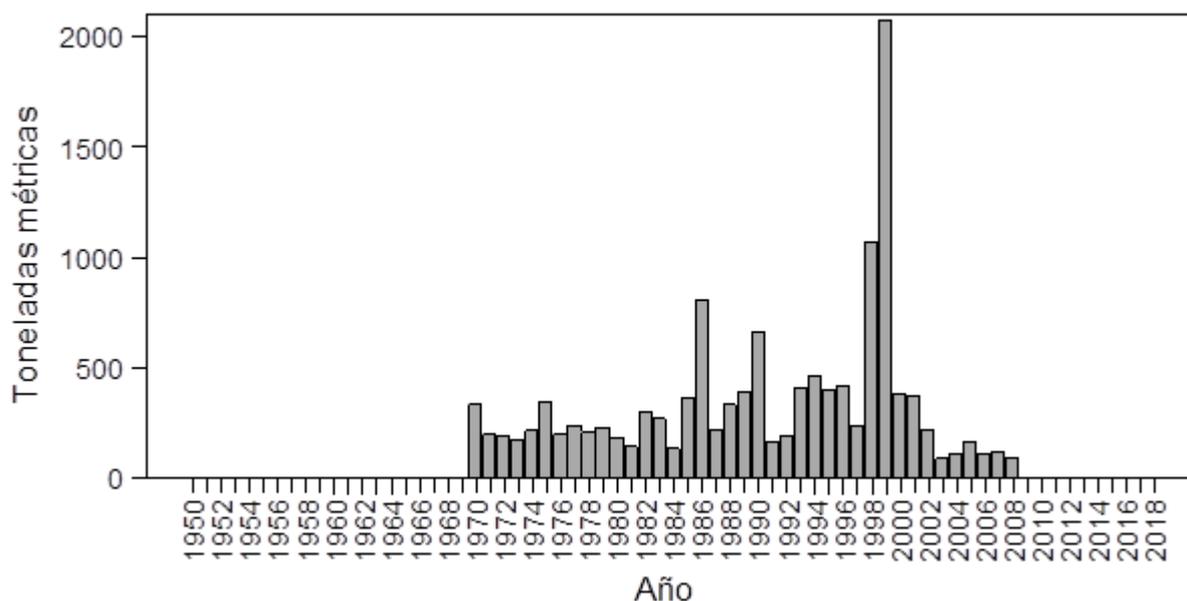
El pámpano se distribuye en el Pacífico Oriental, desde el sur de California en Estados Unidos de América hasta el sur del Perú, incluyendo las islas Galápagos (Fig. 1.20.2). Los adultos se encuentran en aguas costeras, generalmente formando cardúmenes en aguas someras (hasta los 25 m de profundidad) y costeras con fondos arenosos. Es un depredador oportunista que se alimenta de moluscos, crustáceos, otros invertebrados y peces pequeños (Cruz-Escalona & Abitia-Cárdenas 2004; Smith-Vaniz et al. 2010; Froese & Pauly 2019).



**Fig. 1.20.2** Distribución geográfica del pámpano *Trachinotus paitensis*

### **Pesquería**

Las capturas se realizan principalmente con red cortina y pinta (De Lucio et al. 2013). Solo se tienen registros de captura durante 1996 (416 t) y 1997 (238 t; PRODUCE 2018; Fig. 1.20.3). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN esta especie se encuentra en la categoría de “Preocupación Menor’ (LC. LEAST CONCERN) (Smith-Vaniz et al. 2010), lo cual significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.20.3** Captura comercial del pámpano *Trachinotus paitensis* en el Perú, 1950 a 2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Los cambios de temperatura afectan el crecimiento de *T. botla*, en particular se ha detectado una disminución en el crecimiento durante el invierno (Parker 2012).

Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988; Espino 1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009).

## Referencias

- Cruz-Escalona VH, Abitia-Cárdenas LA (2004) General characteristics of the diet of *Trachinotus paitensis* (Teleostei: Carangidae) from San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, Mexico. *Rev Biol Trop* 52: 139–141
- De Lucio L, Solano A, Rebaza V, Alfaro S, Tresierra A, Campos S (2013) La pesca artesanal marina en la Región La Libertad, Perú. *Inf Inst Mar Perú* 40: 31–134
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. *Bol Inst Mar Perú* 14. 27 p
- Fischer W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE, Niem VH (1995) Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental Vol. III. Vertebrados, parte 2. FAO, Roma. pp 1201–1813
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. *Inst Mar Perú*. 89 p
- Morón O, Girón M, Chang F, Flores G (1997) Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas (MOPAS 9611) Paita-Chimbote-Callao-Pisco-Ilo (MOPAS 9711). *Inf Progr Inst Mar Perú* 68: 3–86
- Parker D (2012) The life history and fishery assessment of largespot pompano, *Trachinotus botla*, in northern KwaZulu-Natal, South Africa. Tesis de maestría. Rhodes University
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. *Bol Extr Inst Mar Perú*. pp 153–158
- Smith-Vaniz B, Robertson R, Dominici-Arosemena A (2010) *Trachinotus paitensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183684A8158031. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183684A8158031.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019.

Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

### 1.21 Peje blanco - *Caulolatilus affinis* (Gill, 1865)



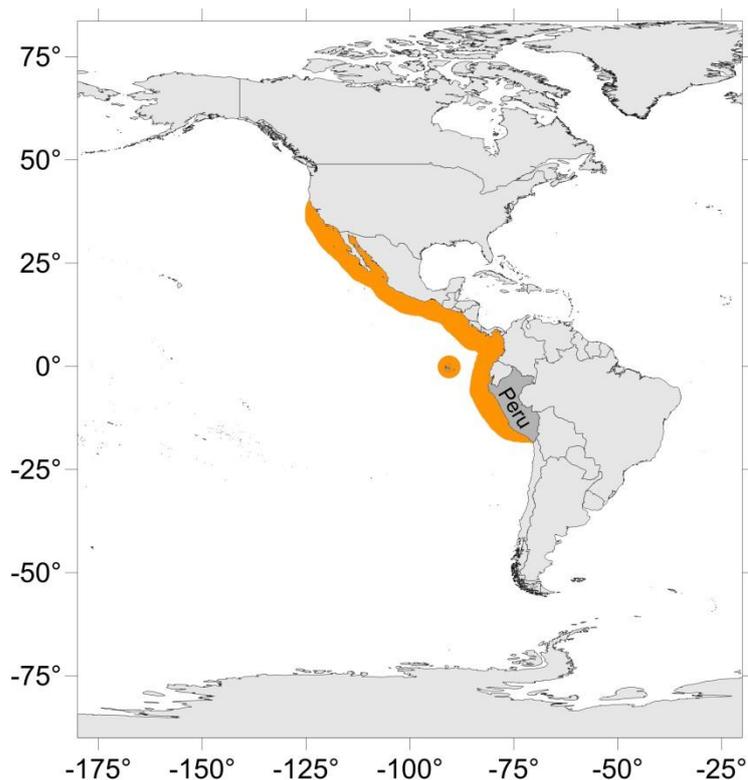
**Fig. 1.21.1** Imagen del peje blanco *Caulolatilus affinis*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

#### **Historia de vida**

El desove tiene lugar a fines de otoño, en invierno y a principios de primavera, mientras que los ovarios en reposo se presentan en primavera, verano y parte de otoño. Las hembras desovadas se encuentran de enero a abril y de junio a agosto (Ceballos 1993).

#### **Distribución y uso del hábitat**

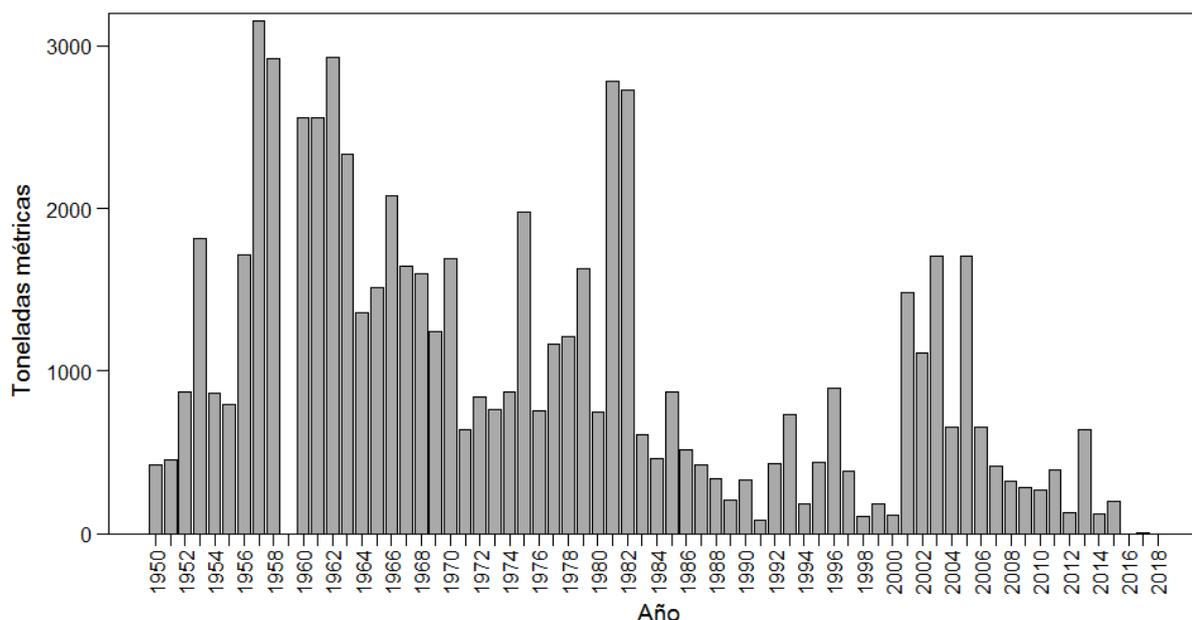
El peje blanco se distribuye desde California, Estados Unidos hasta el sur del Perú (Acero et al. 2010; Fig. 1.21.2). Es una especie demersal que habita de los 30 m a los 200 m de profundidad sobre fondos rocosos y arenosos, cerca de arrecifes aislados (Froese & Pauly 2019). Es un depredador pasivo que se alimenta principalmente durante el día; la época de alimentación más intensa ocurre entre temporadas reproductivas (Elorduy-Garay & Caraveo-Patiño 1994). Los juveniles de *C. affinis* tienen un comportamiento similar al de *C. princeps* (de carácter demersal); los juveniles permanecen en zonas someras y es posible que formen parte de la fauna de acompañamiento del camarón. Probablemente permanecen en zonas bajas hasta alcanzar la madurez sexual, migrando posteriormente hacia zonas profundas e incorporándose a la población reproductivamente activa (Ceballos 1993).



**Fig. 1.21.2** Distribución geográfica del peje blanco *Caulolatilus affinis*

### **Pesquería**

Las capturas se realizan principalmente con red cortina, cerco, trasmallo y ocasionalmente a la pinta (De Lucio et al. 2013). Las capturas del peje blanco incrementaron de 1950 a principios de los 1960's, con el record de captura registrado en 1957 (3,151 t). Las capturas disminuyeron hacia principios de los 1970's; en 1981–1982 las capturas fueron relativamente altas (> 2,700 t respectivamente). Sin embargo, las capturas se mantuvieron por debajo de las 900 t desde los 1980's hasta el 2000. En el 2001 las capturas llegaron a 1,485 t y disminuyeron gradualmente, a excepción del 2003 y 2005, hasta alcanzar tan solo 6 t en el año 2017 (PRODUCE 2018; Fig. 1.21.3). De acuerdo a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), esta especie se encuentra en la categoría de 'Preocupación Menor' (LC. LEAST CONCERN) (Acero et al. 2010), lo que significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.21.3** Captura comercial del peje blanco *Caulolatilus affinis* en el Perú, 1950 a 2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

A medida que la temperatura aumenta, la frecuencia de individuos en desove disminuye; en cambio, cuando la temperatura empieza a bajar la frecuencia de los individuos en desove es mayor, a temperaturas entre 21°C y 22°C (Ceballos 1993).

Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988; Espino 1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009).

## Referencias

- Acero A, Bessudo S, Rojas P, Cotto A (2010) *Caulolatilus affinis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T155205A4744711. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-4.RLTS.T155205A4744711.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019
- Ceballos BP (1993) Biología reproductiva del "conejo" *Caulolatilus affinis*, Gill 1865 (Pisces: Branchiostegidae) en el Canal Cerralvo, BCS, México. Tesis doctoral. IPN-CICIMAR.
- De Lucio L, Solano A, Rebaza V, Alfaro S, Tresierra A, Campos S (2013) La pesca artesanal marina en la Región La Libertad, Perú. Inf Inst Mar Perú 40: 31–134
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14, 27 p
- Elorduy-Garay JF, Caraveo-Patiño J (1994) Feeding habits of the ocean whitefish, *Caulolatilus princeps* Jenyns 1842 (Pisces: Branchiostegidae), in La Paz Bay, B.C.S., Mexico. Cienc Mar 20: 199–218
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

## 1.22 Perela - *Paralabrax callaensis* (Starks, 1906)



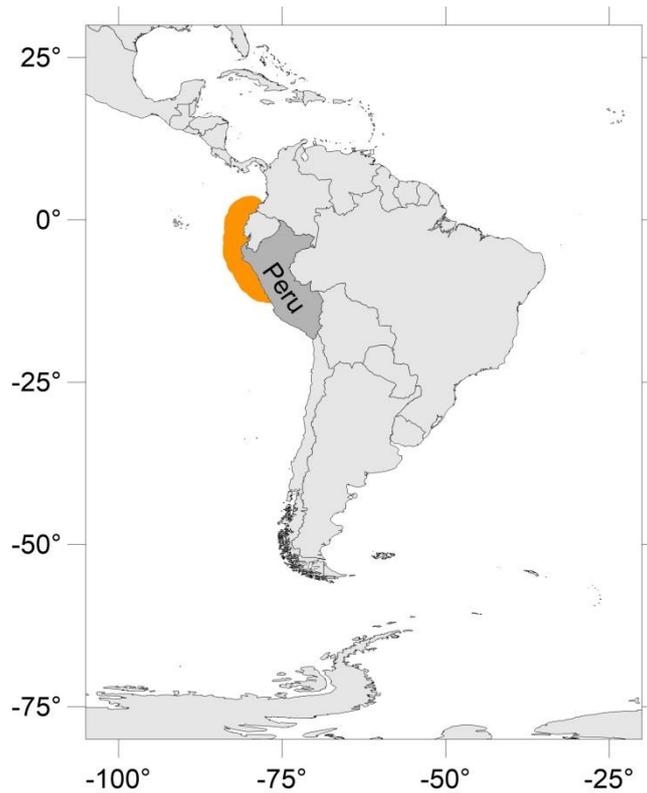
**Fig. 1.22.1** Imagen de la perela *Paralabrax callaensis*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

### Historia de vida

*Paralabrax* spp. tiene una fecundidad promedio de 45,000 ovocitos (Lluch-Cota 1995); la talla media de madurez de las hembras es 40 cm y de los machos es 42.2 cm de longitud total (Elías 2016).

### Distribución y uso del hábitat

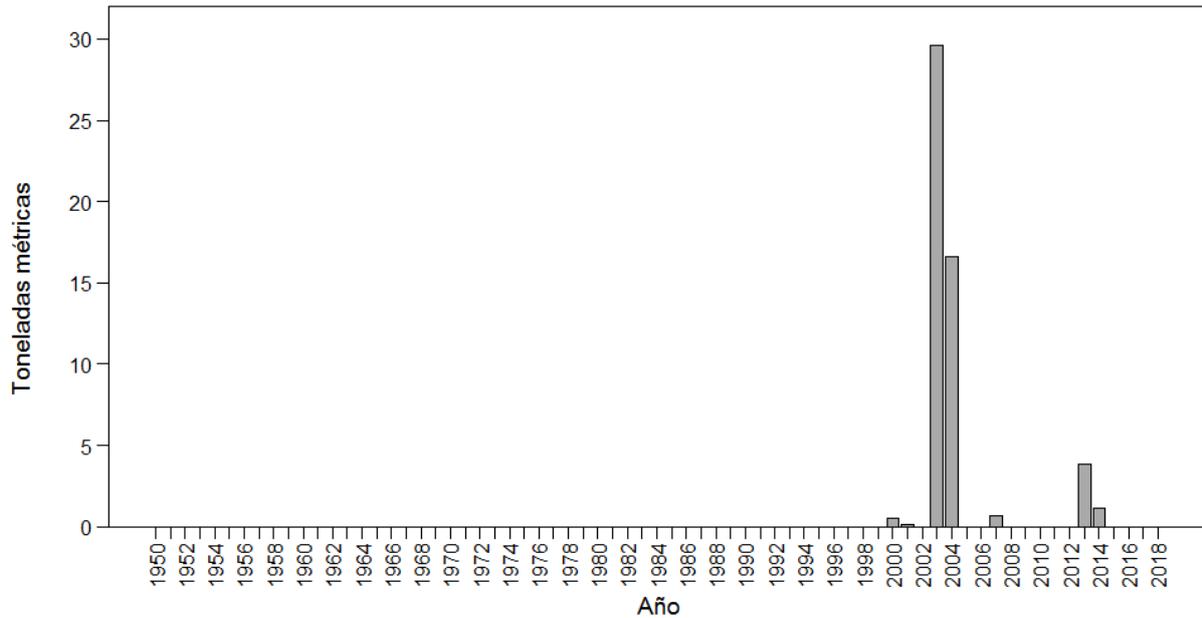
La perela se distribuye en el Pacífico Oriental, de Colombia al Perú (Fig. 1.22.2). Esta especie habita hasta los 50 m de profundidad (Bearez et al. 2010; Froese & Pauly 2019).



**Fig. 1.22.2** Distribución geográfica de la perla *Paralabrax callaensis*

### **Pesquería**

Se tienen registros de captura de la perla a partir del año 2000. Las capturas se han mantenido menores a las 30 t anuales. En 2014, el último año con captura registrada, se capturó tan solo 1 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.22.3). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría 'Deficiente de datos' (DD. DATA DEFICIENT) (Bearez et al. 2010).



**Fig. 1.22.3** Captura comercial de la perla *Paralabrax callaensis* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

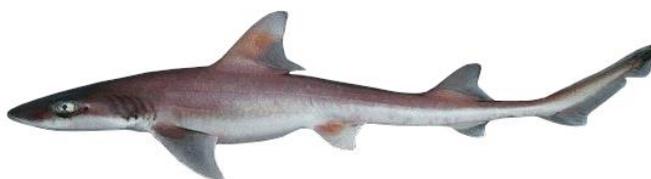
Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988; Espino 1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009).

