

29
29
29
29
29
29
29
29

CIENCIA PESQUERA



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

VOL. 29 NÚMS. 1-2
DICIEMBRE 2021

ISSN 0185-0334



INAPESCA
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
Y ACUACULTURA

CIENCIA PESQUERA
Volumen 29, núms. 1-2, diciembre 2021

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Ma. Teresa Gaspar Dillanes
Dra. Elaine Espino Barr
Dr. Enrique Morales Bojórquez

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Francisco Arreguín Sánchez
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

Dr. Gaspar González Sansón
Universidad de Guadalajara

Dr. José Luis Arredondo Figueroa
Universidad Autónoma de Aguascalientes

Dr. Salvador Lluch Cota
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. John Caddy †
Consultor independiente

Dr. Gerardo Pérez Ponce de León
Instituto de Biología, UNAM

Dr. Jorge Cáceres Martínez
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Dr. Juan Carlos Seijo
Universidad Marista de Mérida

Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata
Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura

Dr. Óscar Sosa Nishisaki
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Dr. Nelson M. Ehrhardt
University of Miami

Dr. Rashid Sumaila
Fisheries Centre, University of British Columbia

Dr. Dilio Fuentes Castellanos
Ex editor de Ciencia Pesquera

AGRICULTURA

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula
Secretario

INAPESCA

Dr. Pablo Roberto Arenas Fuentes
Director General

Ocean. Juan Carlos Lapuente Landero
Director de Investigación en Acuicultura

Dr. Ramón Isaac Rojas González
Director de Investigación Pesquera en el Atlántico

M. en C. Pedro Sierra Rodríguez
Director de Investigación Pesquera en el Pacífico

ISSN 0185-0334

Editora asistente: Cecilia Esperanza Ramírez Santiago. *Corrección de estilo:* Michel Encisona Fu. *Diagramación:* María Torres. *Diseño de Portada:* Ana María Calatayud. *Fotografías de portada:* Luis Fernando Del Moral Flores, Alberto Lorenzo Puitiza, Indra Liliana Montiel Ramírez, Gerardo Pasache Medina†, Martha Rodríguez Gutiérrez.

La información contenida en los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
Ave. Municipio Libre Núm. 377, PB-B,
Col. Santa Cruz Atoyac, CP 03310,
Benito Juárez, Ciudad de México, México.

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA
Ave. México núm. 190, Col. Del Carmen,
CP 04100, Coyoacán, Ciudad de México. México.
<http://www.gob.mx/inapesca>

Ciencia Pesquera

Vol. 29, núms. 1 y 2, diciembre de 2021

Prólogo	5
Life Memorial of John F. Caddy..... <i>Juan Carlos Seijo</i>	7
Memorias de vida de John F. Caddy..... <i>Juan Carlos Seijo</i>	9

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Cambios en la captura pesquera en la Presa Atlangatepec, Tlaxcala, México Fish catches changes in the Atlangatepec Dam, Tlaxcala, Mexico <i>Martha Rodríguez-Gutiérrez, María Eugenia Pineda-Escobar y José Antonio Mata-Sotres</i>	11
Relación longitud-peso y factor de condición relativo de la samasa <i>Anchoa nasus</i> en la Bahía de Pisco (Ica, Perú) Length-weight relationship and relative condition factor of the samasa <i>Anchoa nasus</i> in the Bay of Pisco (Ica, Peru) <i>Gerardo Pasache-Medina†, Jorge Tam-Málaga, Italo Arones-Cahua, Máximo Roque-Sanchez y Sayed Suarez-Valencia</i>	19
Índice multivariado de la salud de la samasa <i>Anchoa nasus</i> en la Bahía de Pisco (Ica-Perú) Multivariate health index of the samasa <i>Anchoa nasus</i> in the Bay of Pisco (Ica-Peru) <i>Gerardo Pasache-Medina†, Jorge Tam-Málaga, Edher Calle-Estrada, Cristian Vásquez-Velasco, Italo Arones-Cahua y Alberto Lorenzo-Puitiza</i>	31

NOTA CIENTÍFICA

Dos especies ícticas mesopelágicas, <i>Taractes rubescens</i> (Bramidae) y <i>Lepidocybium flavobrunneum</i> (Gempylidae), comercializadas en México..... Two mesopelagic fish species, <i>Taractes rubescens</i> (Bramidae) and <i>Lepidocybium flavobrunneum</i> (Gempylidae), commercialized in Mexico <i>Luis Fernando Del Moral-Flores, Samantha Ballesteros-Hernández, Ma. Teresa Gaspar-Dillanes y Rebeca Sánchez-Cárdenas</i>	41
---	----

RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

Pescadores en México y Cuba: Retos y oportunidades ante el cambio climático	49
<i>Alejandro Espinoza-Tenorio</i>	

Prólogo

La pandemia de COVID-19 no nos ha dejado, sin embargo, este 2021 llegó lleno de esperanza para la humanidad porque la vacuna contra el virus causante fue una realidad.

Nuestras labores académicas continuaron realizándose en línea, debido a que fue necesario prolongar el confinamiento hasta que la vacunación fuera una realidad en nuestro país. El trabajo institucional continuo para el cumplimiento de los objetivos y metas institucionales, tarea nada fácil, pero la tecnología y las herramientas digitales siguieron siendo nuestros aliados para salir adelante.

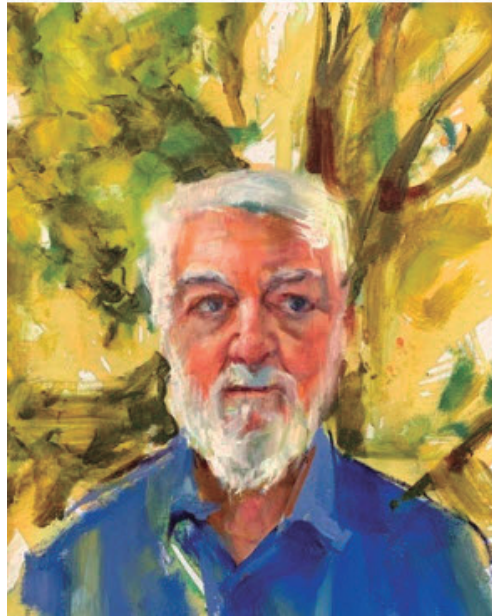
La situación para el país y particularmente para el INAPESCA siguió siendo difícil, el presupuesto en varios programas de investigación y de difusión fue disminuido, y la revista *Ciencia Pesquera* no fue la excepción, por lo que el presente volumen incluye los dos números que se publican anualmente.

En este volumen se incluyen tres artículos, una nota científica y una reseña bibliográfica, de interés para el sector pesquero continental y marino de México, Perú y Cuba; además se presenta un Memorial en homenaje al Dr. John F. Caddy quien falleció en mayo pasado y cuyas contribuciones han sido muy importantes en los debates internacionales sobre pesca, como el Código de conducta para la pesca responsable y el Acuerdo de las Naciones Unidas sobre poblaciones de peces, agradecemos a Comunidad y Biodiversidad (COBI) su autorización para utilizar en dicho Memorial la fotografía del Dr. Caddy publicada en el libro *Rebeldes del Mar*, que les invitamos revisen ya que es una obra relevante.

Nuestro infinito agradecimiento a los autores por su confianza y apoyo para la publicación de este volumen y a nuestros lectores gracias por seguir acompañándonos.

Comité Editorial

Life Memorial of John F. Caddy



On October 1986, in Bermuda, I met John at a meeting of the stock assessment working group he was leading for FAO. Since then, we cultivated a long lasting friendship.

John became a friend of many people in the Yucatan and other parts of México. He visited the peninsula in many occasions. We enjoyed having with him long and fascinating conversations while eating seafood and Mayan dishes. We also had the opportunity to meet his daughters Emma and Joanne in Merida. Emma visited the area a few times, and even contributed to protect marine turtles in small-scale coastal communities in northern Yucatan.

Besides being an excellent friend, John was a source of intellectual search. He always fostered generating challenging hypothesis which we then attempted to translate into theory through mathematical modelling. With his bright mind and vast knowledge on marine ecology and fisheries biology, John published in 1975 the first age structured dynamic spatial model for sedentary species. A breakthrough in fisheries science. He also generated the unique and first age specific natural mortality function for marine species with major implications for their sustainability.