### Referencias

Bearez P, Merlen G, Rivera F, Robertson R, Allen G, Edgar G (2010) *Paralabrax callaensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183262A8082774. Disponible en:

- <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183262A8082774.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019
- Elías EE (2016) Aspectos biológicos y reproductivos de la Perela (*Paralabrax* spp.) en la Península de Santa Elena (Julio-Diciembre 2014). Tesis de maestría. Universidad de Guayaquil
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019
- Llanos J, Galán J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. 89 p
- Lluch-Cota DB (1995) Aspectos reproductivos de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus* (Pisces: Serranidae) en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. Tesis doctoral. IPN-CICIMAR
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

### 1.23 Tollo - *Mustelus whitneyi* (Chirichigno, 1973)



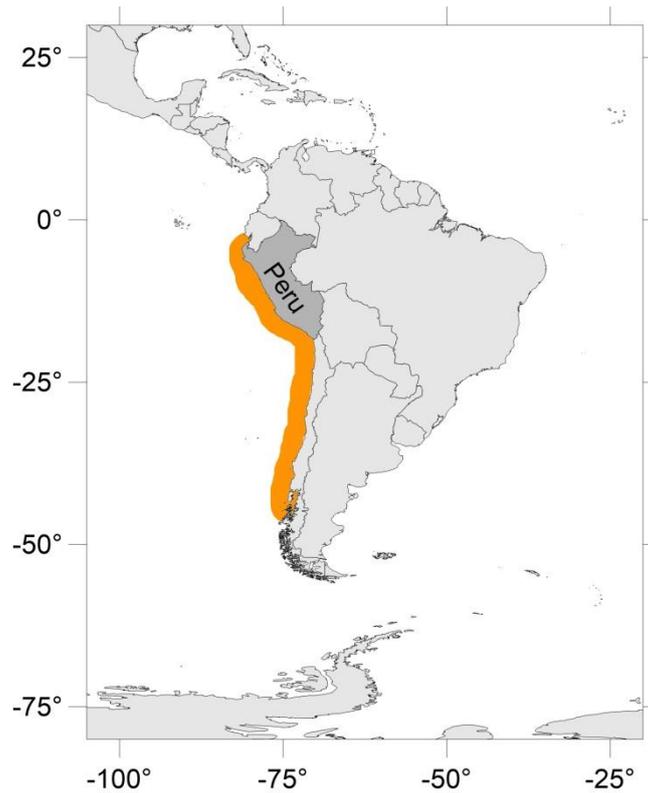
**Fig. 1.23.1** Imagen del tollo *Mustelus whitneyi*. Fuente: <http://requins.eu/html/es/car/emissolepiruche.html>

#### Historia de vida

Existe poca información sobre el tollo; en promedio produce 9.5 crías (Samamé et al. 1985). En el Atlántico Noroeste, *M. asterias* tiene un período de gestación de 12 meses seguido de 12 meses sin gestación (Farrell et al. 2010), por lo cual es posible que el ciclo reproductivo de *M. whitneyi* sea aproximadamente de dos años. Las hembras de esta especie ya son maduras sexualmente a los 73 cm de longitud total (Gonzalez-Pestana et al. 2019), posiblemente a los 9–10 años como es el caso de *M. henlei* en el Golfo de California, Mexico (Méndez-Loeza 2008). *Mustelus whitneyi* tiene desarrollo directo (<http://eol.org/pages/988270/details>).

#### Distribución y uso del hábitat

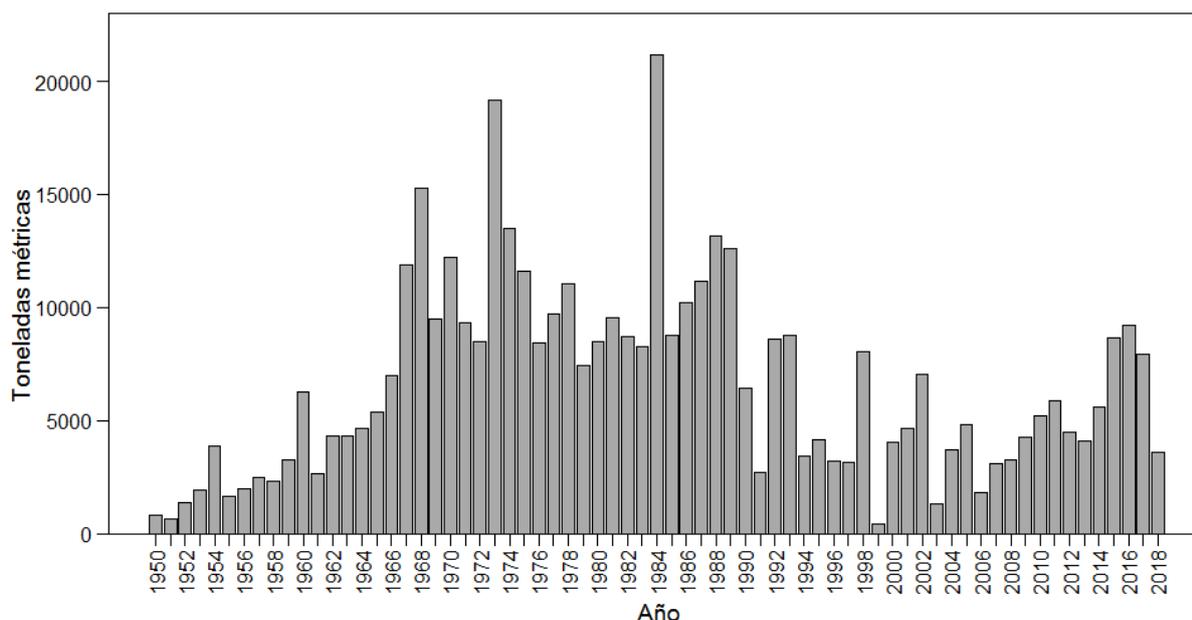
El tollo se distribuye desde Costa Rica, a lo largo de la costa Peruana y hasta Corral, Chile (Romero 2007; Fig. 1.23.2). Es una especie demersal que habita fondos rocosos, arenosos y arenoso-fangosos alrededor de islas; se encuentra generalmente entre los 15 y 200 m de profundidad (Chirichigno & Cornejo 2001; Romero 2007). La capacidad migratoria de esta especie es desconocida; sin embargo, juveniles de *M. lenticulatus* en Nueva Zelanda permanecen en áreas de 2 a 7 km<sup>2</sup> (Francis 2013). El tollo se alimenta de peces, crustáceos y moluscos (Llanos et al. 2009).



**Fig. 1.23.2** Distribución geográfica del tollo *Mustelus whitneyi*

### **Pesquería**

La pesquería ocurre en zonas costeras usando redes de cerco, redes de arrastre, y chinchorro fijas (Mejía et al. 1970). Se asume que el reclutamiento a la pesquería es anual para *M. antarcticus* (Walker 2010). Sus capturas incrementaron de 1950 a 1968 (15,300 t), y oscilaron entre 1968 y 1988, con la mayor captura registrada en 1984 (21,165 t). Las capturas disminuyeron de 1988 hasta alcanzar un mínimo en el año 1999 (448 t), e incrementaron gradualmente hasta 2016 (9,215 t); en 2018 se capturaron 3,611 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.23.3). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN esta especie se encuentra en la categoría 'Vulnerable' (VU. VULNERABLE) (Romero 2007), que significa que está en peligro de extinción.



**Fig. 1.23.3** Capturas comerciales del tollo *Mustelus whitneyi* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático es posible que ocurran cambios en la distribución, tamaño y fecundidad del tollo.

Los peces demersales habitan la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, que oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, lo que resulta en densidades bajas y altas, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal aumenta debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa a mayores profundidades y del sistema pelágico al fondo (Velez et al. 1988). Los cambios en la concentración de oxígeno disuelto pueden dar lugar a cambios en la distribución y la abundancia (Espino 1990). Durante El Niño 1983, se observaron individuos más grandes al sur del área de distribución principal, con la moda y el promedio de longitud siendo mayores que en años anteriores (p.e. en 1981); su desove también disminuye durante El Niño (Samamé et al. 1985).

## Referencias

- Chirichigno N, Cornejo RM (2001) Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Inst Mar Perú, Lima
- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- Farrell ED, Mariani S, Clarke MW (2010) Reproductive biology of the starry smooth-hound shark *Mustelus asterias*: geographic variation and implications for sustainable exploitation. J Fish Biol 77: 1505–1525
- Francis MP (2013) Temporal and Spatial Patterns of Habitat Use by Juveniles of a Small Coastal Shark (*Mustelus lenticulatus*) in an Estuarine Nursery. PLoS ONE 8: e57021
- Gonzalez-Pestana A, Alfaro-Shigueto J, Mangel JC (2019) Aspects of reproductive biology of the humpback smooth-hound shark (*Mustelus whitneyi*) off northern Peru. Mar Freshw Res 70: 1185–1188
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- Mejía J, Samamé M, Pastor A (1970) Información básica de los principales peces de consumo. Serie de Informes Especiales IM-62, Inst Mar Perú. 29 p
- Méndez-Loeza I (2008) Edad y crecimiento del cazón pardo, *Mustelus henlei* (Gill, 1863) en la región norte del Golfo de California. Tesis de maestría. IPN-CICIMAR
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Romero M (2007) *Mustelus whitneyi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T63129A12619394. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T63129A12619394.en>
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

Walker TI (2010) Population biology and dynamics of the gummy shark (*Mustelus antarcticus*) harvested off southern Australia. Tesis doctoral. The University of Melbourne

## Pelágicos

### 1.24 Atún de aleta amarilla - *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788)



**Fig. 1.24.1** Imagen del atún de aleta amarilla *Thunnus albacares*. Fuente: <http://www.cannedtuna.com/types-of-canned-tuna-yellowfin-tuna/>

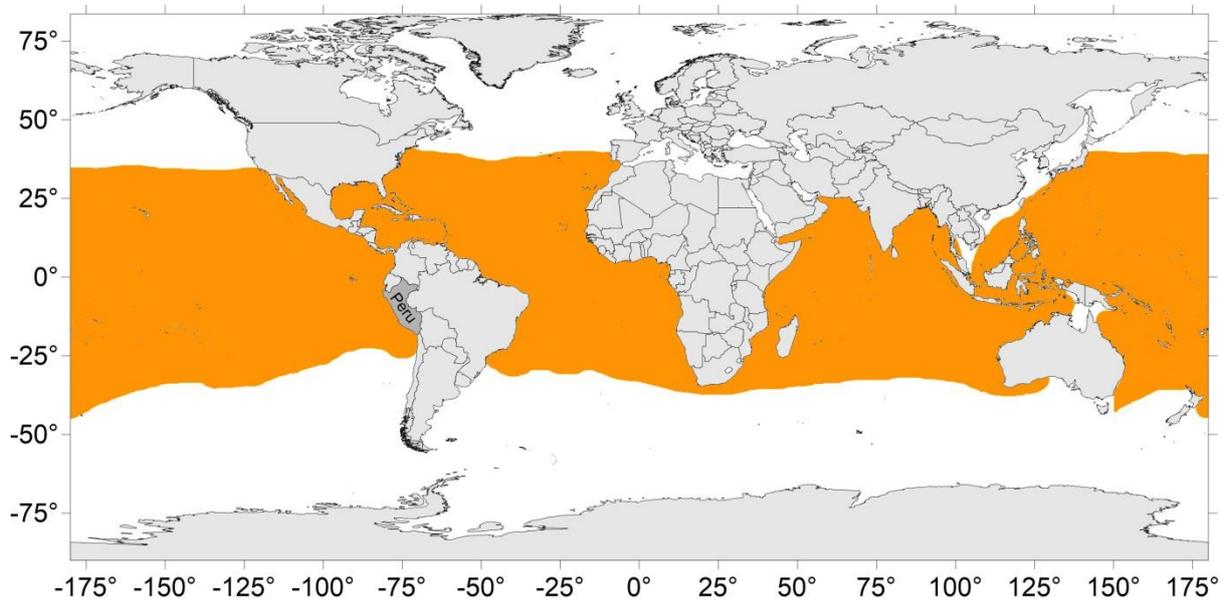
#### Historia de vida

El atún de aleta amarilla *Thunnus albacares* desova a lo largo del año pero sus principales picos de desove ocurren en verano; esta especie alcanza la madurez sexual a los 2.5–3 años. En Hawaii su fecundidad es de 2,370,000–8,590,000 huevos; se estima que al año pueden producir hasta 60 millones de huevos (Joseph 1963; <http://www.fao.org/fishery/topic/16082/en>).

#### Distribución y uso del hábitat

El atún de aleta amarilla es una especie cosmopolita que se encuentra en el Pacífico oriental desde Punta Concepción, EE. UU., hasta el sur de Valdivia, Chile (40°S) ([http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/pag\\_fichas\\_detalle.php?id\\_especie=000015](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/pag_fichas_detalle.php?id_especie=000015); Fig. 1.24.2). Es una especie mesopelágica que se distribuye hasta los 100 m de profundidad en áreas con oxicleinas marcadas (<http://www.fao.org/fishery/species/2497/en>; <http://www.fao.org/fishery/topic/16082/en>). En general, los atunes se mueven constantemente para permitir que el agua pase frecuentemente a través de sus branquias; así puedan realizar largas migraciones estacionales en busca de alimento y para reproducirse (<http://www.fao.org/fishery/topic/16082/en>). El transporte pasivo de *T. albacares* probablemente ocurre durante 8–10 días, mientras que las larvas todavía tienen el saco vitelino (Wexler et al. 2007). Esta especie es capaz de realizar movimientos activos de alrededor de 633 millas (1,019 km) mensualmente en el Pacífico Oriental (Fonteneau & Hallier 2015). En general, los atunes son

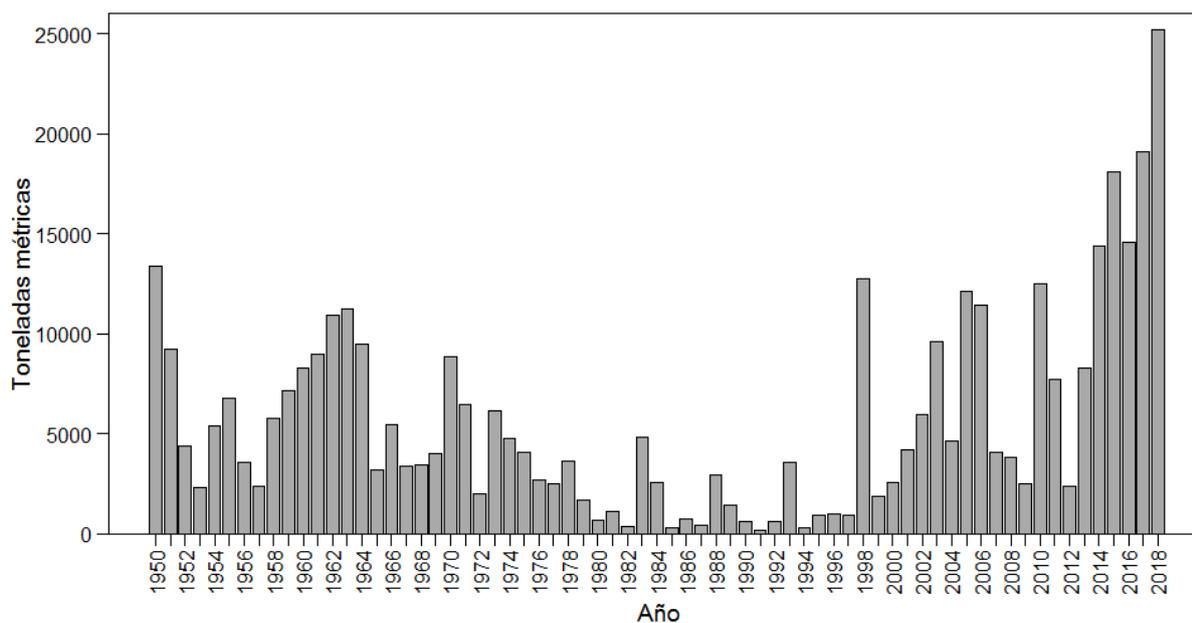
oportunistas y no dependen de un tipo particular de presa; las larvas se alimentan de zooplancton. En particular, el atún de aleta amarilla se alimenta de peces mesopelágicos, pero un tipo de presa puede ser dominante dependiendo del área y la estación (<http://www.fao.org/fishery/topic/16082/en>).



**Fig. 1.24.2** Distribución geográfica del atún de aleta amarilla *Thunnus albacares*

### **Pesquería**

La pesquería se lleva a cabo en la zona oceánica epipelágica usando palangre y red de cerco (Collette et al. 2011; [http://www.imarpe.pe/imarpe/pag\\_fichas\\_detalle.php?id\\_especie=000015](http://www.imarpe.pe/imarpe/pag_fichas_detalle.php?id_especie=000015)). Las capturas de atún aleta amarilla tuvieron una tendencia a la disminución de 1950 hasta principios de los 1980's. Durante los 1980's y 1990's las capturas se mantuvieron relativamente bajas, a excepción de 1998 cuando las capturas alcanzaron 12,700 t aproximadamente. En 1999 las capturas disminuyeron y en los siguientes años incrementaron paulatinamente hasta alcanzar más de 11,000 t en 2005 y 2006. Las capturas incrementaron del 2014 hasta el 2018, año en el que se alcanzó el record histórico con 25,177 t aproximadamente (PRODUCE 2018; Fig. 1.24.3). El atún de aleta amarilla tuvo una biomasa máxima en 2001, que disminuyó en el año 2002 (Shotton 2005); no se encontraron registros de biomasa más recientes. De acuerdo con la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría 'Cercanamente Amenazada' (NT. NEAR THREATENED) (Collette et al. 2011), es decir, actualmente no es vulnerable ni está en peligro de extinción pero es probable que lo esté en el futuro cercano.



**Fig. 1.24.3** Captura comercial del atún de aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático se esperan cambios en la distribución y en las temporadas reproductivas del atún aleta amarilla. Esta especie se encuentra aproximadamente entre 18°C y 31°C (<http://www.fao.org/fishery/species/2497/en>). El rango de temperatura favorable para el desove es más estrecho y es superior a los 24°C; las larvas se encuentran en aguas superficiales cálidas (<http://www.fao.org/fishery/topic/16082/en>). Durante El Niño 1997–1998, el atún experimentó cambios de distribución hacia el sur, desde Ecuador hasta el norte del Perú, y los eventos reproductivos y los desembarques aumentaron en el Perú (Ñiquen & Bouchon 2004).

La acidificación del océano puede causar daño a los riñones, hígado, páncreas, ojos y músculos de las larvas, por lo tanto tiene efectos negativos sobre el crecimiento y la supervivencia de las larvas (Frommel et al. 2016). Las concentraciones de oxígeno disuelto <2 mL/L debajo de la termoclina excluyen la presencia de esta especie (<http://www.fao.org/fishery/species/2497/en>). El hábitat de esta especie puede verse reducido debido al aumento de la temperatura y a la disminución de la concentración de oxígeno, probablemente asociada con el cambio climático.