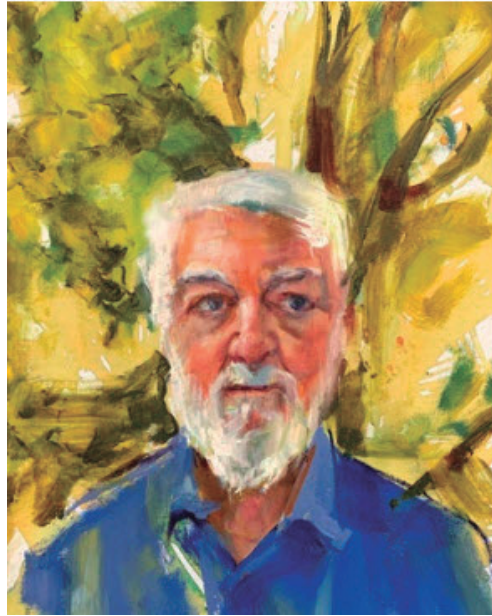
He visited our Mexican universities and marine research institutions several times, and always was a source of academic and scientific inspiration for Professors and graduate students who attended his keynote speeches and lectures. Since 1994, I had the privilege to publish with him a number of scientific papers in the field of fisheries science.

John was an extraordinary human being with expressed capacities as scientist, painter, poem writer, player of various music instrument, and singer at the local Chorus. He was brilliant and humble; dynamic and parsimonious; structured and spontaneous. He was an honest, generous and committed person. He had profound interest in understanding others, their culture and context in his many trips worldwide. John knew when to listen and when to speak out his ideas and suggestions. He conducted himself with the required passion and wisdom to intelligently explore life in all its dimensions, both physical and metaphysical.

John was a unique friend and colleague. His human and scientific legacy remains in our hearts and minds.

Juan Carlos Seijo
Marista University

Memorias de vida de John F. Caddy



En octubre de 1986 conocí en Bermuda a John, en una reunión del grupo de trabajo de evaluación de poblaciones que dirigía para FAO. Desde entonces hicimos una amistad duradera.

John se hizo amigo de muchas personas en Yucatán y otras partes de México. Visitó la península en muchas ocasiones. Disfrutamos de largas y fascinantes conversaciones mientras comíamos mariscos y platillos mayas. Tuvimos la oportunidad de conocer a sus hijas Emma y Joanne en Mérida. Emma visitó la región algunas veces, e inclusive contribuyó en la protección de las tortugas marinas en pequeña escala, en comunidades costeras al norte de Yucatán.

Aparte de ser un excelente amigo, John era una fuente de búsqueda intelectual. Siempre fomentó la generación de hipótesis desafiantes que luego intentamos traducir en teoría a través de modelos matemáticos. Con su mente brillante y su vasto conocimiento sobre ecología marina y biología pesquera, John publicó en 1975 el primer modelo espacial dinámico estructurado por edades para especies sedentarias. Un parteaguas y un gran avance en la ciencia pesquera. También generó la función de mortalidad natural específica por edad, incluidas las primeras edades, de las especies marinas con implicaciones para su sostenibilidad.

Visitó nuestras universidades e instituciones de investigación marina mexicanas varias veces, y siempre fue una fuente de inspiración académica y científica para profesores, investigadores y estudiantes de posgrado, que participaron en sus charlas académicas y conferencias magistrales. Desde 1994 tuve el privilegio de publicar con él varios artículos científicos en el área de la ciencia pesquera.

John era un ser humado extraordinario con importantes capacidades como científico, pintor, poeta, músico, ejecutor de varios instrumentos musicales y cantor en el coro local. Era brillante y humilde, dinámico y parsimonioso, estructurado y espontáneo. Era una persona honesta, generosa y comprometida. Tenía un profundo interés en entender a los demás y su cultura en el contexto de sus múltiples viajes por el mundo. John sabía cuándo escuchar y cuándo expresar sus ideas y sugerencias. Se condujo con la pasión y la sabiduría necesarias para explorar inteligentemente la vida en todas sus dimensiones, tanto físicas como metafísicas.

John fue un amigo y colega único. Su legado humano y científico permanecerá en nuestros corazones y mente por siempre.

Juan Carlos Seijo
Universidad Marista

Artículo científico

Cambios en la captura pesquera en la Presa Atlangatepec, Tlaxcala, México

Fish catches changes in the Atlangatepec Dam, Tlaxcala, Mexico

Martha Rodríguez-Gutiérrez*✉, María Eugenia Pineda-Escobar** y José Antonio Mata-Sotres**

Resumen

A partir de los registros de producción pesquera de la localidad entre los años 2002-2011, bibliográficos y muestreos realizados en el año 2019, se determinó la composición de la ictiofauna en la presa de Atlangatepec. Del análisis de resultados estadísticos de la producción pesquera, se determinó que la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) se agotó en el año 2005; mientras que la carpa común (*Cyprinus carpio*) es la especie más abundante y con mayor aprovechamiento, seguida del charal (*Chirostoma jordani*). De los muestreos realizados en campo se determinó que, además de la carpa común y el charal, se reportan especies endémicas del Cinturón Volcánico Transmexicano con nuevos registros para: la acómara *Algansea lacustris* y el pescado blanco *Chirostoma humboldtianum*, con estatus de Peligro crítico (CR) la primera, y la segunda de Condición vulnerable (VU) de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; por otro lado, al charal se le ubica en Riesgo menor (LC), debido a ello, al tener nuevos registros, se amplía su distribución, lo cual contribuye a su conservación.