## Referencias

- Collette B, Acero A, Amorim AF, Boustany A, Canales-Ramirez C, Cardenas G, Carpenter KE, Chang SK, de Oliveira-Leite N, Di Natale A, Die D, Fox W, Fredou FL, Graves J, Guzman-Mora A, Viera Hazin FH, Hinton M, Juan-Jorda M, Minte-Vera C, Miyabe N, Montano-Cruz R, Masuti E, Nelson R, Oxenford H, Restrepo V, Salas E, Schaefer K, Schratwieser J, Serra R, Sun C, Teixeira-Lessa RP, Pires-Ferreira-Travassos PE, Uozumi Y, Yanez E (2011) *Thunnus albacares*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T21857A9327139. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T21857A9327139.en>
- Fonteneau A, Hallier JP (2015) Fifty years of dart tag recoveries for tropical tuna: A global comparison of results for the western Pacific, eastern Pacific, Atlantic, and Indian Oceans. *Fish Res* 163: 7–22
- Frommel AY, Margulies D, Wexler JB, Stein MS, Scholey VP, Williamson JE, Bromhead D, Nicol S, Havenhand J (2016) Ocean acidification has lethal and sub-lethal effects on larval development of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*. *J Exp Mar Bio Ecol* 482: 18–24
- Joseph J (1963) Fecundity of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) from the Eastern Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission* 7: 257–292
- Ñiquen M, Bouchon M (2004) Impact of El Niño events on pelagic fisheries in Peruvian waters. *Deep Sea Res II* 51: 563–574
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Shotton R (2005) Examen de la situación de los recursos pesqueros marinos mundiales. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y5852s/Y5852S07.htm>
- Wexler JB, Chow S, Wakabayashi T, Nohara K, Margulies D (2007) Temporal variation in growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) larvae in the Panama Bight, 1990–97. *Fish Bull* 105: 1–18

### 1.25 Barrilete - *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758)



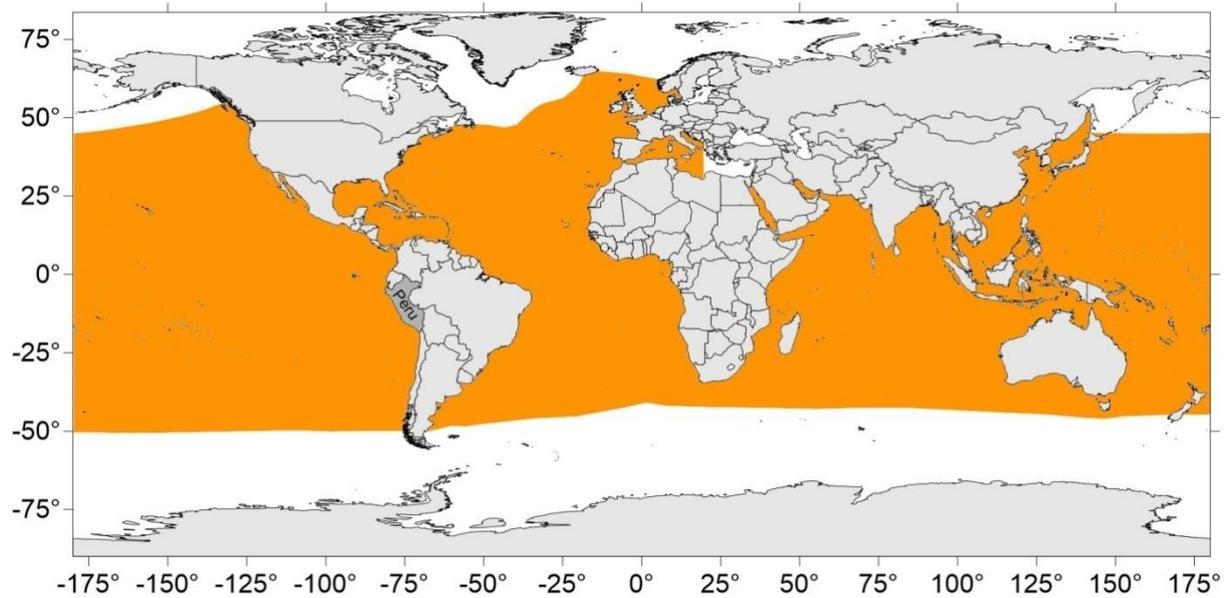
**Fig. 1.25.1** Imagen del barrilete *Katsuwonus pelamis*. Fuente: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/katsuwonus-pelamis/>

#### Historia de vida

La fecundidad promedio es de 204,000 huevos (Amezcuca & Gallardo 2003). Desova todo el año en aguas ecuatoriales y desde primavera hasta inicios de otoño en aguas subtropicales (Fischer et al. 1995); con dos picos en febrero y en octubre (Amezcuca & Gallardo 2003).

#### Distribución y uso del hábitat

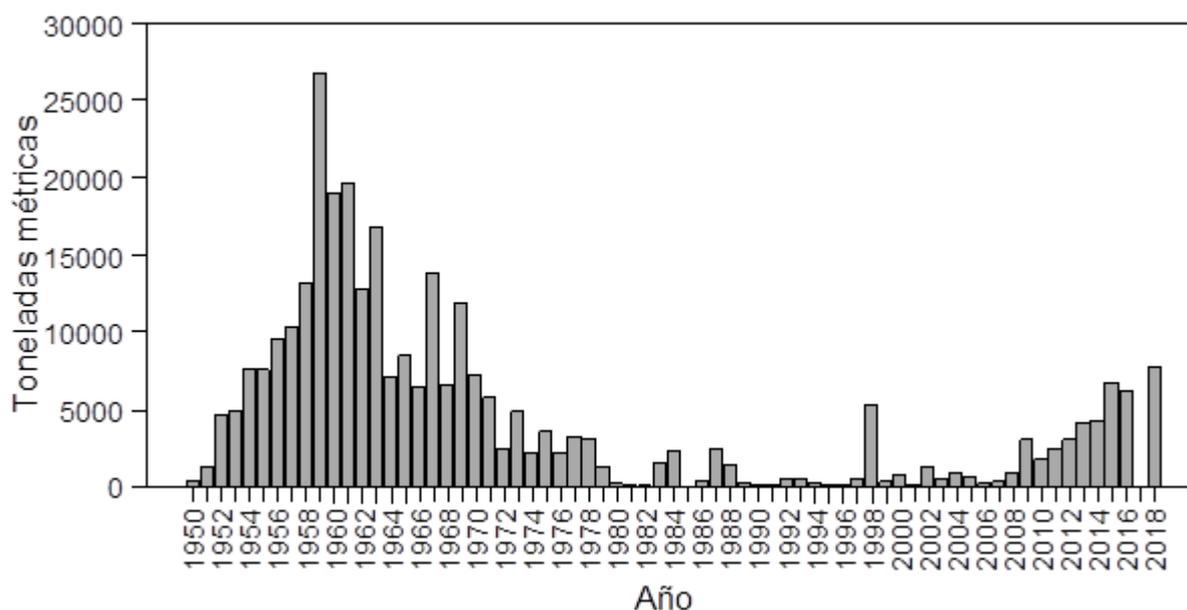
El barrilete es una especie cosmopolita (Fig. 1.25.2) y altamente migratoria que corre en aguas subtropicales entre los 0 y 260 m de profundidad. Exhiben una fuerte tendencia a formar cardúmenes en aguas superficiales. Se alimenta de peces, crustáceos, cefalópodos y moluscos; también realizan canibalismo (Collette et al. 2011; Froese & Pauly 2019).



**Fig. 1.25.2** Distribución geográfica del barrilete *Katsuwonus pelamis*

### **Pesquería**

Se captura con red cortina y espinel como especie acompañante (De Lucio et al. 2013). Hubo una tendencia al incremento en las capturas desde 406 t en 1996 hasta alcanzar el máximo registrado en el 2018 (9,104 t; PRODUCE 2018; Fig. 1.25.3). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en en la categoría de ‘Preocupación Menor’ (LC. LEAST CONCERN) (Collette et al. 2011), lo que significa que es abundante y de amplia distribución.



**Fig. 1.25.3** Captura comercial del barrilete *Katsuwonus pelamis* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Las larvas se encuentran generalmente en aguas a temperaturas entre los 15°C y 30°C (Froese & Pauly 2019); otros estudios han encontrado que esta especie se encuentra a temperaturas entre los 18°C y 20°C (Villanueva & Mesía 1965).

### Referencias

- Amezcu F, Gallardo A (2003) Alimentación, crecimiento y reproducción del barrilete *Katsuwonus pelamis* (Linneo, 1758), en la bahía de Petacalco, Guerrero, México. En: Resúmenes ampliados X Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR). San José - Costa Rica. 2-3.
- Collette B, Acero A, Amorim AF, Boustany A, Canales Ramirez C, Cardenas G, Carpenter KE, de Oliveira Leite Jr. N, Di Natale A, Fox W, Fredou FL, Graves J, Guzman-Mora A, Viera Hazin FH, Juan Jorda M, Kada O, Minte Vera C, Miyabe N, Montano Cruz R, Nelson R, Oxenford H, Salas E, Schaefer K, Serra R, Sun C, Teixeira Lessa RP, Pires Ferreira Travassos PE, Uozumi Y, Yanez E (2011) *Katsuwonus pelamis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T170310A6739812. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T170310A6739812.en>. Consultado el 16 de Noviembre del 2019

De Lucio L, Solano A, Rebaza V, Alfaro S, Tresierra A, Campos S (2013) La pesca artesanal marina en la Región La Libertad, Perú. *Inf Inst Mar Perú* 40: 31–134

Fischer W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE, Niem VH (1995) Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental Vol. III. Vertebrados, parte 2. FAO, Roma. pp 1201–1813

Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

Villanueva R, Mesía M (1965) Exploración del área marina Callao–Huarney, efectuada durante el periodo del 13 al 23 de mayo de 1965 a bordo del “Explorador”. Serie Informes Especiales IMP-1. *Inst Mar Perú*. 18 p

## 1.26 Bonito - *Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier, 1832)



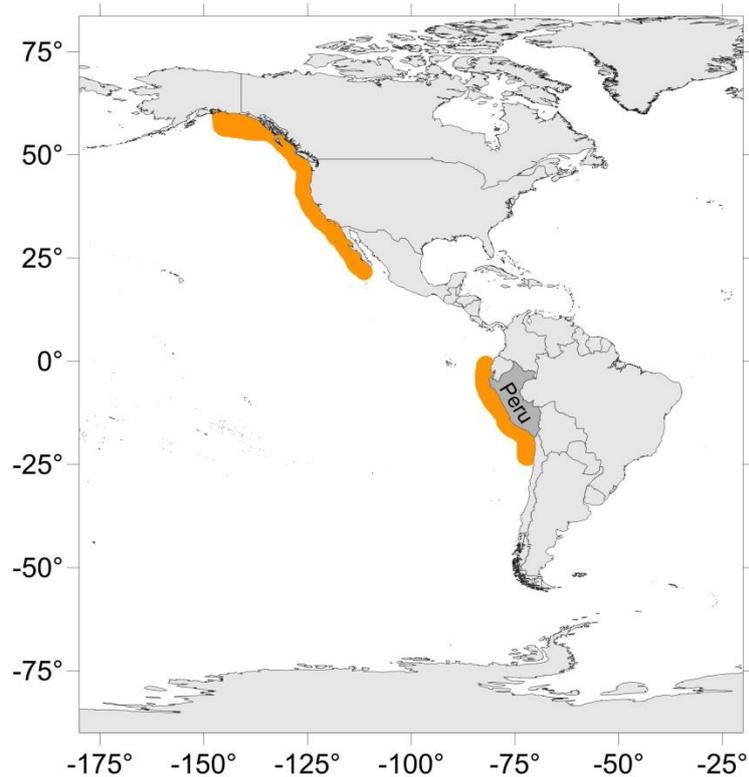
**Fig. 1.26.1** Imagen del bonito *Sarda chiliensis chiliensis*. Fuente: <http://www.stellamaris.cl/Html/Consejos/Peces/Peces.html#>

### Historia de vida

El bonito *Sarda chiliensis chiliensis* tiene un pico de desove principal entre diciembre y febrero (Llanos et al. 2009). Esta especie alcanza la madurez al año y su fecundidad parcial promedio es de alrededor de 499,550 ovocitos por desove (Yoshida 1980). El crecimiento larval es lento; 2 a 4 días después de la eclosión se absorbe el saco vitelino, ocurre la apertura de la boca y comienza la alimentación externa (Miranda et al. 2014).

### Distribución y uso del hábitat

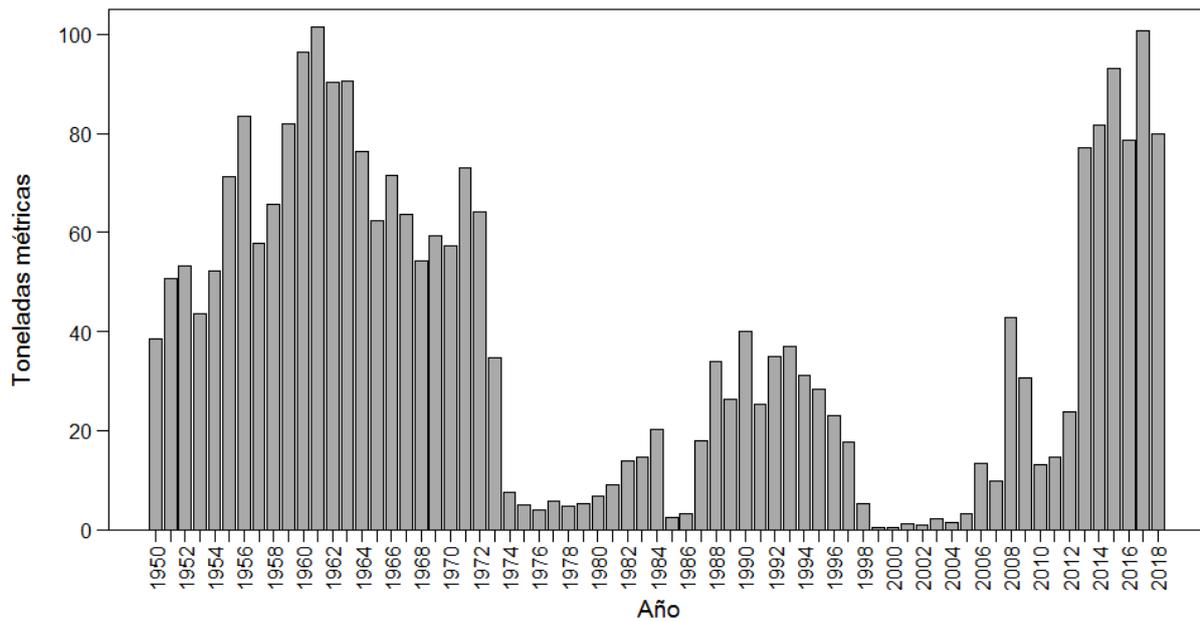
Es una especie epipelágica-nerítica y oceanódroma del sistema de la Corriente Costera Peruana que ocurre desde Puerto Pizarro, Perú hasta Talcahuano, Chile (Chirichigno & Cornejo 2001; <http://www.fishbase.org/summary/SpeciesSummary.php?ID=113&genusname=Sarda&speciesname=chiliensis&AT=Sarda+chiliensis&lang=Englis>; Fig. 1.26.2). El uso del hábitat por parte del bonito tiene cambios estacionales, es más común cerca de la costa en verano y a principios de otoño que durante invierno. Estos cambios de distribución son atribuidos a largas migraciones en busca de presas (Allen et al. 2006). En el área de Lambayeque se alimenta principalmente de anchoveta (Llanos et al. 2009).



**Fig. 1.26.2** Distribución geográfica del bonito *Sarda chiliensis chiliensis*

### **Pesquería**

La pesquería ocurre en la zona pelágica y nerítica usando palangre y red de cerco (Collette et al. 2011). Las capturas de bonito fueron relativamente mayores de 1950 a 1972, con un máximo histórico de captura registrado en 1961 (101,400 t). Las capturas disminuyeron de 1971 al 2012, con pulsos a finales de los 80's y en el 2008. Del 2012 al 2018 las capturas han sido superiores a las 23,000 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.26.3). Dado que los picos de desove importantes ocurren anualmente y la madurez sexual se alcanza al año de edad, se asume que el reclutamiento también ocurre anualmente. Según la Lista Roja de la UICN, esta especie se encuentra en la categoría de 'Preocupación Menor' (LC. LEAST CONCERN) (Collette et al. 2011), lo que significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.26.3** Captura comercial del bonito *Sarda chiliensis chiliensis* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático, se espera que ocurran cambios en la distribución y las temporadas reproductivas de esta especie. La recurrencia de condiciones cálidas en los meses de febrero, junio, julio y diciembre parece estar asociada con la presencia de bonito (Llanos et al. 2009). Sin embargo, el desembarco de esta especie ha disminuido durante El Niño. El pico principal de desove ocurre durante anomalías térmicas positivas (Llanos et al. 2009). En el Pacífico nororiental, el desove ocurre entre 22°C y 26°C (Miranda et al. 2014).

### Referencias

- Allen LG, Pondella DJ, Horn MH (2006) The ecology of marine fishes. California and adjacent waters. University of California Press
- Chirichigno N, Cornejo RM (2001) Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Inst Mar Perú, Lima
- Collette B, Acero A, Canales-Ramirez C, Cardenas G, Carpenter KE, Di Natale A, Guzman-Mora A, Montano-Cruz R, Nelson R, Schaefer K, Serra R, Yanez E (2011) *Sarda chiliensis*. The IUCN Red List

of Threatened Species 2011: e.T170352A6763952. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T170352A6763952.en>

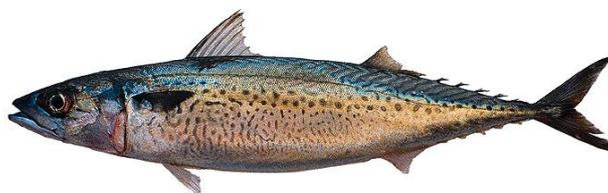
Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p

Miranda L, Vilaxa A, Ávila R, Rodríguez M (2014) Caracterización del ciclo de desarrollo embrionario y larval de *Sarda chiliensis chiliensis* (Alva, 1987) en un sistema acuícola de recirculación (SAR). Int J Morphol 32: 1492–1501

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

Yoshida HO (1980) Synopsis of biological data on bonitos of the genus *Sarda*. Rome, United Nations Development Programme, FAO Fisheries Synopsis. 50 p

### 1.27 Caballa - *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782)



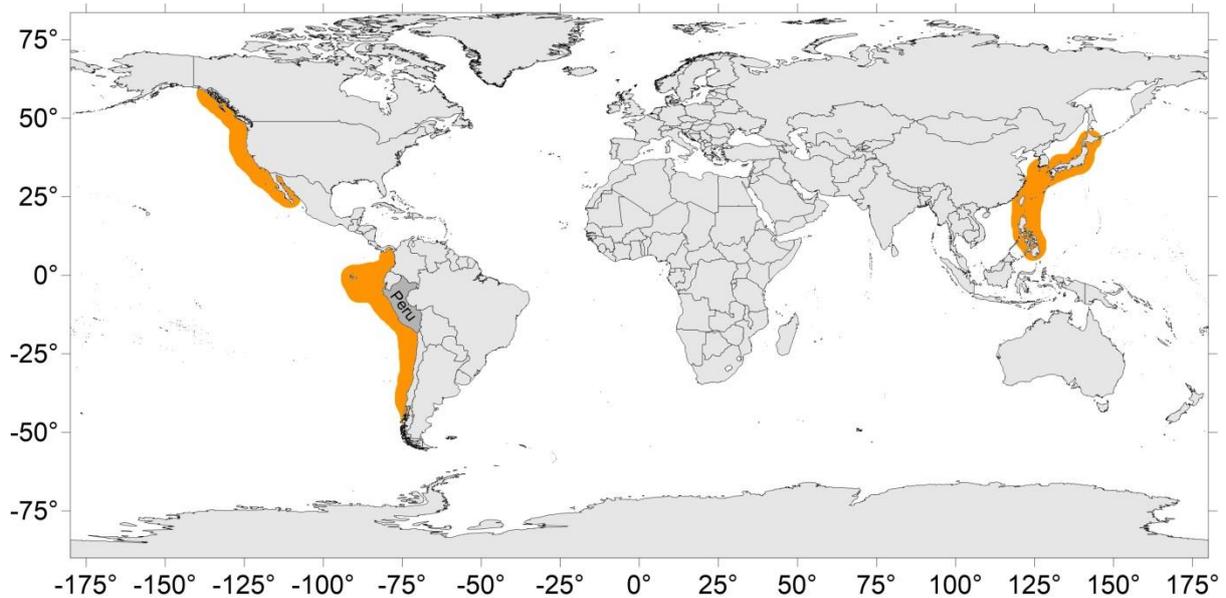
**Fig. 1.27.1** Imagen de la caballa *Scomber japonicus peruvianus*. Fuente: <http://www.inidep.edu.ar/especies/caballa-scomber-japonicus-2/>

#### Historia de vida

La caballa tiene los principales picos de desove entre abril y mayo, y un pico secundario en noviembre (Llanos et al. 2009). Esta especie alcanza la madurez sexual a los 2 años (Marzloff et al. 2009). Su fecundidad parcial se ha estimado en 78,174 ovocitos por lote de desove (Peña et al. 1986). Presenta un estadio larval que absorbe su saco vitelino aproximadamente a las 46 horas después del desove (Hunter & Kimbrel 1980).