Palabras clave: Peces, *Cyprinus carpio*, *Chirostoma*, *Algansea lacustris*, Presa Atlangatepec.

Abstract

From the records of fishing production of the locality between the years 2002-2011, bibliographic and samplings carried out in 2019, the composition of the ichthyofauna in the Atlangatepec Dam was determined. From the analysis of statistical results of fishing production, it was determined that grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) was exhausted in 2005; while the common carp (*Cyprinus carpio*) is the most abundant and most used species, in addition to the charal (*Chirostoma jordani*). From the samplings carried out in the field, it was determined that, in addition to common carp and charal, endemic species of the Trans-Mexican Volcanic Belt are reported with new records for: acómara *Algansea lacustris* and the white fish *Chirostoma humboldtianum*, determined according to the International Union for the Conservation of Nature, with a Critical Danger (CR) status the first one, and the second with a Vulnerable Condition (VU); on the other hand, the charal is located in Lower Risk (LC), due to this, having new records, have expanded its distribution, which contributes to its conservation.

Key words: Fishes, *Cyprinus carpio*, *Chirostoma*, *Algansea lacustris*, Presa Atlangatepec.

Introducción

La construcción de las principales presas en México inició entre los años 50 y 80, a través de la Comisión Federal de Electricidad, lo que con-

tribuyó a la riqueza hídrica del país al potenciar el desarrollo, ya que, además de la captación de agua para la generación de energía eléctrica, agricultura, ganadería e industria, favoreció la implementación de programas acuícolas con impulso a pesquerías, en muchos de los casos organizadas en sociedades cooperativas, que coadyuvan al desarrollo regional, tal es el caso de la presa de Atlangatepec (Bermúdez-Rodríguez *et al.* 2002, Domínguez 2019, FAO 2020).

La presa de Atlangatepec se ubica en la Región Neotropical de la provincia del Cinturón

* Laboratorio de Reproducción Genética y Sanidad Acuícola, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Coyoacán, CP 04960, Ciudad de México, México. ✉Autor para correspondencia: rogm211@correo.xoc.uam.mx

** Catedra CONACYT, Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Carretera Ensenada-Tijuana núm. 3917, Fraccionamiento Playitas, CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

Volcánico Transmexicano en el estado de Tlaxcala, a 37 km de la capital. Se construyó entre 1957 y 1961, inaugurándose en 1963 con la finalidad de utilizar las aguas del río Zahuapan como reservorio que abastece el Distrito de Riego 056; tiene capacidad de 54 millones de m³ y superficie de 1 200 ha (Villordo 2011¹).

Entre los servicios ambientales que contribuyen al bienestar humano aportados por los embalses o presas, están la regulación del clima, evitar inundaciones, protección costera, y desde luego almacenar agua, además de brindar oportunidades recreativas y de turismo (Santos-Martín y Montes, 2013). Por otro lado, la presa de Atlangatepec es decisiva para la conservación de la diversidad biológica, en particular aves, peces y anfibios, en los que se basa el manejo de los recursos hídricos, por lo que se considera el humedal más importante del estado de Tlaxcala (Montes y Sala 2007).

De acuerdo con Bermúdez-Rodríguez *et al.* (2002), al embalse se introdujeron con fines pesqueros: carpa común (*Cyprinus carpio communis* Linnaeus 1758), carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis* Lacepède 1803), carpa barrigona (*Cyprinus carpio rubrofusca* Lacepède 1803), carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes 1844), carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella* Valenciennes 1844), carpa dorada o criolla (*Carassius auratus* Linnaeus 1758), charal (*Chirostoma* sp. Swainson 1839), mojarra (*Tilapia* sp.) y acúmara (*Algansea lacustris* Steindachner 1895), además de especies propias del Cinturón Volcánico Transmexicano, tales como el acocil (*Cambarellus montezumae* Saussure 1857) y el ajolote (*Ambystoma velasci* Dugés 1888).

Entre los organismos que se introdujeron, propios de México, distribuidos a lo largo del Cinturón Volcánico Transmexicano, se consideró de interés determinar el estado actual de la pesquería de la presa de Atlangatepec, por encontrarse en alguna situación de riesgo.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la Presa Atlangatepec, Tlaxcala, que se localiza entre los paralelos 19° 32' y 98° 12'O a una altitud de 2 480 msnm (Villordo 2011) (Fig. 1). El clima es templado, con temperatura media anual de 14.1 °C, con máxima en mayo de 21 °C y mínima en enero de 11 °C (Sánchez-Santillán *et al.* 2004, Castilla-Hernández *et al.* 2014).

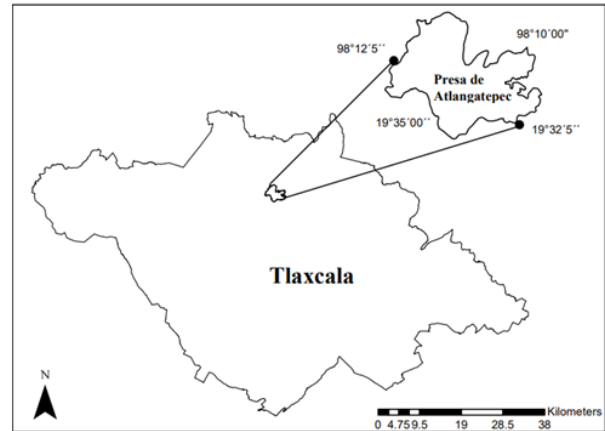


Fig 1. Localización del área de estudio. (Modificada de INEGI-CONABIO 2010).

En la Subdelegación de Pesca del estado de Tlaxcala se recopilaron los reportes de la captura pesquera de las cuatro sociedades cooperativas que operan en la presa de Atlangatepec: Sociedad de Solidaridad Social de Zacapexco, Sociedad de Solidaridad Social de Pescadores de Traspquila, Sociedad de Solidaridad Social de San José Atlangatepec, y la Sociedad de Solidaridad Social de Pescadores de Ozumba, del periodo comprendido entre los años 2002 y 2010, reportada en kilogramos.

En el año 2019, se realizaron dos muestreos (agosto y octubre) en la captura comercial apoyados en los registros realizados por las cuatro organizaciones pesqueras del embalse; donde para la captura de carpas utilizan redes agalleras con luz de malla de 4.0 plg y para los charales redes de 1.5 y 2.0 plg.

Los organismos fueron separados por especie y determinados utilizando bibliografía especializada como: Jordan y Hubbs (1919), Álvarez (1970), Pokorný *et al.* (1995), Miller *et al.* (2009) y Rodríguez-Gutiérrez *et al.* (2016).

1. Villordo J. 2011. *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (fir) – Versión 2006-2008*, Tlaxcala, Ayuntamiento de Atlangatepec, p. 24. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/docs/sitios/FIR_RAMRAR/Tlaxcala/Presa%20Atlangatepec/PRESA_DE_ATLANGATEPEC.pdf.

Resultados

Del análisis de la producción pesquera registrada por las cooperativas, salvo la de 2007, en la Subdelegación de Pesca en el estado de Tlaxcala entre los años 2002 y 2010, se observa que, entre los ciprínidos, la principal especie comercial es la carpa común (*C. carpio*), que si bien durante el periodo tuvo fluctuaciones importantes, en los últimos años se mantuvo por encima de 20 000 kg, seguida por la carpa espejo (*C. carpio specularis*), que en el año 2002 presentó su mayor captura, yendo en decremento, alcanzando apenas 14.1% en el último año. Por otro lado, no se obtuvieron registros en ningún año de la carpa plateada (*H. molitrix*). En el caso de la carpa herbívora (*C. idella*), también el año 2002 fue la que reportó mayor captura, decreciendo hasta 2005, cuando solo se capturaron 141 kg, a partir de ahí no hay registros. Otro ciprínido reportado en la captura es la carpa dorada, que no tiene demanda comercial y su producción es fluctuante, lo cual denota que no ha prosperado adecuadamente. Entre los Atherinopsidae, los reportes del charal solo representan la demanda en el mercado local, ya que se captura bajo pedido (Tabla 1).

Bermúdez-Rodríguez *et al.* (2002) señalan que la tilapia fue introducida en los años 1998 y 2000, y la acúmara en 2001, sin embargo, no se obtuvieron registros de producción de estas especies en la presa.