#### Distribución y uso del hábitat

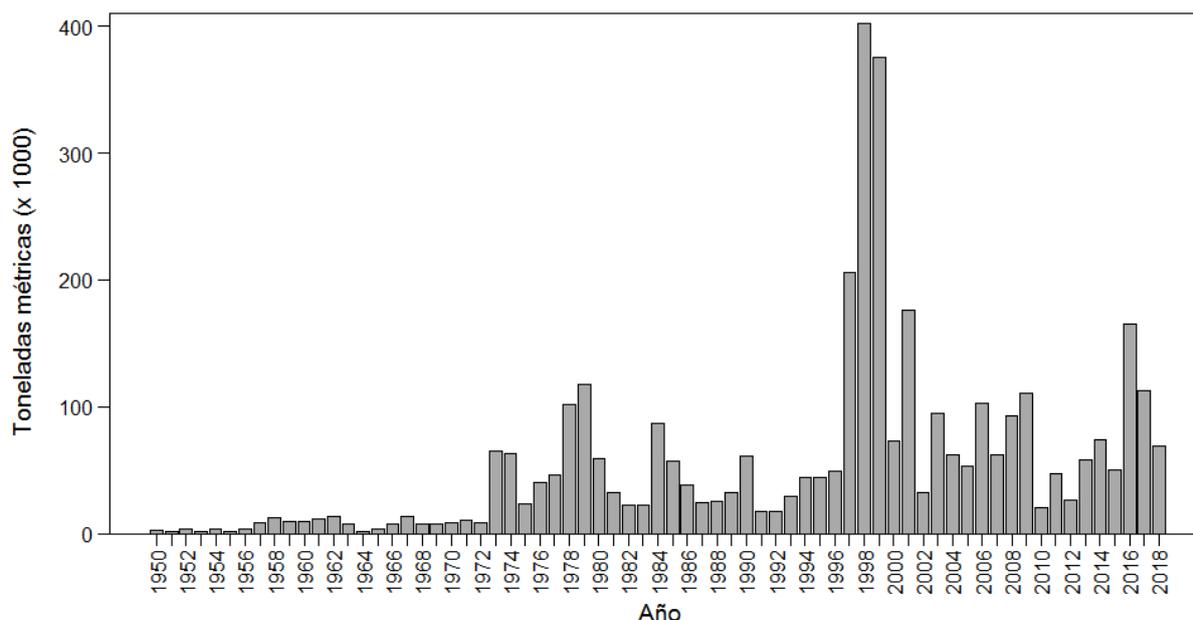
La caballa se distribuye desde Costa Rica y a lo largo de la costa peruana hasta Valparaíso, Chile, también se encuentra en las Islas Galápagos (Mejía et al. 1970; Collette et al. 2011; Fig. 1.27.2). Es una especie pelágica y migratoria que habita cerca de la zona costera y se distribuye hasta los 300 m de profundidad (Collette et al. 2011). La caballa se alimenta de copépodos, eufáusidos, huevos de pescado, así como de anchoveta y también realiza canibalismo (Mejía et al. 1970).



**Fig. 1.27.2** Distribución geográfica de la caballa *Scomber japonicus peruvianus*

### **Pesquería**

La pesquería se realiza en la zona costera utilizando redes de cerco y de enmalle (Mejía et al. 1970; Collette et al. 2011). Las capturas de caballa permanecieron debajo de 60,000 t de 1950 a 1996, a excepción de 1978–1979 y 1984. Las capturas incrementaron considerablemente en 1997–1999 con un máximo histórico en 1998 (402,000 t). Hubo una disminución en las capturas posterior a 1999 alcanzando un mínimo de 20,500 t en 2010; en 2018 se capturaron aproximadamente 68,500 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.27.3). La biomasa total de la caballa del Pacífico frente a Trujillo y Huacho, Chimbote, Huarney, Supe, Atico y Mollendo fue de 225,645 t (Castillo et al. 2009). La biomasa estimada en 2009 en Tumbes-Tacna fue de 131,866 t, en Mancora-Huarney es de 125,214 t, y en Salaverry-Atico es de 65,171 t (IMARPE 2009). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría de ‘Preocupación Menor’ (LC. LEAST CONCERN) (Collette et al. 2011), lo que significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.27.3** Captura comercial de la caballa *Scomber japonicus peruvianus* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático, es posible que la caballa del Pacífico tenga cambios de distribución y abundancia, así como en la estructura de tamaño y en las estaciones reproductivas.

Durante El Niño 1997–1998, esta especie cambió de distribución hacia el sur, donde dominaban los juveniles; también hubo un aumento en los eventos reproductivos, en la biomasa y en las capturas en el Perú (Ñiquen & Bouchon 2004; Llanos et al. 2009). El desove generalmente ocurre entre 15°C y 20°C (Collette et al. 2011). La metamorfosis de la larva parece ser estimulada por los efectos de la temperatura; por ejemplo, la metamorfosis ocurre en 24 días a 16.8°C o en 16 días a mayores temperaturas (22.1°C) (Hunter & Kimbrell 1980). La temporada reproductiva parece ocurrir a principios de año debido a anomalías térmicas positivas (Llanos et al. 2009).

### Referencias

- Castillo R, Gutiérrez M, Peraltilla S, Escudero L (2009) Distribución y biomasa de los principales recursos pelágicos del mar peruano. Verano 2006. *Inf Inst Mar Perú* 36: 121–130
- Collette B, Acero A, Canales-Ramirez C, Cardenas G, Carpenter KE, Chang SK, Di Natale A, Fox W, Guzman-Mora A, Juan-Jorda M, Miyabe N, Montano-Cruz R, Nelson R, Salas E, Schaefer K, Serra

- R, Sun C, Uozumi Y, Wang S, Wu J, Yeh S (2011) *Scomber japonicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T170306A6737373. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T170306A6737373.en>
- Hunter JR, Kimbrell CA (1980) Early life history of Pacific mackerel, *Scomber japonicus*. Fish Bull 78: 89–101
- IMARPE (2009) Prospección bioceanográfica de los recursos jurel y caballa – 2009. Informe IMARPE-PRODUCE. 45 p
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- Marzloff M, Shin YJ, Tam J, Travers M, Bertrand A (2009) Trophic structure of the Peruvian marine ecosystem in 2000–2006: Insights on the effects of management scenarios for the hake fishery using the IBM trophic model Osmose. J Mar Syst 75: 290–304
- Mejía J, Samamé M, Pastor A (1970) Información básica de los principales peces de consumo. Serie de Informes Especiales IM–62, Inst Mar Perú. 29 p
- Ñiquen M, Bouchon M (2004) Impact of El Niño events on pelagic fisheries in Peruvian waters. Deep Sea Res II 51: 563–574
- Peña N, Alheit J, Nakama ME (1986) Fecundidad parcial de la caballa del Peru (*Scomber Japonicus peruanus*). Bol Inst Mar Perú 10: 91–104
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

### 1.28 Doncella - *Hemanthias peruanus* (Steindachner, 1875)

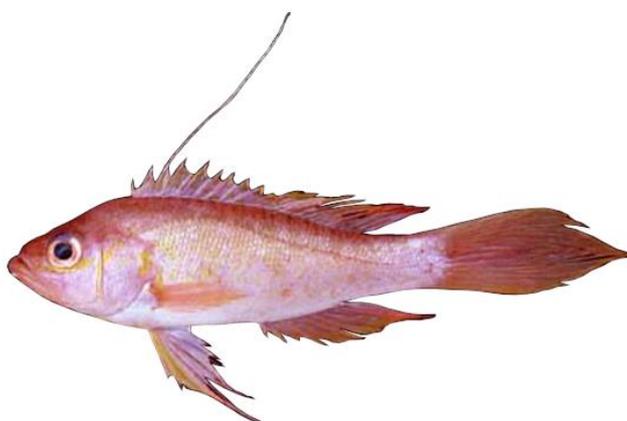


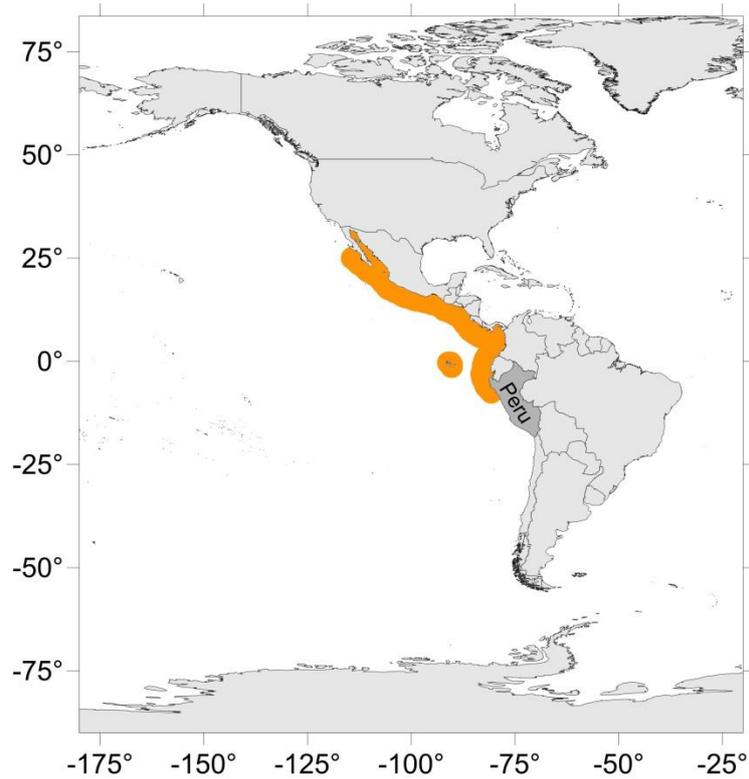
Fig. 1.28.1 Imagen de la doncella *Hemanthias peruanus*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

#### Historia de vida

Se desconoce la fecundidad de *H. peruanus*. Otras especies del mismo género son protogínicas o diándricas (*H. leptus* y *H. vivanus*) (Richards 1999). El tamaño máximo registrado de la doncella es de 45 cm (Gonzales 2017). Se han encontrado individuos maduros a partir de los 9 cm de longitud standard (Coleman 1983). Otros estudios han encontrado la talla de primera madurez en *H. leptus* hembras entre los 5 y 21 cm, y en machos entre los 4 y los 45 cm. Para *H. vivanus*, la edad de primera madurez en hembras se ha registrado entre los 5 y 7 cm, y en machos entre los 11 y 12 cm. *Hemanthias leptus* no tiene un periodo específico de desove; en cambio, el desove de *H. vivanus* es más marcado en invierno-primavera en el este del Golfo de México (Richards 1999).

#### Distribución y uso del hábitat

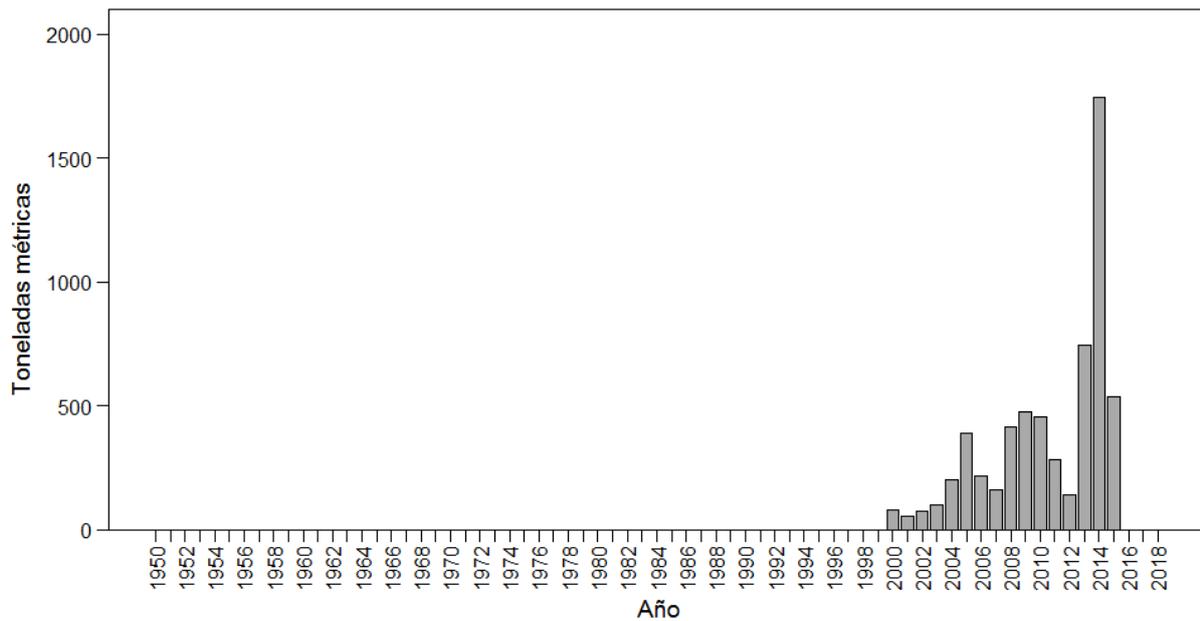
Se distribuye en el Pacífico Oriental, desde la península de Baja California en México hasta el norte del Perú (Smith-Vaniz et al. 2010; Fig. 1.28.2) a 20–120 m de profundidad; se alimenta de plankton (Froese & Pauly 2019). *Hemanthias vivanus* se alimenta de copépodos y foraminíferos (Lindquist & Clavijo 1993).



**Fig. 1.28.2** Distribución geográfica de la doncella *Hemanthias peruanus*

### **Pesquería**

*Hemanthias leptus* no tiene un periodo específico de reclutamiento (Richards 1999). Se tienen registros de captura de la doncella a partir del año 2000. Las capturas han incrementado, llegando a un máximo en el 2014 con aproximadamente 1,750 t. La captura más reciente registrada es del 2015 con 538 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.28.3). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría 'Preocupación menor' (LC. LEAST CONCERN) (Smith-Vaniz et al. 2010), lo que significa que es abundante y de amplia distribución.



**Fig. 1.28.3** Captura comercial de la doncella *Hemanthias peruanus* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

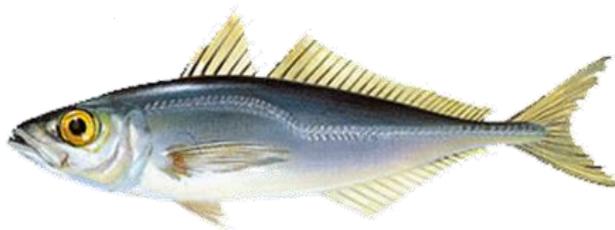
Los peces demersales habitan en la plataforma continental y están asociados a la Contracorriente Subsuperficial de Cronwell, la cual oscila intra e interanualmente. Como consecuencia, el hábitat de estas especies también varía en tamaño. En verano, el hábitat se expande y en invierno se reduce, resultando en menores o mayores densidades, respectivamente. Durante El Niño, el sistema demersal se comportaría como en condiciones de verano, dependiendo de la intensidad y duración de El Niño. Con El Niño, la diversidad del sistema demersal incrementa debido a la incorporación de un mayor número de especies que se mueven de norte a sur, de la costa hacia mayores profundidades y del sistema pelágico hacia el fondo (Velez et al. 1988; Espino 1990). Los cambios en la distribución debido a El Niño también han resultado en cambios en la estructura de tallas (Samamé et al. 1985). Con el calentamiento oceánico, el pico de desove principal se retrasa y los picos secundarios se vuelven más intensos (Llanos et al. 2009).

### Referencias

Coleman FC (1983) *Hemanthias peruanus*—another hermaphroditic anthiine serranid. *Copeia* 1: 252–253

- Espino M (1990) El Niño: Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Bol Inst Mar Perú 14. 27 p
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019
- Gonzales J (2017) Parasitología, histología, histopatología en animales acuáticos. Bol Inst Mar Perú 32: 5–129
- Lindquist DG, Clavijo IE (1993) Quantifying deep reef fishes from a submersible and notes on a live collection and diet of the Red Barbier, *Hemanthias vivanus*. J Elisha Mitchell Sci Soc 109: 135–140
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p
- Richards WJ (1999) Preliminary guide to the identification of the early life history stages of serranid fishes of the western central Atlantic. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-419. 105 p
- Samamé M, Castillo J, Mendieta A (1985) Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante El Niño. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol Extr Inst Mar Perú. pp 153–158
- Smith-Vaniz B, Robertson R, Dominici-Arosemena A, Molina H, Salas E, Guzman-Mora AG (2010) *Hemanthias peruanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183786A8177055. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183786A8177055.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019
- Velez J, Espino M, Zeballos J (1988) Variación de la ictiofauna demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), 17–21 Agosto de 1987, Lima, Perú. Tomo I: 203–212

### 1.29 Jurel - *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920)



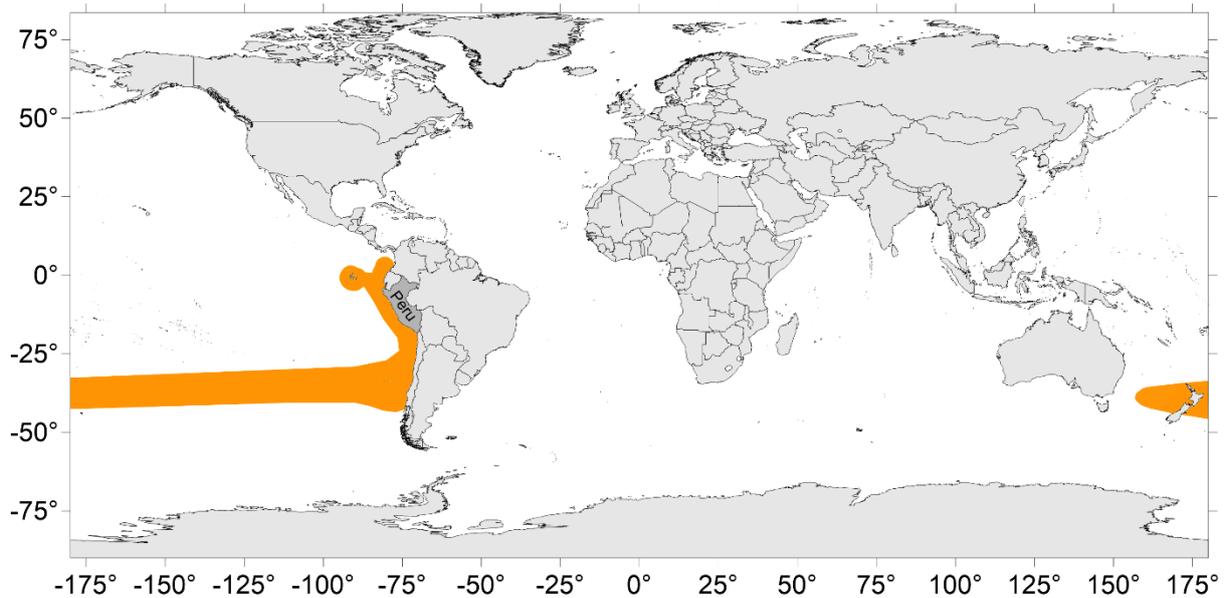
**Fig. 1.29.1** Imagen del jurel *Trachurus murphyi*. Fuente: <http://combinacionanimal.blogspot.mx/2010/05/jurel-del-pacifico-sur-trachurus.html>

#### **Historia de vida**

La temporada reproductiva del jurel *Trachurus murphyi* es de agosto a noviembre y en febrero, pero su mayor pico reproductivo ocurre al final del invierno (Mejía et al. 1970). Esta especie alcanza la madurez sexual a los 3 años (Marzloff et al. 2009; Vásquez et al. 2013) y su fecundidad parcial es de 78,789 huevos.

#### **Distribución y uso del hábitat**

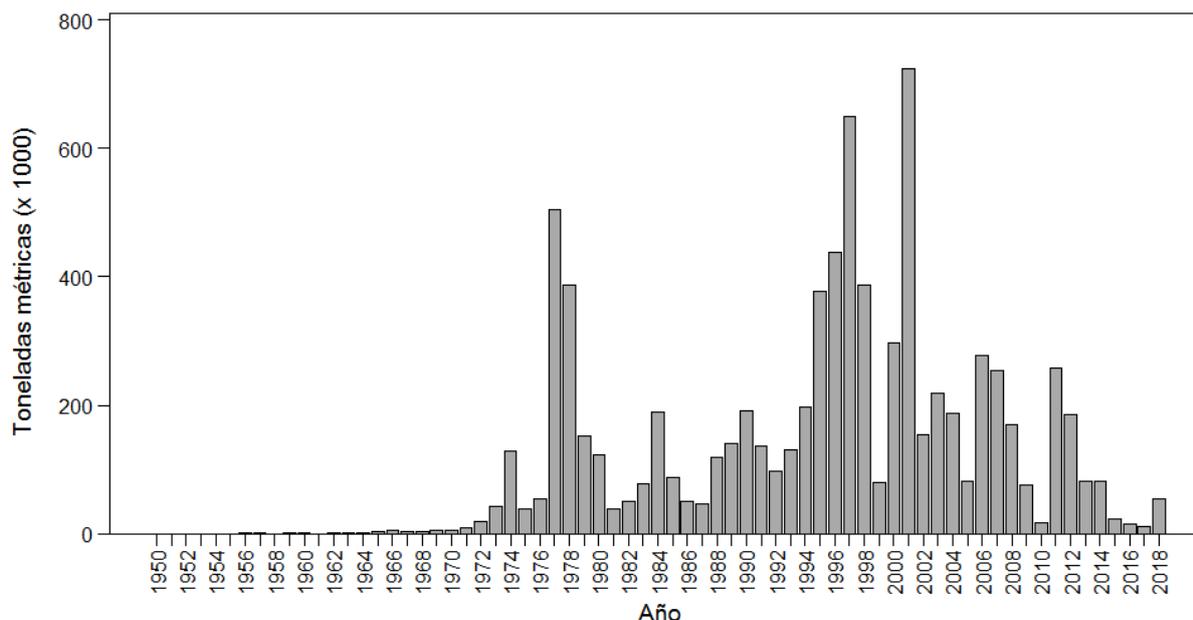
En el Pacífico oriental, el jurel se distribuye desde Ecuador al centro de Chile (Smith-Vaniz et al. 2010; Fig. 1.29.2). Esta especie se encuentra a lo largo de la costa y en aguas oceánicas, de 10 a 300 m de profundidad (Smith-Vaniz et al. 2010). En el centro de Chile, se estima que los huevos y las larvas son transportadas hasta 1,800 km de la costa, entre las zonas de desove y de crianza (Smith-Vaniz et al. 2010; Vásquez et al. 2013). El jurel se alimenta de peces, y más comúnmente de anchoveta, así como de crustáceos (por ejemplo, eufáusidos); también se alimenta de copépodos, isópodos y cefalópodos (Mejía et al. 1970).



**Fig. 1.29.2** Distribución geográfica del jurel *Trachurus murphyi*

### **Pesquería**

La pesquería se lleva a cabo tanto en la zona oceánica como en la zona costera utilizando redes de cerco y chinchorro fija (Mejía et al. 1970). Las capturas se mantuvieron bajas de los 1950's hasta a principios de los 1970's; en 1977 se capturaron 505,000 t. Las capturas disminuyeron en los siguientes años e incrementaron de nuevo hacia 1997 (650,000 t). La mayor captura fue registrada en el 2001 (724,000 t); en el 2018 se capturaron aproximadamente 54,400 t de jurel (PRODUCE 2018; Fig. 1.29.3). Se asume que el reclutamiento es anual (IMARPE 2009) con reclutamiento de individuos de 2 a 3 años (Vásquez et al. 2013). La biomasa total de *T. murphyi* en comparación con Parachique, al sur de Punta La Negra, Trujillo, Huarney, Callao y entre Chala y Mollendo fue de 724,912 t en el verano de 2006 (Castillo et al. 2009). En la zona de Tumbes-Tacna, la biomasa fue estimada en 70,074 t en 2009 (IMARPE 2009). A escala mundial, de acuerdo a la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría de 'Incierta' (UNCERTAIN) (Smith-Vaniz et al. 2010), es decir, no hay suficientes datos sobre esta especie.



**Fig. 1.29.3** Captura comercial del jurel *Trachurus murphyi* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático, es posible que ocurran cambios en los patrones de abundancia y distribución del jurel.

La captura de esta especie ha aumentado durante El Niño. También se anticipan posibles cambios de distribución; por ejemplo, el jurel se distribuyó por toda la costa antes de El Niño 1997–1998, y posteriormente se trasladó hacia el sur (Gutiérrez et al. 2012).

### Referencias

- Castillo R, Gutiérrez M, Peraltilla S, Escudero L (2009) Distribución y biomasa de los principales recursos pelágicos del mar peruano. Verano 2006. *Inf Inst Mar Perú* 36: 121–130.
- Gutiérrez M, Castillo R, Segura M, Peraltilla S, Flores M (2012) Trends in spatio-temporal distribution of Peruvian anchovy and other small pelagic fish biomass from 1966–2009. *Lat Am J Aquat Res* 40: 633–648
- Marzloff M, Shin YJ, Tam J, Travers M, Bertrand A (2009) Trophic structure of the Peruvian marine ecosystem in 2000–2006: Insights on the effects of management scenarios for the hake fishery using the IBM trophic model Osmose. *J Mar Syst* 75: 290–304

Mejía J, Samamé M, Pastor A (1970) Información básica de los principales peces de consumo. Serie de Informes Especiales IM-62, Inst Mar Perú. 29 p

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

IMARPE (2009) Prospección bioceanográfica de los recursos jurel y caballa – 2009. Informe IMARPE-PRODUCE. 45 p

Smith-Vaniz B, Robertson R, Dominici-Arosemena A (2010) *Trachurus murphyi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183965A8207652. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183965A8207652.en>

Vásquez S, Correa-Ramírez M, Parada C, Sepúlveda A (2013) The influence of oceanographic processes on jack mackerel (*Trachurus murphyi*) larval distribution and population structure in the southeastern Pacific Ocean. ICES J Mar Sci 70: 1097–1107

### 1.30 Lisa - *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758)



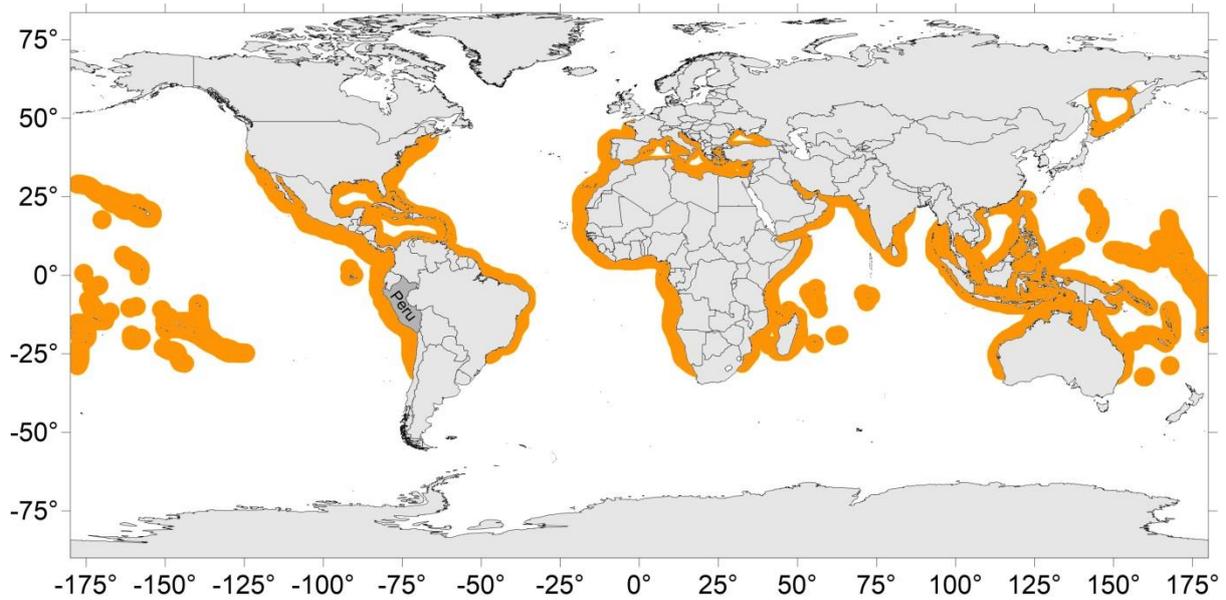
**Fig. 1.30.1** Imagen de la lisa *Mugil cephalus*. Fuente: Froese & Pauly (2019)

#### Historia de vida

La lisa *Mugil cephalus* tiene su principal pico de desove entre diciembre y febrero, así como un pico de desove secundario entre mayo y junio (Llanos et al. 2009). Esta especie alcanza la madurez sexual entre los 2 y 4 años de vida (Culquichicón et al. 2011; <http://www.fishbase.org/summary/Mugil-cephalus.html>); la longitud de primera madurez es a los 25 cm aproximadamente (Llanos et al. 2009). La fecundidad de la lisa es de 0.8 a 2.6 millones de huevos (<http://www.fishbase.org/summary/Mugil-cephalus.html>).

#### Distribución y uso del hábitat

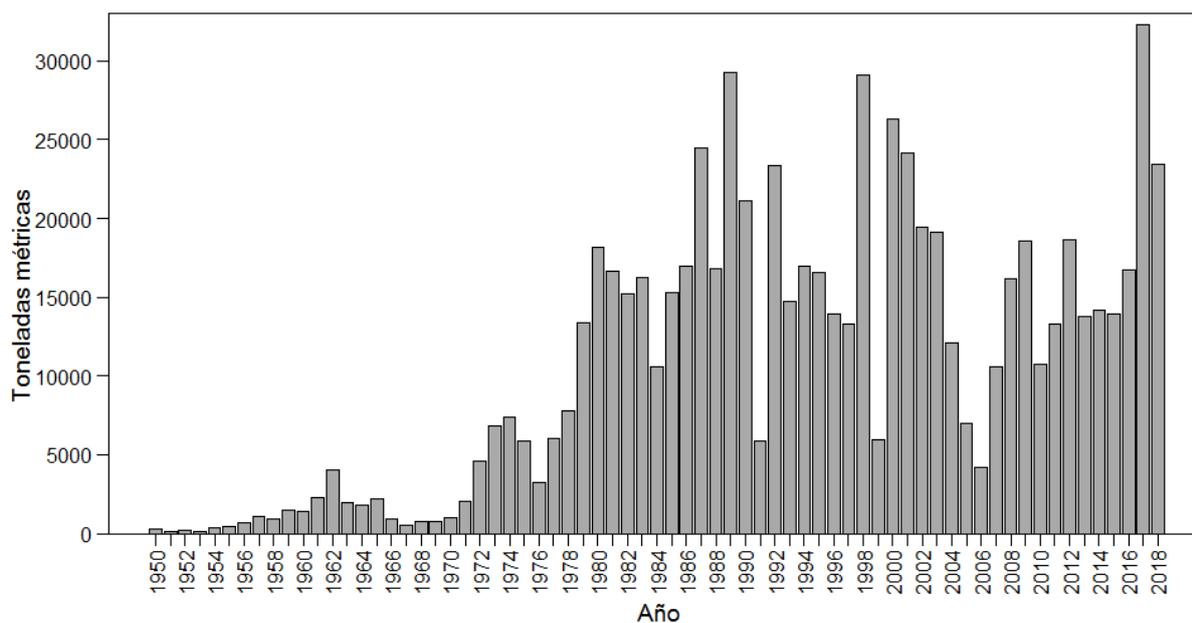
La lisa es una especie cosmopolita que se distribuye en California, el Pacífico mexicano, Centro América, las costas del Perú y el norte de Chile (Kottelat & Freyhof 2012; Fig. 1.30.2). Esta especie es considerada demersal, ocurre en aguas templadas, subtropicales y tropicales; habita zonas costeras, en estuarios y ríos, ocasionalmente río arriba y en lagunas hipersalinas. Se encuentra en fondos arenosos o fangosos, entre los 0 y 10 m de profundidad (<http://www.fishbase.org/summary/Mugil-cephalus.html>). Desova en el mar, los juveniles se aproximan a la costa en diciembre y permanecen en estuarios y aguas marinas costeras durante los primeros tres años de vida (Oliver 1943). Las larvas comienzan a alimentarse 3 a 5 días después del desove (Meseda & Samira et al. 2006) y los juveniles se alimentan de zooplankton. En general esta especie se alimenta de detritus, microalgas, pequeños invertebrados y otros organismos bentónicos (Kottelat & Freyhof 2012); frente al Callao se alimenta de diatomeas, dinoflagelados, tintínidos, silicoflagelados, copépodos, entre otras especies de zooplankton (Blaskovic' et al. 2008).



**Fig. 1.30.2** Distribución geográfica de la lisa *Mugil cephalus*

### **Pesquería**

La pesquería se lleva a cabo en la zona costera y nerítica empleando redes de cerco, redes chinchorro fijas, redes de cerco playeras, y redes de arrastre (Llanos et al. 2009). Las capturas de lisa en el Perú tuvieron una tendencia al incremento del año 1950 al año 1989. Las capturas oscilaron los siguientes años alcanzando mínimos de captura en 1991, 1999, y 2006, y máximos en 1998, 2000 y 2017 con cerca de 32,300 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.30.3). De acuerdo a la IUCN esta especie se encuentra en la categoría de 'Preocupación Menor' (LC. LEAST CONCERN) (Kottelat & Freyhof 2012), lo cual significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.30.3** Captura comercial de la lisa *Mugil cephalus* en el Perú, 1950 a 2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático es posible que ocurran cambios en la abundancia y temporadas de desove de la lisa.

Las mayores capturas de lisa han sido registradas después de eventos de calentamiento como El Niño 1997–1998, mientras que La Niña parece estar asociada con disminuciones significativas de las capturas (González-Ynope 2001). El acercamiento de aguas cálidas durante eventos El Niño hacia las costas del Perú causa la disminución de afloramientos algales y de productividad primaria. Como consecuencia, las especies comunes de la zona se mueven a otras áreas debido a la falta de alimento, lo cual puede explicar las fluctuaciones de especies costeras tales como la lisa durante 1999 (González-Ynope 2001). En 2009, el pico de desove principal fue incluso menos intenso que los picos de desove secundarios cuando ocurrieron anomalías positivas de temperatura (Llanos et al. 2009).

## Referencias

- Blaskovic´ V, Espinoza P, Fernández C, Castillo D, Navarro I (2008) Espectro alimentario de las principales especies demersales de importancia comercial y sus relaciones intraespecíficas en el 2007. Informe técnico anual. Inst Mar Perú. 38 p
- Culquichicón Z, Tresierra A, Solano A, Atoche D (2011) Juvenación de *Paralonchurus peruanus*, *Mugil cephalus*, *Sciaena deliciosa* y *Ethmidium maculatum* en la Región La Libertad, durante el 2011. *Rebiol* 31. 9 p
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019
- González-Ynope A (2001) Contribución al conocimiento pesquero y biológico de cinco peces costeros de importancia comercial en el Perú: Cabinza, lisa, lorna, machete y pejerrey. Periodo 1996–2000. *Inf Prog Inst Mar Perú* 195. 46 p
- Kottelat M, Freyhof J (2012) *Mugil cephalus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T135567A515308. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T135567A515308.en>
- Llanos J, Galán J, Castañeda J, Castro J, de la Cruz J, Ramírez P, Bances S, Torres D (2009) Investigaciones de IMARPE-Sede Lambayeque durante 2009. Inst Mar Perú. 89 p
- Meseda M, Samira SA (2006) Spawning induction in the Mediterranean grey mullet *Mugil cephalus* and larval developmental stages. *Afr J Biotechnol* 51: 1836–1845
- Oliver SC (1943) Catálogo de los Peces Marinos del Litoral de Concepción y Arauco. *Bol Soc Biol Concepc* 17: 75–126
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

### 1.31 Perico - *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758)



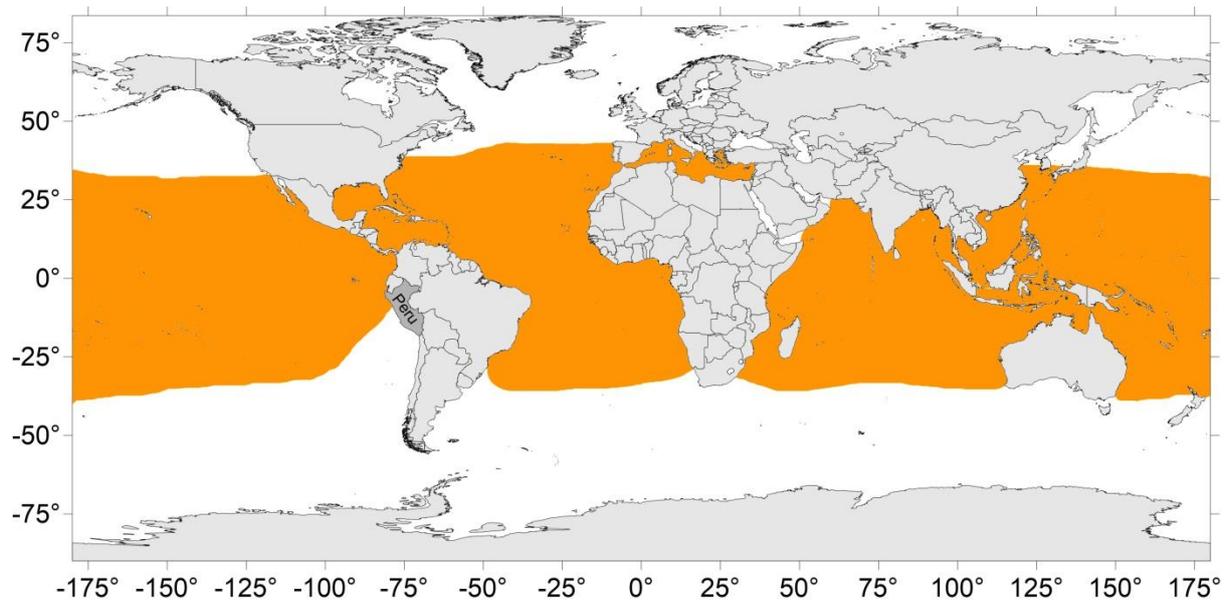
**Fig. 1.31.1** Imagen del perico *Coryphaena hippurus*. Fuente: <http://www.danapointfishcompany.com/dorado-dolphinfish-mahi-mahi-coryphaena-hippurus/>

#### Historia de vida

En Perú, los individuos maduros se encuentran durante todo el año, y con mayor frecuencia en el verano austral de diciembre a marzo. Esta especie alcanza la madurez sexual a 50–90 cm de longitud; en Perú alcanza la madurez a 90 cm de longitud, en los primeros 2 años de vida (Solano-Sare et al. 2008; <https://www.flmnh.ufl.edu/fish/discover/species-profiles/coryphaena-hippurus/>). La fecundidad del perico se estima entre 180,000 y 800,000 ovocitos hidratados (Solano-Sare et al. 2008).