De los muestreos realizados en el año 2019, se obtuvieron tres morfotipos de la carpa común (*C. carpio*) con los siguientes porcentajes de captura: tata (68%), europea (19%), espejo y su híbrido (2%) y la carpa dorada (2%). No se registraron carpas herbívoras ni plateadas.

De los morfotipos de carpa común (*C. carpio communis*), el reconocido como “tata” se caracteriza por tener la cabeza pequeña en forma triangular y con una ligera muesca en forma de “S” que une la cabeza con el cuerpo que es corto y alto con coloración dorada (Fig. 2a). La europea tiene la cabeza proporcionalmente grande, menos pronunciada la muesca en la cabeza, el cuerpo más largo y de menor altura con coloración amarillo-verdosa (fig. 2b). La barrigona (*C. carpio rubrofuscus*), como su nombre lo indica, tiene el vientre muy desarrollado (Fig. 2c). La carpa espejo (*C. carpio specularis*) posee escamas grandes y escasas (Fig. 2d) y el híbrido de carpa espejo con carpa común, tiene escamas grandes en mayor cantidad (Fig. 2e) (Pokorný *et al.* 1995, Rodríguez-Gutiérrez *et al.* 2016).

En los muestreos de 2019 también se obtuvieron ejemplares de carpa dorada (*Carassius auratus*), que los pescadores nombran carpa criolla. Algunos organismos fueron de color anaranjado con cola larga y otros moteados plata con manchas negras de talla mediana.

Durante las recolectas de charales, dirigidas a los de mayor tamaño, se capturaron ocho organismos de la acúmara *Algansea lacustris* (Steindachner 1895), un ciprínido endémico del lago de Pátzcuaro, Michoacán, con longitudes que fluctuaron entre 10.37 cm y 15.17 cm de longitud total y peso de 10.79 g a 42 g. Los pescadores señalan que estos organismos solo los capturan cuando utilizan la luz de malla de 2 plg, y que, en la zona, debido a la predominancia de la carpa y del charal, y ante la escasez de estos, no son conocidos, y que eventualmente cuando los capturan, los consumen porque les gustan el sabor y la textura de la carne (Fig. 3).

Tabla 1

Captura comercial (en kilogramos), registrada en la presa de Atlangatepec, Tlaxcala, entre los años 2002 al 2010

Especie	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010
Carpa común	13 534	23 116	17 453	6 503	7 237	27 205	24 200	20 996
Carpa espejo	11 266	5 772	2 818	1 652	148	4 425	1 937	1 588
Carpa herbívora	3 082	332	112	141	0	0	0	0
Carpa dorada	0	2247	14	1 450	0	283	919	879
Charal	593	1 123	994	1 755	351	7 650	2 134	1 442
total	28 475	32 588.5	21 390.2	11 500.5	7 736	39 563	29 189.75	24 904.5



Fig. 2. Morfotipos de carpa común (*Cyprinus carpio*): a) tata, b) europea, c) barrigona *Cyprinus carpio rubrofuscus*, d) espejo *Cyprinus carpio specularis*, y e) su híbrido, capturados en la Presa Atlangatepec, Tlaxcala.



Fig. 3. Ciprínido endémico de México, *Algansea lacustris* recolectada en la presa de Atlangatepec, Tlaxcala.

Con red agallera de $1\frac{1}{2}$ plg de luz de malla se obtuvieron atherinopsidos con tamaños homogéneos y menores de 11 cm (Fig. 4), pero con algunas características que los diferenciaban. Debido a su tamaño, los pescadores los llaman charales, pero una vez determinados correspondieron, en su mayoría, al charal (*C. jordani*) y al pescado blanco (*C. humboldtianum*) (Figs. 4 y 5).

En los muestreos dirigidos a la captura de *C. humboldtianum*, se obtuvieron 18 y 48 ejemplares en el primer y segundo muestreo, respectivamente (Fig. 4). Se encontró que, aunque son más grandes y con mayor peso, no se aprovechan comercialmente en la zona, porque el consumo es en botana, fritos, y al sobrepasar los 11 cm, la osificación los hace molestos al masticarlos.



Fig. 4. Charales de diferentes longitudes capturados en la Presa Atlangatepec, Tlaxcala.



Fig. 5. Especies de Atherinopsidae capturadas en la presa de Atlangatepec, Tlaxcala: a) *Chirostoma humboldtianum* (pesca blanco) y b) *Chirostoma jordani* (charal).