#### Distribución y uso del hábitat

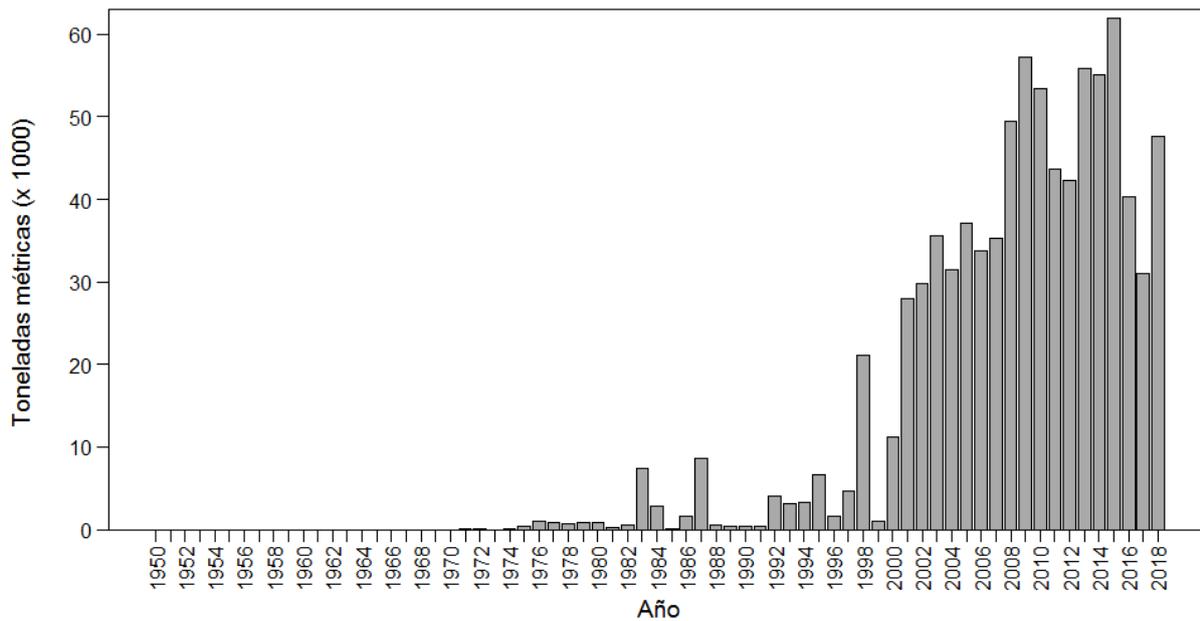
El perico es una especie cosmopolita distribuida en los Estados Unidos, México, Perú (Zorritos, Máncora, Cabo Blanco, Paita, Huacho, Callao, Vila Vila) y hasta el sur de Antofagasta, Chile, así como en las Islas Galápagos (Collette et al. 2011; Fig. 1.31.2). Esta especie habita aguas abiertas y áreas costeras desde la superficie hasta 85 m de profundidad (Collette et al. 2011); realiza migraciones hacia la costa debido a los movimientos de aguas oceánicas cálidas hacia el continente y durante El Niño (Solano-Sare et al. 2008). *Coryphaena hippurus* se alimenta de varias especies de peces, así como de zooplancton, crustáceos y cefalópodos (Solano-Sare et al. 2008).



**Fig. 1.31.2** Distribución geográfica del perico *Coryphaena hippurus*

### **Pesquería**

La pesquería se lleva a cabo en la zona oceánica y nerítica con curricán, caña, palangre, red de enmalle y de cerco. Se tienen registros de pocos volúmenes de captura durante los 1970's y 1980's. Las capturas incrementaron a finales de los 1990's hasta alcanzar un máximo de 62,000 t en el 2015; en el 2018 se capturaron 47,600 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.31.3). El reclutamiento a la pesquería es anual, aunque se registraron buenos reclutamientos aproximadamente cada 3 años, p.e. en 2004, 2007 y 2011, dependiendo de las condiciones ambientales (Ñiquen 2015). La biomasa se estimó en 10,000–40,000 t entre 2007 y 2014, con proyecciones para un aumento continuo de la biomasa hasta 2019 (Valero et al. 2016). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en en la categoría de 'Preocupación Menor' (LC. LEAST CONCERN) (Collette et al. 2011), lo que significa que es abundante y de amplia distribución.



**Fig. 1.31.3** Captura comercial del perico *Coryphaena hippurus* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Con el cambio climático se esperan cambios en la distribución y abundancia del perico. En Perú, esta especie está asociada a la intrusión de aguas subtropicales superficiales y se encuentra principalmente a 21–28°C (Ñiquen 2014). Los huevos parecen tener una preferencia térmica alrededor de 25°C. Las capturas de esta especie han aumentado durante años El Niño; después de El Niño 1997–1998, las capturas aumentaron debido a la intrusión de aguas cálidas en la costa peruana (Solano-Sare et al. 2008). Esta especie tiene altas tasas metabólicas y requiere altas concentraciones de oxígeno, por lo tanto, con la expansión de la zona mínima de oxígeno es probable que su hábitat se reduzca verticalmente (Solano-Sare et al. 2008).

### Referencias

Collette B, Acero A, Amorim AF, Boustany A, Canales-Ramirez C, Cardenas G, Carpenter KE, de Oliveira-Leite Jr. N, Di Natale A, Fox W, Fredou FL, Graves J, Viera Hazin FH, Juan Jorda M, Minter-Vera C, Miyabe N, Montano-Cruz R, Nelson R, Oxenford H, Schaefer K, Serra R, Sun C, Teixeira-Lessa RP, Pires-Ferreira-Travassos PE, Uozumi Y, Yanez E (2011) *Coryphaena hippurus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T154712A4614989. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T154712A4614989.en>

Ñiquen M (2014) Panorama general de las investigaciones del perico (*Coryphaena hippurus*) en Perú. Disponible en: <http://docplayer.es/29419892-Panorama-general-de-las-investigaciones-del-perico-coryphaena-hippurus-en-peru.html>

Ñiquen M (2015) Panorama general de las investigaciones del perico (*Coryphaena hippurus*) en Perú con énfasis en el periodo 2014–2015. Disponible en: <https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2015/OctDorado/pdfs/presentations/DOR-2-Investigaciones-del-Perico-en-Peru.pdf>

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

Solano-Sare A, Tresierra-Aguilar A, García-Nolasco V, Dioses T, Marín W, Sánchez C, Wosnitza-Mendo C (2008) Biología y pesquería del perico. *Inst Mar Perú*. 23 p

Valero JL, Aires-da-Silva A, Maunder MN, Minte-Vera C, Martínez-Ortiz J, Torrejón-Magallanes EJ, Carranza MN (2016) Exploratory Management Strategy Evaluation (MSE) of Dorado (*Coryphaena hippurus*) in the Southeastern Pacific Ocean. *7<sup>th</sup> Meeting of the IATTC Scientific Advisory Meeting*. La Jolla, California. 9–15 May 2016. Disponible en: [https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2016/SAC7/PDFfiles/presentations/SAC-07-06a\(ii\)-MSE-for-dorado.pdf](https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2016/SAC7/PDFfiles/presentations/SAC-07-06a(ii)-MSE-for-dorado.pdf)

### 1.32 Pota - *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835)



**Fig. 1.32.1** Imagen de la pota *Dosidicus gigas*. Fuente: <http://biodiversidadacuatica.imarpe.gob.pe/Catalogo/Especie?id=47>

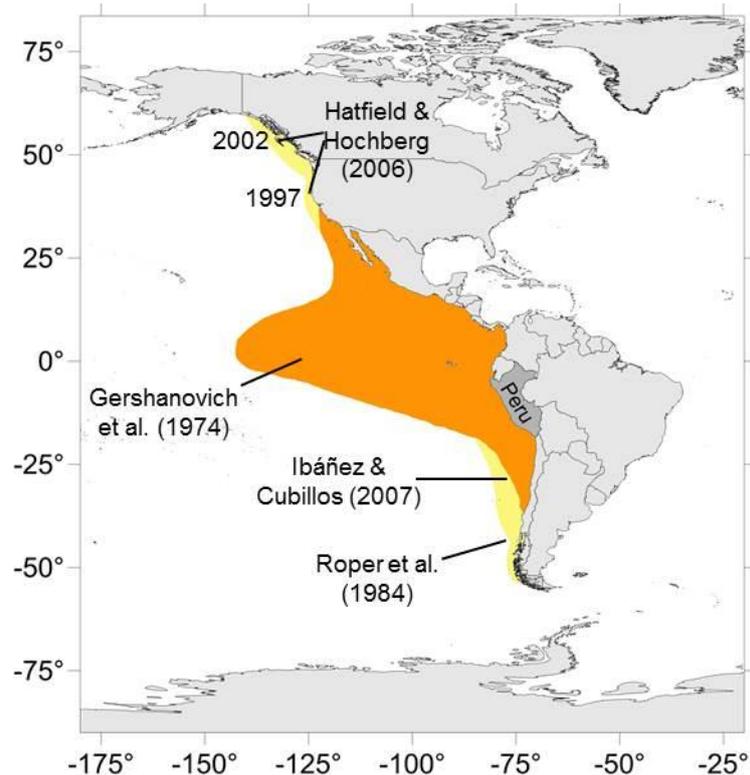
#### Historia de vida

En el Perú, el pico de desove principal de *Dosidicus gigas* es de octubre a enero, y un pico de desove más pequeño de julio a agosto, aunque hay hembras maduras durante todo el año (Tafur et al. 2001). Las hembras de esta especie de cefalópodos tienen sólo una única temporada de desove en su vida; tal desove puede ocurrir tanto en la plataforma continental como en las áreas oceánicas adyacentes (Tafur et al. 2001; Nigmatullin et al. 2001). En el Pacífico mexicano, esta especie alcanza la madurez sexual a los 205–350 días de edad (Mejía-Rebollo et al. 2008). La fecundidad depende del tamaño; en Perú, la fecundidad potencial se ha estimado en hasta 25 millones de huevos en hembras de 1 m de longitud de manto (Sánchez 2010, datos no publicados). Nigmatullin et al. (2001) han reportado hasta 32 millones de huevos producidos por hembras grandes.

#### Distribución y uso del hábitat

La pota es una especie oceánica-nerítica que se distribuye desde California hasta el sur de Chile, aunque su distribución ha aumentado latitudinalmente en los hemisferios norte y sur

(Nigmatullin et al. 2001; Keyl et al. 2008; Ramos et al. 2017; Fig. 1.32.2). Los adultos pueden realizar desplazamientos horizontales de  $\sim 35 \text{ km día}^{-1}$  (Gilly et al. 2006; Stewart et al. 2012). Es probable que la pota realice migraciones considerables en aguas peruanas (Keyl et al. 2008). Se han encontrado presas de 55 taxa en el contenido estomacal de *D. gigas*, aunque los estómagos también pueden contener solo uno o dos taxa en aguas del Perú (Alegre et al. 2014). En el Golfo de California, esta especie se alimenta principalmente de mictófidios, calamares y crustáceos (Markaida et al. 2008); se han detectado hasta 9 tipos de presas en los estómagos de juveniles (Camarillo-Coop et al. 2013).



**Fig. 1.32.2** Distribución geográfica de la pota *Dosidicus gigas*. Cambios de distribución hacia el norte y hacia el sur están indicados en amarillo

### Pesquería

La pesquería ocurre en la zona pelágica-costera usando poteras. Se tienen datos de capturas de 1991 al 2018; las capturas incrementaron de 1991 a 1994 pero disminuyeron en los siguientes años, p.e. 1996–1998. Las capturas incrementaron de nuevo de 1999 al 2008, y oscilaron hasta alcanzar un máximo en 2014 (556,000 t). Las capturas disminuyeron a partir del 2015; en 2018 se capturaron aproximadamente 317,000 t de pota (PRODUCE 2018; Fig. 1.32.3). La biomasa de la pota incrementó de 200,000 a 900,000 t del 2002 al 2006 (Argüelles & Tafur 2010). Sin embargo, de

acuerdo a la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría 'Incierta' (UNCERTAIN) (Barratt & Allcock 2014), es decir, no hay suficientes datos sobre esta especie.

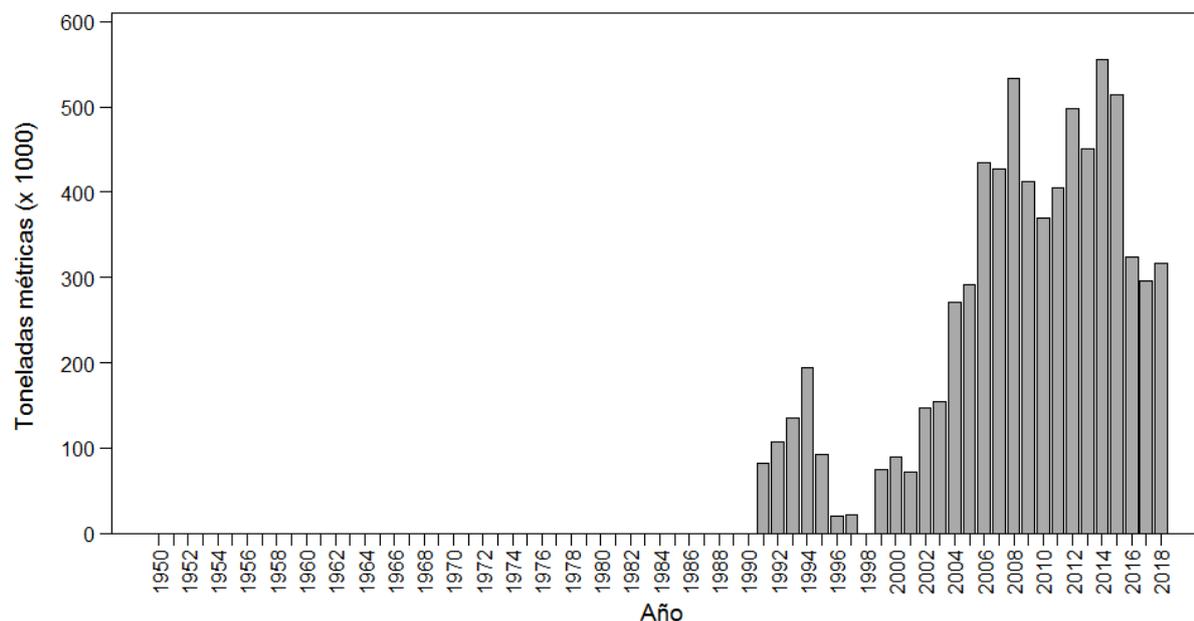


Fig. 1.32.3 Captura comercial de la pota *Dosidicus gigas* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Es incierto el grado de impacto de la variabilidad climática en esta especie; sin embargo, en aguas peruanas se estima que (dependiendo del escenario ambiental) los efectos más notorios se produzcan sobre la distribución geográfica, la estructura de tallas, la edad de madurez y las temporadas reproductivas.

El aumento de la temperatura durante El Niño tiene un efecto negativo en las capturas de *D. gigas*, mientras que las bajas temperaturas durante La Niña tienen un efecto positivo (Ibáñez et al. 2016). El incremento de temperatura tiende a acelerar la tasa de crecimiento (tal y como se ha observado en otras especies de calamares de menor tamaño), como consecuencia, disminuye la longevidad de los individuos (Pech & Jackson 2008). Al incrementar la temperatura, el tamaño de los huevos disminuiría, así como la talla de madurez, por lo tanto cambiaría la estructura de la población. Los individuos, al ser más pequeños, requerirían más alimento debido a una mayor demanda metabólica y en consecuencia requerirían más oxígeno. El aumento de la temperatura también causaría un desfase en el ciclo reproductivo y en el reclutamiento (Pech & Jackson 2008; Hoving et al. 2013).

La sangre de *D. gigas* tiene poca capacidad para transportar oxígeno; estos calamares usan todo el oxígeno que transportan en la sangre, incluso durante periodos de reposo. La relación oxígeno-sangre es altamente sensible al pH, una propiedad que facilita la liberación de oxígeno a los músculos, pero presumiblemente interfiere con la extracción de oxígeno en aguas hipóxicas o ricas en CO<sub>2</sub>. Por lo cual *D. gigas* es vulnerable a la acidificación del océano, al calentamiento del océano y a la hipoxia (Rosa & Seibel 2008).

Con el cambio climático también se espera que ocurra una expansión de la zona de oxígeno mínimo. Si *D. gigas* no se adapta o no realiza migraciones horizontales, la sinergia entre la acidificación del océano, el calentamiento del océano y las condiciones hipóxicas en expansión comprimirán el rango de profundidad habitable para esta especie (Rosa & Seibel 2008).

La temperatura es una variable determinante para el desove; las paralarvas toleran un rango limitado de temperaturas, probablemente entre 17°C y 23°C, aunque los embriones y las paralarvas podrían ser capaces de tolerar temperaturas tan bajas como 15°C (Staaf et al. 2011). La concentración de nutrientes también puede favorecer a las paralarvas recién eclosionadas.

## Referencias

- Alegre A, Ménard F, Tafur R, Espinoza P, Argüelles J, Maehara V, Flores O, Simier M, Bertrand A (2014) Comprehensive Model of Jumbo Squid *Dosidicus gigas* Trophic Ecology in the Northern Humboldt Current System. PLoS ONE 9: e85919
- Argüelles J, Tafur R (2010) New insights on the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Northern Humboldt Current System: Size at maturity, somatic and reproductive investment. Fish Res 106: 185–192
- Barratt I, Allcock L (2014) *Dosidicus gigas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T162959A958088. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T162959A958088.en>
- Camarillo-Coop S, Salinas-Zavala CA, Lavaniegos BE, Markaida U (2013) Food in early life stages of *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. J Mar Biol Assoc UK 93: 1903–1910.
- Gershanovich DE, Natarov VV, Cherny EI (1974) Oceanologic bases as the forming up of the increased production areas in the Pacific Ocean. Trudy VNIRO 98:35-42

- Gilly WF, Markaida U, Baxter CH, Block BA, Boustany A, Zeidberg L, Reisenbichler K, Robison B, Bazzino G, Salinas C (2006) Vertical and horizontal migrations by the jumbo squid *Dosidicus gigas* revealed by electronic tagging. *Mar Ecol Prog Ser* 324: 1–17
- Hatfield EMC, Hochberg F (2006) *Dosidicus gigas*: northern range expansion events. En: Olson B, Young J (Eds.) *The Role of Squid in Pelagic Marine Ecosystems - GLOBEC-CLIoTOP WG3 Workshop*, University of Hawaii, Manoa
- Hoving HJ, Gilly WF, Markaida U, Benoit-Bird KJ, Brown ZW, Daniel P, Field JC, Parissenti L, Liu B, Campos B (2013). Extreme plasticity in life-history strategy allows a migratory predator (jumbo squid) to cope with a changing climate. *Glob Chang Biol* 19: 2089–2103
- Ibáñez CM, Argüelles J, Yamashiro C, Sepúlveda RD, Pardo-Gandarillas MC, Keyl F (2016) Population dynamics of the squids *Dosidicus gigas* (Oegopsida: Ommastrephidae) and *Doryteuthis gahi* (Myopsida: Loliginidae) in northern Peru. *Fish Res* 173: 151–158
- Ibáñez C, Cubillos LA (2007) Seasonal variation in the length structure and reproductive condition of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) off central-south Chile. *Sci Mar* 71: 123–128
- Keyl F, Argüelles J, Mariategui L, Tafur R, Wolff M, Yamashiro C (2008) A Hypothesis on Range Expansion and Spatio-Temporal Shifts in Size-at-Maturity of Jumbo Squid (*Dosidicus gigas*) in the Eastern Pacific Ocean. *CalCOFI Rep* 49: 119–128
- Markaida U, Gilly WF, Salinas-Zavala CA, Rosas-Luis R, Booth JAT (2008) Food and Feeding of Jumbo Squid *Dosidicus gigas* in the Central Gulf of California During 2005-2007. *CalCOFI Rep* 49: 90–103
- Mejía-Rebollo A, Quiñonez-Velázquez C, Salinas-Zavala C, Markaida U (2008) Age, growth and maturity of jumbo squid (*Dosidicus gigas* D'Orbigny, 1835) off the Western Coast of the Baja California peninsula. *CalCOFI Rep* 49: 256–262
- Nigmatullin CM, Nesis KN, Arkhipkin AI (2001) A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fish Res* 54: 9–19
- Pecl GT, Jackson GD (2008) The potential impacts of climate change on inshore squid: biology, ecology and fisheries. *Rev Fish Biol Fisheries* 18: 373–385
- PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2017. Lima. 200 p

- Ramos JE, Ramos-Rodríguez JA, Bazzino Ferreri G, Kurczyn JA, Rivas D, Salinas-Zavala CA (2017) Characterization of the northernmost spawning habitat of *Dosidicus gigas* with implications on its northwards range extension. *Mar Ecol Prog Ser* 572: 179–192.
- Roper CFE, Sweeney MJ, Nauen CE (1984) *Cephalopods of the World*. Vol. 3, FAO, Rome
- Rosa R, Seibel BA (2008) Synergistic effects of climate-related variables suggest future physiological impairment in a top oceanic predator. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 20776–20780
- Staaf DJ, Zeidberg LD, Gilly WF (2011) Effects of temperature on embryonic development of the Humboldt squid *Dosidicus gigas*. *Mar Ecol Prog Ser* 441: 165–175
- Stewart JS, Hazen EL, Foley DG, Bograd SJ, Gilly WF (2012) Marine predator migration during range expansion: Humboldt squid *Dosidicus gigas* in the northern California Current System. *Mar Ecol Prog Ser* 471: 135–150
- Tafur R, Villegas P, Rabí M, Yamashiro C (2001) Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. *Fish Res* 54: 33–50

### 1.33 Sierra - *Scomberomorus sierra* (Jordan & Starks, 1895)



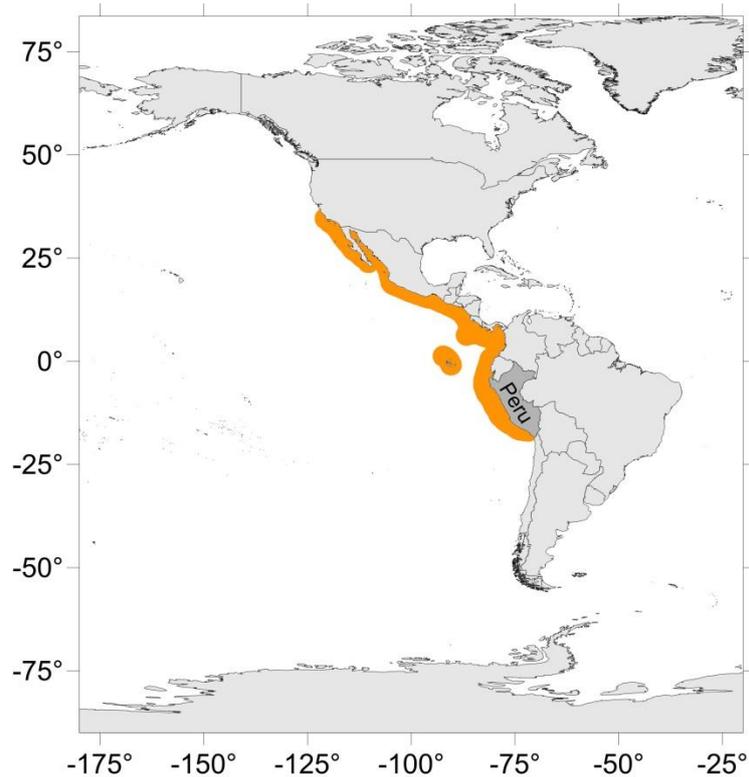
**Fig. 1.33.1** Imagen de la sierra *Scomberomorus sierra*. Fuente: <https://stricollections.org/portal/imagelib/imgdetails.php?imgid=29845>

#### Historia de vida

La sierra alcanza la madurez sexual entre los 26 cm y 32 cm de longitud furcal (LF); su máxima longitud registrada es de 99 cm LF y su mayor peso registrado es de 8.2 kg (Froese & Pauly 2019).

#### Distribución y uso del hábitat

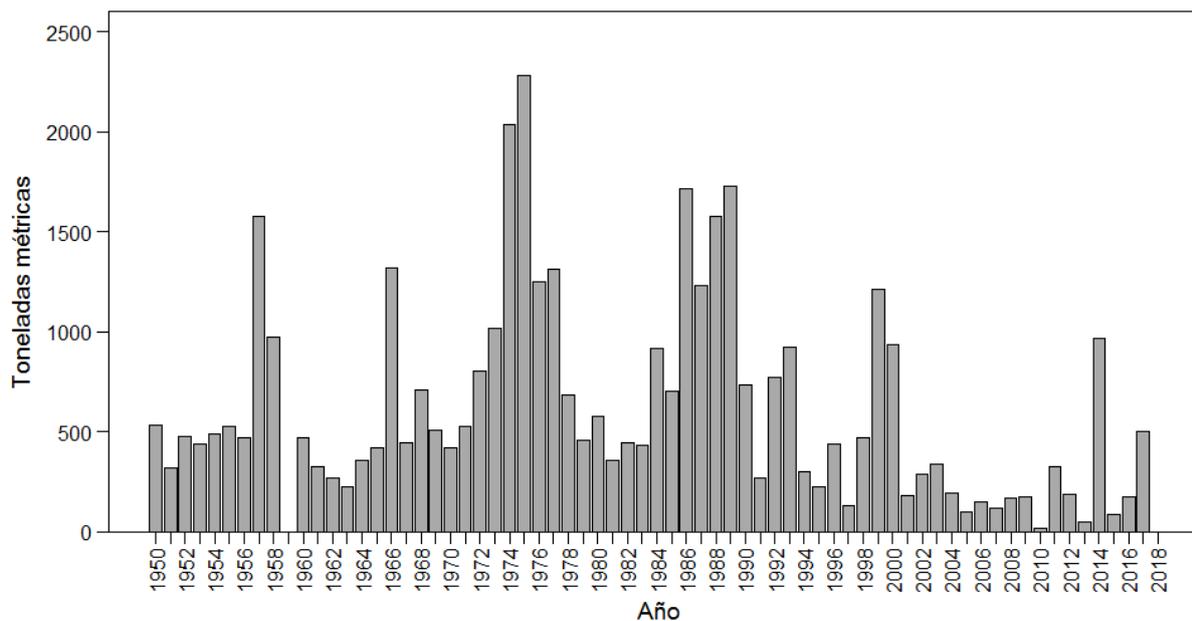
La sierra es una especie pelágica-nerítica que se distribuye en el Pacífico Central Oriental, desde el sur de California en Estados Unidos de América hasta el sur del Perú, incluyendo las islas Galápagos; recientemente ha sido reportada en Antofagasta, Chile (Fig. 1.33.2). Los adultos se alimentan de peces pequeños, particularmente de anchovetas y clupeidos (Collette et al. 2011; Froese & Pauly 2019).



**Fig. 1.33.2** Distribución geográfica de la sierra *Scomberomorus sierra*

### **Pesquería**

Las capturas de la sierra fueron relativamente estables de 1950 a principios de los 1970's (< 720 t), a excepción de 1957–1958 (> 1,000 t), y 1966 (1,319 t). Las mayores capturas se registraron en 1975 (2,279 t), seguida de una tendencia a la disminución hasta principios de los 1980's. De 1986 a 1989 las capturas se mantuvieron relativamente altas (> 1,200 t). En los siguientes años las capturas disminuyeron, a excepción de 1999–2000 (> 900 t), y 2014 (967 t); en 2017 se capturaron 499 t (PRODUCE 2018; Fig. 1.33.3). Según la Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra en la categoría de 'Preocupación Menor' (LC. LEAST CONCERN) (Collette et al. 2011), lo que significa que es abundante y de distribución amplia.



**Fig. 1.33.3** Captura comercial de la sierra *Scomberomorus sierra* en el Perú, 1950–2018

## Referencias

Collette B, Acero A, Canales Ramirez C, Cardenas G, Carpenter KE, Cotto A, Medina E, Guzman-Mora A, Di Natale A, Montano Cruz R, Nelson R, Schaefer K, Serra R, Yanez E (2011) *Scomberomorus sierra*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T170325A6748921. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T170325A6748921.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019

Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre del 2019

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

### 1.34 Tiburón martillo - *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758)



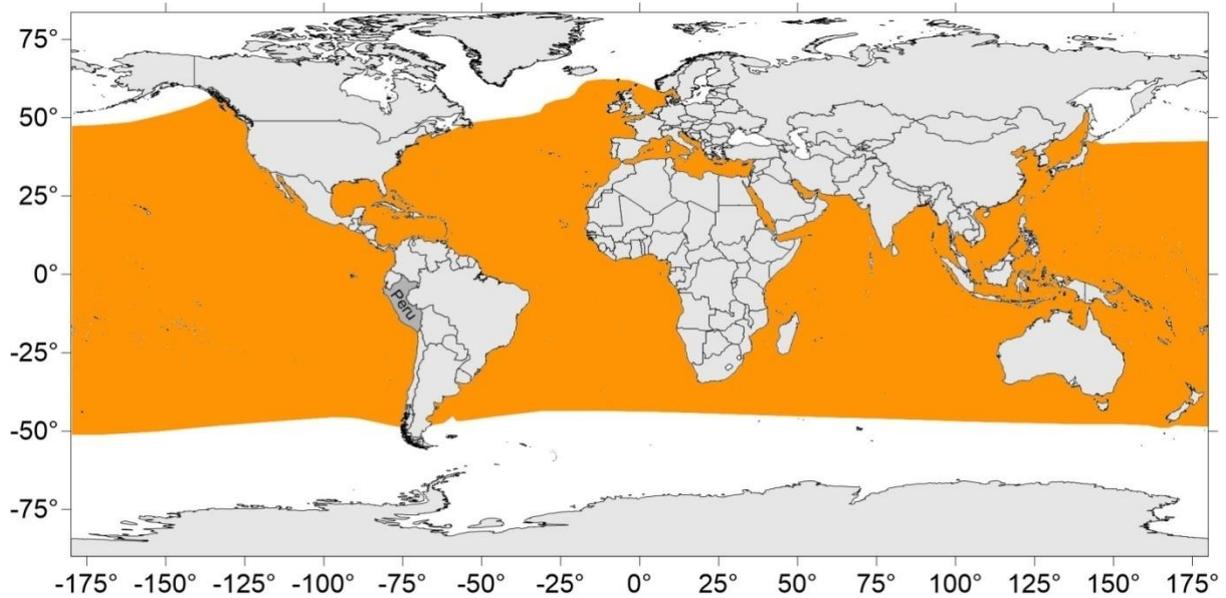
**Fig. 1.34.1** Imagen del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*. Fuente: <https://tiburonesengalicia.blogspot.com/2015/11/cornuda-sphyrna-zygaena.html>

#### Historia de vida

En la costa de Kerala en India, el tiburón martillo tiene dos picos de reclutamiento por año, el más alto en julio y el más bajo en abril (Manjusha et al. 2011). En aguas del Perú, el tamaño de los adultos oscila entre los 152 cm y 258 cm de longitud total (LT; Elliott et al. 1996). Se estima que los individuos de entre 136 cm y 149 cm LT tienen aproximadamente 4 años de edad (Coelho et al. 2011); considerando que la talla de madurez es alrededor de los 152 cm LT (Elliott et al. 1996), se infiere que el tiburón martillo alcanza la madurez a los 5 años de edad. Se reproduce en aguas superficiales y su estación reproductiva es extensa, con frecuentes desoves múltiples y vivíparos con una placenta de saco vitelino (Manjusha et al. 2011).

#### Distribución y uso del hábitat

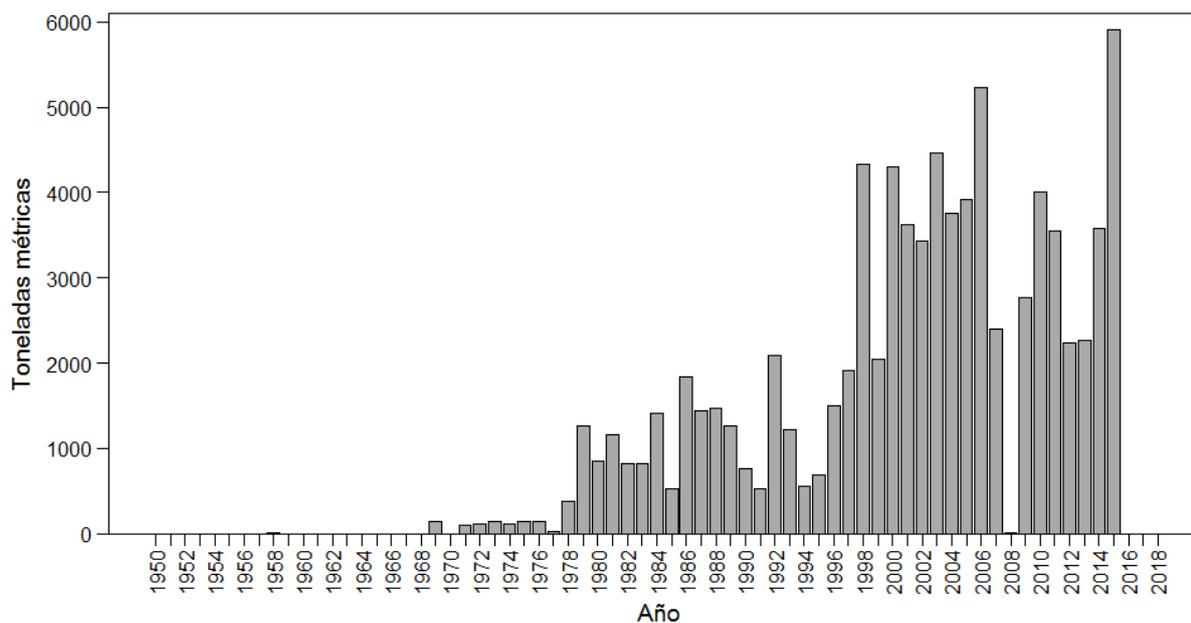
El tiburón martillo es una especie pelágica tropical-subtropical (Fig. 1.34.2); de hábitos migratorios que se distribuye hasta los 200 m de profundidad. Se alimenta de tiburones pequeños, rayas, peces teleósteos, camarones, balanos y cefalópodos (Froese & Pauly 2019). Un análisis más detallado muestra la siguiente composición de presas de *S. zygaena*: *Ommastrephes bartramii* (44%; 27–59%), *L. argenteus* (27%; 14–38%) y *D. gigas* (17%; 0–34%) (Loor-Andrade 2013).



**Fig. 1.34.2** Distribución geográfica del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*

### **Pesquería**

Se tienen registros de captura desde finales de los 1950's. Las capturas han tenido una tendencia al incremento, desde 14 t en 1958 hasta alcanzar su máximo registrado (5,911 t) en el año 2015. Las capturas incrementaron considerablemente en 1997 (1,915 t) y se matuvieron relativamente altas del 2000 al 2005 (PRODUCE 2018; Fig. 1.34.3). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN esta especie se encuentra en la categoría 'Vulnerable' (VU. VULNERABLE) (Casper et al. 2009), lo cual significa que está en peligro de extinción.



**Fig. 1.34.3** Distribución geográfica del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

Se encuentra en un rango de temperaturas de 24°C a 25.3°C (Elliott et al. 1996).

### Referencias

- Casper BM, Domingo A, Gaibor N, Heupel MR, Kotas E, Lamónaca AF, Pérez-Jimenez JC, Simpfendorfer C, Smith WD, Stevens JD, Soldo A, Vooren CM (2009) *Sphyrna zygaena*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T39388A10193797. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2005.RLTS.T39388A10193797.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019
- Coelho R, Fernandez-Carvalho J, Amorim S, Santos MN (2011) Age and growth of the smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena*, in the Eastern Equatorial Atlantic Ocean, using vertebral sections. *Aquat Living Resour* 24: 351–357
- Elliott W, Paredes F, Bustamante M (1996) II Prospección biológico-pesquera de tiburones al oeste de las Islas Lobos, Enero 1996. *Inf Prog Inst Mar Perú* 41: 3–17

Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), Consultado el 19 de Octubre del 2019

Loor-Andrade PJ (2013) Ecología trófica de los tiburones martillo *Sphyrna lewini* y *Sphyrna zygaena* en el Pacífico Ecuatoriano basada en isótopos estables. Tesis doctoral. IPN-CICIMAR

Manjusha S, Kurup BM, Narayannane S, Sanjeevan VN (2011) Studies on population structure, mortality, growth and exploitation level of smooth hammerhead *Sphyrna zygaena* (L) (Carcharhiniformes-Sphyrnidae) in the coastal region of Kerala, India. Int J Biosci 1: 14–26

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

### 1.35 Tiburón zorro - *Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1788)



**Fig. 1.35.1** Imagen del tiburón zorro *Alopias vulpinus*. Fuente: <https://www.nefsc.noaa.gov/nefsc/Narragansett/sharks/thresher-shark.html>

#### Historia de vida

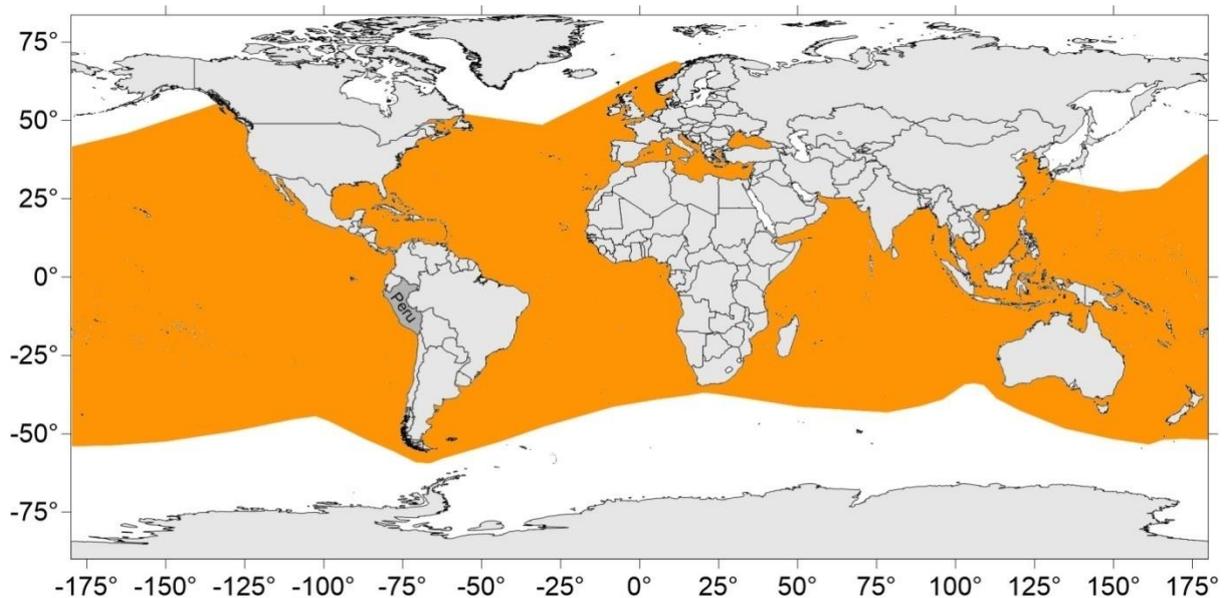
El tiburón zorro presenta un ciclo reproductivo bienal o trienal con producción de 3 a 4 crías por año (De Lucio et al. 2013; Gervelis & Natanson 2013; Young et al. 2016). En aguas del sur de California, los machos maduran a los 3.3 m y las hembras a los 2.6–3.2 m (Cailliet & Bedford 1983). La longevidad del tiburón zorro común se estima entre 15 y 50 años (Gervelis & Natanson 2013).

#### Distribución y uso del hábitat

El tiburón zorro es una especie subtropical cosmopolita (Fig. 1.35.2), pelágica-oceánica que habita entre los 0 y 650 m de profundidad aunque generalmente se encuentra en los primeros 200 m de profundidad. Las concentraciones más altas tienden a ocurrir en aguas costeras templadas (Moreno & Morón 1992; Goldman 2009); también se extiende sobre plataformas continentales e insulares, aunque son más abundantes cerca de la tierra a aproximadamente 40–50 millas náuticas de la costa (Strasburg 1958; Bedford 1992). Esta es una especie altamente migratoria; por ejemplo, individuos adultos realizan migraciones a través de las aguas del sur de California a principios de primavera y permanecen en aguas marinas de uno a dos meses donde se reproducen. Al parecer, las crías se trasladan a aguas costeras poco profundas mientras que los adultos siguen las aguas cálidas y cardúmenes de presas hacia el norte, llegando a Oregon y Washington a fines de verano. Algunos individuos son capaces de trasladarse hasta el área del río Columbia. Se infiere que en otoño los subadultos se desplazan hacia el sur nuevamente, llegando al área de las Islas del Canal, California.

Poco se sabe sobre la presunta migración de los adultos grandes hacia el sur, que no aparecen a lo largo de la costa hasta la primavera siguiente (Young et al. 2016).

El contenido estomacal de individuos en aguas del Perú sugiere que se alimenta de calamares (p.e. *Doryteuthis gahi* y *Dosidicus gigas*; Elliott et al. 1996). En EUA se ha encontrado que sus principales presas son anchoa del norte, sardina del Pacífico, merluza del Pacífico, caballa del Pacífico, jurel y calamar de mercado (Preti et al. 2001, 2004, 2012). También se han reportado presas como macarelas, clupeidos, peces aguja, peces linterna, entre otros, así como calamares, pulpos, crustáceos pelágicos, y ocasionalmente aves marinas (Goldman et al. 2009; Froese & Pauly 2019).