Cabe mencionar que, además de estas especies de interés comercial, antes del año 2014, cuando se usaba el chinchorro playero, también se capturaban pocos organismos del poecílido *Gambusia* sp. Asimismo, en algunas zonas se recolectó camarón de río o acocil *Cambarellus* sp., y de manera incidental el ajolote, *Ambystoma velasci*.

Discusión

En contraste con los lagos naturales, los reservorios artificiales de agua no siempre hospedan una comunidad balanceada de peces debido al menor tiempo del proceso de coevolución con el medio (Mancini *et al.* 2009). De tal manera que, de la ictiofauna que originalmente se introdujo en la presa de Atlangatepec, de acuerdo con los reportes de Bermúdez-Rodríguez *et al.* (2002), había carpa herbívora, sin embargo, para el año 2006 ya no hubo registros de captura, en tanto que la carpa plateada, nunca tuvo registros, lo cual pudo deberse a que no se adaptó a las condiciones del embalse.

Las carpas herbívora y plateada, en la actualidad ya no están presentes en la comunidad ictiológica de la presa de Atlangatepec, debido a que no se reproducen fuera de su ambiente natural, porque requieren, entre otras cosas, de ríos caudalosos con fluctuaciones de nivel y con corriente rápida, a diferencia del río Zahuapan, que descarga en la presa, con corriente lenta y poco caudal, lo que no es suficiente para estimular el desove (Rodríguez-Gutiérrez *et al.* 2016).

En cuanto a la carpa común, especie introducida a México desde el siglo XIX, y con varias

reintroducciones de diferentes partes del mundo, dio como resultado la mezcla de las distintas líneas de carpa descritas por Cházari (1884), Álvarez (1970) y Pokorný *et al.* (1995). El Centro Acuícola de Tezontepec, Hidalgo, albergó todas las reintroducciones y fue el principal distribuidor de la especie a los centros acuícolas del país, como Tancol en Tamaulipas, La Rosa en Coahuila, Zacapú en Michoacán y Atlangatepec en Tlaxcala (Rodríguez-Gutiérrez *et al.* 2016).

En la Presa Atlangatepec, aun cuando hay reproducción natural de la carpa común, cada año se siembran crías traídas del Centro Acuícola La Rosa, que alberga la línea tata. Solo en el año 2012 se sembraron crías del Centro Acuícola de Zacapú y en el año 2019 no hubo siembra.

Los resultados de la captura comercial de *C. carpio* obtenidos en el año 2019 indicaron que la línea tata representó el 68%, es decir, fue la más abundante, y el resto se encuentran en menor proporción, lo cual contrasta con Bermúdez-Rodríguez *et al.* (2002), quienes reportan para el año 2001 que la captura comercial estaba constituida por la carpa herbívora con 1%, la carpa barrigona con 75%, la carpa espejo con 23% y la carpa dorada con 1%.

La carpa común (*C. carpio*) es la especie más abundante en la captura comercial y la de mayor demanda, y por los resultados, se observa que ha tenido buena adaptación a las condiciones ambientales de la presa de Atlangatepec, en las que se desarrolla; aunque sorprende que la carpa espejo no haya logrado mantener el porcentaje de su población a través del tiempo. Desde luego, esta especie es más sensible a las condiciones ambientales, sobre todo durante el desarrollo embrionario (Tave 1986).

De acuerdo con CONABIO (2020), la acúmara *A. lacustris* tiene una distribución restringida al lago de Pátzcuaro, es un organismo poco estudiado a pesar de ser una especie económicamente importante con posibilidades de aprovechamiento sustentable para la nutrición en el país (Lyons *et al.* 1998, Gabriel-Luciano y Uribe-Cortez 2015).

Rivera y Orbe (1990) y Pedraza (1994) demostraron que la población de acúmara en su área de distribución natural se encuentra amenazada por causa de la sobreexplotación pesquera, el desconocimiento de su ciclo biológico y el deterioro ambiental, razones que determinan que la Unión

Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) señale que las poblaciones de esta especie están en declive, por lo que la considera en Peligro crítico (CR) (Lyons *et al.* 1998, Domínguez-Domínguez 2019).

De acuerdo con Bermúdez-Rodríguez *et al.* (2002), la acúmara fue introducida en la presa en el año 2001, no se le dio seguimiento a la siembra y no hay reportes de captura de esta especie. Solo a partir del muestreo dirigido a capturar organismos de mayor talla de *Chirostoma* se logró su recolecta y, aunque escasa, por la diversidad de tallas se advierte que hay reproducción natural, ya que no hay reportes de reintroducciones, lo cual determina la importancia de este nuevo registro en la presa de Atlangatepec, Tlaxcala.

El género *Chirostoma* corresponde al nombre científico de todos los pescados blanco y charales pertenecientes a la familia Atherinopsidae. Se han descrito al menos 19 especies en México, cuya distribución natural abarca el Cinturón Volcánico Transmexicano en los estados de Michoacán, Jalisco, Nayarit, Aguascalientes, Estado de México y Guanajuato. De estas especies, cinco corresponden al pescado blanco, entre las que se encuentra *C. humboldtianum*, cuyo origen se ubica en la laguna de Zacapu, con amplia distribución en la cuenca del río Lerma, los lagos del Valle de México, lagos de Santa María y San Pedro Lagunillas, Nayarit y Lago Juanacatlán, Jalisco (Dosil-Mancilla 2017a). Sin embargo, de acuerdo con la IUCN las poblaciones están en decremento y su estatus es de Condición Vulnerable (CV) (Soto-Galera 2019a).

El charal *C. jordani* tiene una distribución natural amplia que abarca la Cuenca de México, río Lerma, los lagos de Cuitzeo y Chapala (Rojas-Carrillo 2005, Dosil-Mancilla 2017b) y también en los ríos Pánuco, Cazones, Tecolutla y sus tributarios (Miller *et al.* 2009). La IUCN les ha asignado a las poblaciones de esta especie la categoría de Riesgo menor (LC) (Soto-Galera 2019b).

Tanto *C. humboldtianum* como *C. jordani* son las especies mayormente distribuidas, pero con poblaciones en declive; forman parte del aprovechamiento culinario de la cultura purépecha y constituyen uno de los recursos más preciados del estado de Michoacán (Rojas-Carrillo 2005, Dosil-Mancilla 2017a y 2017b). Con el presente

estudio se amplía la distribución de estas especies a la presa de Atlangatepec, Tlaxcala, donde estaba reportada *C. jordani* pero ahora se agrega *C. humboldtianum*.

La distribución de las especies de *Chirostoma* y *Algansea* derivan de la evolución y la formación del Cinturón Volcánico Transmexicano, el cual constituye el elemento característico de la tectónica de México (Demant 1981, Gómez-Tuena *et al.* 2005). En esta cordillera quedaron marcadas varias depresiones que sirvieron de lecho de los ríos y lagos más importantes de México y son conocidos como axalapascos o lagos cráter.

El Cinturón Volcánico Transmexicano delimitó la distribución geográfica representativa de la fauna dulceacuícola mexicana, en donde la presa de Atlangatepec crea el hábitat con las características para el desarrollo de especies nativas propias de la zona, en que además de la acúmara (*A. lacustris*), el pescado blanco (*C. humboldtianum*) y el charal (*C. jordani*), incluye al acocil de río (*Cambarellus* sp.) y al ajolote (*A. velasci*), esta última actualmente sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 201) y a Miller *et al.* (2009).

Conclusiones

- La ictiofauna de la Presa Atlangatepec reporta la presencia de una especie exótica, la carpa común (*C. carpio*), con distintas variedades, además de especies nativas del Cinturón Volcánico Transmexicano: la acúmara (*A. lacustris*), el charal (*C. jordani*) y el pescado blanco (*C. humboldtianum*).
- La carpa común (*C. carpio*) en mayor porcentaje es la tata, que tiene buena proporción de carne y forma, por lo que es apreciada por los consumidores de la zona.
- De la carpa plateada (*H. molitrix*) no hubo registros de captura, y de la herbívora (*C. idella*), los registros terminaron en el año 2006.
- En la presa se encuentran otras especies asociadas como el ajolote (*A. velasci*) y el acocil (*C. montezumae*), la ampliación de su distribución contribuye a su conservación.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a las cuatro sociedades cooperativas pesqueras de la presa de Atlangatepec por permitir los muestreos de sus capturas; asimismo, a la Subdelegación de Pesca del Estado de Tlaxcala, que fue encabezada por José Salvador Morales Moreno, así como a Fernando Cantor Atlatenco, Jefe de Departamento de Agricultura y Pesca de la Subsecretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno Estatal, por las facilidades otorgadas para la estancia en la zona, al Sr. José Javier Tapia Pérez, quien gentilmente nos apoyó en los muestreos; a la Rectoría de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco por el financiamiento para la realización del estudio.

Literatura citada

- Álvarez del Villar J. 1970. *Peces mexicanos*. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México. 166p.
- Bermúdez-Rodríguez EA, E Cabrera Mancilla, PA