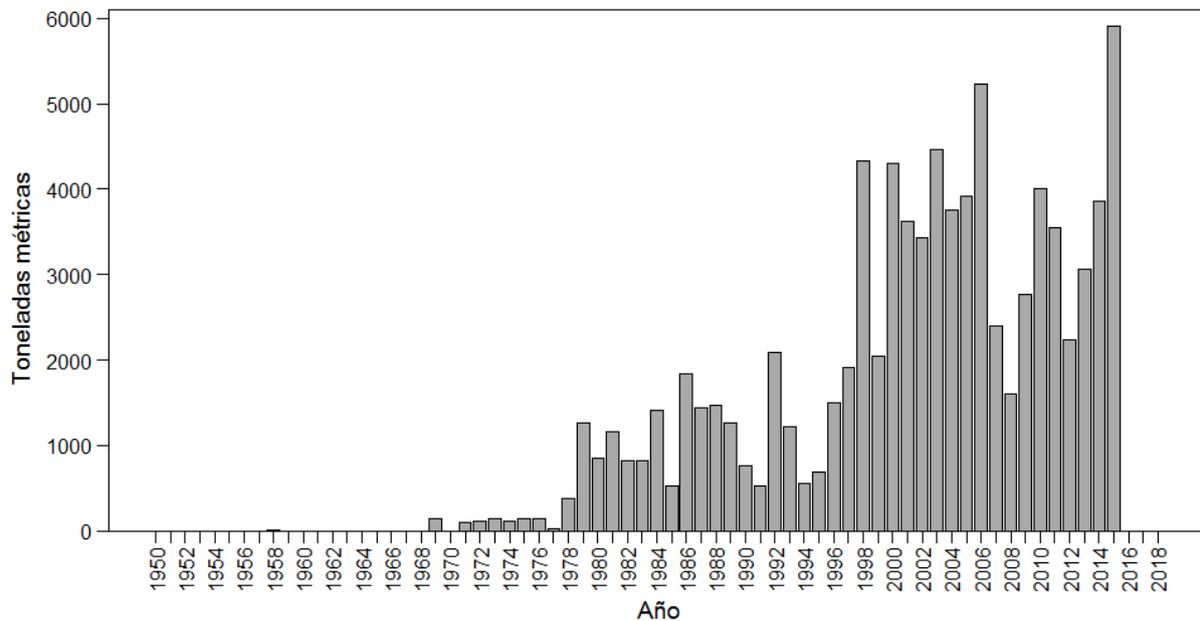
**Fig. 1.35.2** Distribución geográfica del tiburón zorro *Alopias vulpinus*

### **Pesquería**

La pesca de tiburones se realiza con espinel de superficie tipo japonés (Elliott et al. 1997); también se captura en las pesquerías de palangre y redes de enmalle (Young et al. 2016).

Se tienen registros de captura desde finales de los 1950's. Las capturas han tenido una tendencia al incremento, desde 14 t en 1958 hasta alcanzar su máximo registrado (5,911 t) en el año 2015. Las capturas incrementaron considerablemente en 1997 (1,915 t) y se matuvieron relativamente altas del 2000 al 2005 (PRODUCE 2018; Fig. 1.35.3). De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN esta especie se encuentra en la categoría 'Vulnerable' (VU.VULNERABLE) (Goldman et al. 2009), que significa que está en peligro de extinción. La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) es el organismo encargado de la evaluación de datos pesqueros en el Océano Pacífico

Oriental. El CIAT solo ha realizado evaluaciones de stock en dos especies de tiburones (tiburones azules y sedosos). Desde 1993, observadores a bordo han registrado datos de captura incidental de tiburones en barcos cerqueros en el Pacífico Oriental. Sin embargo, gran parte de estos datos se agregan en la categoría de "tiburones" (Young et al. 2016).



**Fig. 1.35.3** Capturas comerciales del tiburón zorro *Alopias vulpinus* en el Perú, 1950–2018

### Respuesta a la variabilidad ambiental

No se han realizado estudios sobre los efectos de la variabilidad ambiental en tiburones zorro. Sin embargo, es posible que el cambio climático por medio de cambios en las temperaturas oceánicas, las corrientes y posiblemente en la dinámica de la cadena alimentaria pueda afectarle (Young et al. 2016).

El tiburón zorro se encuentra en rangos de temperatura entre los 24°C y 25°C, aunque también tolera temperaturas más bajas (Elliott et al. 1996). En las Islas Marshall, los tiburones zorro comunes mostraron preferencia por una profundidad óptima de natación, temperatura del agua, salinidad y rango de oxígeno disuelto de 160–240 m, 18–20°C, 34.5–34.8 PPT y 1.0–1.5 mL/L, respectivamente, durante el día (Cao et al. 2011).

## Referencias

- Bedford D (1992) Thresher shark. En: Leet WS, Dewees CM, Haugen CW (Eds.) California's living marine resources and their utilization. California Sea Grant Publication UCSGEP-92-12, Davis, Cal, pp 49–51
- Cailliet GM, Bedford DW (1983) The biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries: a review. CalCOFI Rep 24: 57–69
- Cao D, Song L, Zhang Y, Lv K, Hu Z (2011) Environmental preferences of *Alopias superciliosus* and *Alopias vulpinus* in waters near Marshall Islands. NZ J Mar Freshwater Res 45: 103–119
- De Lucio L, Solano A, Rebaza V, Alfaro S, Tresierra A, Campos S (2013) La pesca artesanal marina en la Región La Libertad, Perú. Inf Inst Mar Perú 40: 31–134
- Elliott W, Paredes F, Bustamante M (1996) II Prospección biológico-pesquera de tiburones al oeste de las Islas Lobos, Enero 1996. Inf Prog Inst Mar Perú 41: 3–17
- Elliott W, Paredes F, Bustamante M (1997) Estudio biológico pesquero de tiburones frente a Paita, marzo 1996. Inf Prog Inst Mar Perú 56: 26–40
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2019) FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (02/2019). Consultado el 23 de Noviembre de 2019
- Gervelis BJ, Natanson LJ (2013) Age and growth of the common thresher shark in the western North Atlantic Ocean. Trans Am Fish Soc 142: 1535–1545
- Goldman KJ, Baum J, Cailliet GM, Cortés E, Kohin S, Macías D, Megalofonou P, Perez M, Soldo A, Trejo T (2009) *Alopias vulpinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T39339A10205317. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T39339A10205317.en>. Consultado el 19 de Octubre del 2019
- Moreno J, Morón J (1992) Reproductive biology of the Bigeye Thresher Shark, *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839). Aust J Mar Freshwater Res 43: 77–86
- Preti A, Smith SE, Ramon DA (2001) Feeding habits of the common thresher shark (*Alopias vulpinus*) sampled from the California-based drift gill net fishery, 1998-1999. CalCOFI Rep 42: 145–152
- Preti A, Smith SE, Ramon DA (2004) Diet differences in the thresher shark (*Alopias vulpinus*) during transition from a warm-water regime to a cool-water regime off California-Oregon, 1998-2000. CalCOFI Rep 45: 118–125

Preti A, Soykan CU, Dewar H, Wells RD, Spear N, Kohin S (2012) Comparative feeding ecology of shortfin mako, blue and thresher sharks in the California Current. *Environ Biol Fish* 95: 127–146

PRODUCE (2018) Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Lima. 200 p

Strasburg DW (1958) Distribution, abundance, and habits of pelagic sharks in the central Pacific Ocean. *US Fish Wildl Serv Fish Bull* 58: 335–361

Young CN, Carlson J, Hutchinson M, Kobayashi D, McCandless C, Miller MH, Teo S, Warren T (2016) Status review report: common thresher shark (*Alopias vulpinus*) and bigeye thresher shark (*Alopias superciliosus*). Final Report to National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources. March 2016. 199 p

## Anexo II. Talleres

### Programa del taller - Lima

<b><i>Día 1: Lunes 09 de diciembre de 2019</i></b>	
09.00 – 09:15	Bienvenida e introducción al contenido del taller
09:15 – 09:30	Introducción al Cambio Climático
09:30 – 10:00	Cambios físicos asociados al Cambio Climático
10:00 – 10:30	Impactos del Cambio Climático sobre ecosistemas marinos
10:30 – 10:45	Receso
10:45 – 11:30	Descripción de la Evaluación de Vulnerabilidad Climática (EVC)
11:30 – 12:30	Búsqueda de información
12:30 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 16:30	Búsqueda de información
<b><i>Fin del primer día</i></b>	
<b><i>Día 2: Martes 10 de diciembre de 2019</i></b>	
09.00 – 10:30	Implementación de la EVC (Exposición)
10:30 – 10:45	Receso
10:45 – 12:30	Implementación de la EVC (Exposición)
12:30 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 16:30	Implementación de la EVC (Exposición)
<b><i>Fin del segundo día</i></b>	
<b><i>Día 3: Miércoles 11 de diciembre de 2019</i></b>	
09.00 – 10:30	Implementación de la EVC (Sensibilidad)
10:30 – 10:45	Receso
10:45 – 12:30	Implementación de la EVC (Sensibilidad)
12:30 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 16:30	Implementación de la EVC (Sensibilidad)
<b><i>Fin del tercer día</i></b>	
<b><i>Día 4: Jueves 12 de diciembre de 2019</i></b>	
09.00 – 10:30	Implementación de la EVC (Vulnerabilidad)
10:30 – 10:45	Receso
10:45 – 12:30	Implementación de la EVC (Vulnerabilidad)
12:30 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 16:30	Implementación de la EVC (Vulnerabilidad)
<b><i>Fin del cuarto día</i></b>	
<b><i>Día 5: Viernes 13 de diciembre de 2019</i></b>	
09.00 – 10:30	Implementación de la EVC
10:30 – 10:45	Receso
10:45 – 11:30	Recopilación de datos
11:30 – 12:30	Análisis de datos
12:30 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 14:00	Análisis de datos
14:00 – 15:00	Presentación de resultados preliminares
15:00 – 15:30	Clausura del taller
<b><i>Fin del quinto día</i></b>	

### Programa del taller – Paíta

<b>Día 1: Lunes 16 de diciembre de 2019</b>	
09.00 – 09:15	Bienvenida e introducción al contenido del taller
09:15 – 09:30	Introducción al Cambio Climático
09:30 – 10:00	Cambios físicos asociados al Cambio Climático
10:00 – 10:30	Impactos del Cambio Climático sobre ecosistemas marinos
10:30 – 10:45	Receso
10:45 – 11:30	Descripción de la Evaluación de Vulnerabilidad Climática (EVC)
11:30 – 12:30	Búsqueda de información
12:30 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 16:00	Búsqueda de información
<b>Fin del primer día</b>	
<b>Día 2: Martes 17 de diciembre de 2019</b>	
09.00 – 10:30	Implementación de la EVC (Exposición)
10:30 – 10:45	Receso
10:45 – 12:30	Implementación de la EVC (Exposición)
12:30 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 16:00	Implementación de la EVC (Exposición)
<b>Fin del segundo día</b>	
<b>Día 3: Miércoles 18 de diciembre de 2019</b>	
09.00 – 10:30	Implementación de la EVC (Sensibilidad)
10:30 – 10:45	Receso
10:45 – 12:30	Implementación de la EVC (Sensibilidad)
12:30 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 16:00	Implementación de la EVC (Sensibilidad)
<b>Fin del tercer día</b>	
<b>Día 4: Jueves 19 de diciembre de 2019</b>	
09.00 – 10:30	Búsqueda de información
10:30 – 10:45	Receso
10:45 – 12:30	Implementación de la EVC (Exposición)
12:30 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 14:30	Implementación de la EVC (Sensibilidad)
14:30 – 15:00	Presentación de resultados preliminares
15:00 – 15:30	Clausura del taller
<b>Fin del cuarto día</b>	

**Lista de participantes en el taller “Evaluación de la Vulnerabilidad Climática (EVC)  
de especies pesqueras del ecosistema marino tropical peruano”**

---

RAMOS, Jorge E. (Consultor)

<b>Lima</b>	<b>Paita</b>
1. ACHAYA, Lucero	1. CALLE, Harold
2. AGUIRRE, Arturo	2. CHAPILLIQUEN, Baltazar
3. ARAMAYO, Víctor	3. CHAPILLIQUEN, Carlos
4. CUBA, Antonio	4. CHAPILLIQUEN, Julio
5. ESPINOZA, Pepe	5. DIAZ, Braulio
6. FERNÁNDEZ, Ernesto	6. GONZALEZ, Isaías
7. FLORES, Elisa	7. HUAMAN, Oswaldo
8. FLORES, Alfredo	8. IPANAQUE, Jonatan
9. GAMARRA, Alex	9. IPANAQUE, Luis
10. MONTES, Melissa	10. MACALAPU, Joe
11. PALACIOS, Jacqueline	11. NAVARRO, Henry
12. PEÑA, Cecilia	12. QUINTANA, Francisco
13. POLAR, Mario	13. SALAZAR, Carlos M.
14. ROSADO, Maryandrea	14. TAM, Jorge
15. RUJEL, Jesús	15. TORRES, Elky
16. SALCEDO, José	16. YARASCA, Aracely
17. TACURI, Paul	
18. TAM, Jorge	
19. VELASCO, Federico	
20. YARASCA, Aracely	

---

## Archivo fotográfico



Expertos en IMARPE sede Lima realizando el Análisis de Vulnerabilidad Climática de especies pesqueras del ecosistema marino tropical peruano



Expertos en IMARPE sede Lima realizando el Análisis de Vulnerabilidad Climática de especies demersales del ecosistema marino tropical peruano



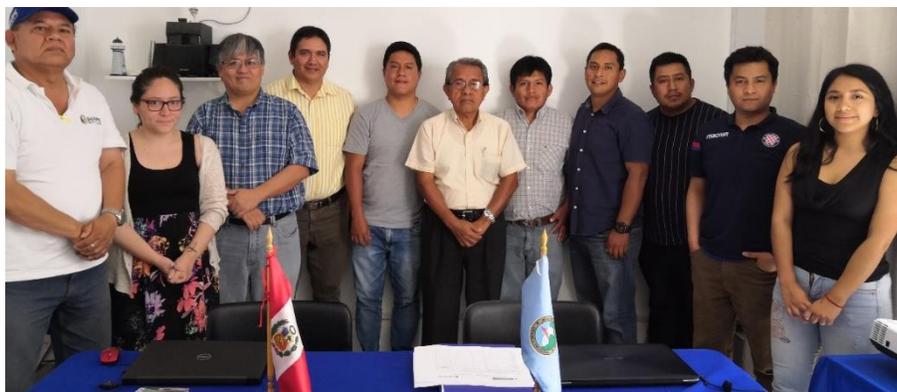
Expertos en IMARPE sede Lima realizando el Análisis de Vulnerabilidad Climática de especies de invertebrados del ecosistema marino tropical peruano



Expertos en IMARPE sede Lima realizando el Análisis de Vulnerabilidad Climática de especies pelágicas del ecosistema marino tropical peruano



Presentación de avances de la búsqueda de literatura y del Análisis de Vulnerabilidad Climática de especies pelágicas del ecosistema marino tropical peruano



Participantes del taller “Evaluación de la Vulnerabilidad Climática (EVC) de especies pesqueras del ecosistema marino tropical peruano”, realizado en el IMARPE sede Paíta



Mesa redonda con pescadores de Máncora y Cabo Blanco en el IMARPE sede Paita



Expertos en recursos demersales intercambiando información con el pescador Henry

Navarro de Máncora



Expertos en IMARPE sede Paita realizando el Análisis de Vulnerabilidad Climática de especies demersales del ecosistema marino tropical peruano



Expertos en recursos invertebrados intercambiando información con el pescador Carlos Chapilliquén de Cabo Blanco



Expertos en IMARPE sede Paita realizando el Análisis de Vulnerabilidad Climática de especies de invertebrados del ecosistema marino tropical peruano



Expertos en IMARPE sede Paita realizando el Análisis de Vulnerabilidad Climática de especies pelágicas del ecosistema marino tropical peruano

### **Anexo III. Exposición: Matriz de calidad de datos**

Factores de exposición:

F1) Temperatura superficial del mar.

F2) Salinidad superficial del mar.

F3) pH.

F4) Clorofila superficial del mar.

F5) Productividad primaria.

F6) Precipitación.

F7) Temperatura superficial del aire.

F8) Temperatura del fondo del mar.

F9) Salinidad del fondo del mar.

F10) Incremento del nivel del mar.

Calidad de datos:

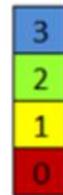
3) Datos adecuados.

2) Datos relacionados.

1) Opinión de experto.

0) No hay datos.

		Factores de exposición									
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Bentónicos	Concha de abanico	3	3	3	3	3	1	2	2	3	3
	Concha negra	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2
	Langosta	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3
	Ostra	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2
	Ostra perlífera	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3
	Percebe	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3
	Pulpo	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2
Demersales	Bagre con faja	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Bereche	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Cabrilla	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Cachema	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Chiri	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Coco	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Congrio manchado	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Espejo	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Falso volador	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Merluza	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Murique	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Palometa	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Pámpano	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	Peje blanco	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Perela	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	
Tollo	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	
Pelágicos	Atún de aleta amarilla	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	Barrilete	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Bonito	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Caballa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Doncella	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Jurel	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
	Lisa	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Perico	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	Pota	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2
	Sierra	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	Tiburón martillo	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
	Tiburón zorro	2	2	1	1	1	0	1	1	1	1



## **Anexo IV. Sensibilidad: Matriz de calidad de datos**

Atributos de sensibilidad:

A1) Fecundidad.

A2) Periodo de reclutamiento.

A3) Promedio de edad de madurez.

A4) Generalista vs. especialista.

A5) Biomasa.

A6) Capacidad para dispersión larval o duración larval.

A7) Capacidad de desplazamiento de adultos/juveniles.

A8) Tolerancia fisiológica.

A9) Disponibilidad espacial de hábitat no ocupado por el estadio de vida más crítico.

A10) Variable ambiental como señal fenológica para apareamiento o desove.

A11) Variable ambiental como señal fenológica para asentamiento o metamorfosis.

A12) Desfases temporales de eventos de ciclo de vida.

A13) Migración.

Calidad de datos:

3) Datos adecuados.

2) Datos relacionados.

1) Opinión de experto.

0) No hay datos.

		Atributos de sensibilidad												
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
Bentónicos	Concha de abanico	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2
	Concha negra	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3
	Langosta	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Ostra	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Ostra perlífera	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
	Percebe	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Pulpo	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Demersales	Bagre con faja	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	0	3	2
	Bereche	1	1	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
	Cabrilla	2	3	3	3	2	1	3	3	0	0	2	2	0
	Cachema	2	3	1	3	2	0	3	3	2	0	0	3	0
	Chiri	2	3	3	3	1	0	1	2	0	1	0	1	0
	Coco	2	3	3	3	1	0	0	2	2	2	0	2	1
	Congrio manchado	1	1	2	2	0	0	1	2	0	1	0	0	0
	Espejo	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Falso volador	2	3	3	3	3	0	1	3	3	2	0	3	2
	Merluza	3	3	2	3	3	2	3	3	0	0	0	3	2
	Murique	2	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Palometa	2	2	2	2	1	0	2	0	2	2	0	1	0
	Pámpano	1	1	1	1	1	0	1	2	0	1	0	1	0
	Peje blanco	2	3	3	3	1	2	2	1	2	2	2	0	0
	Perela	2	1	1	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0
Tollo	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	0	
Pelágicos	Atún de aleta amarilla	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Barrilete	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Bonito	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Caballa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Doncella	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Jurel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Lisa	2	2	3	2	2	2	3	3	2	0	3	2	2
	Perico	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
	Pota	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3
	Sierra	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	Tiburón martillo	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	Tiburón zorro	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2

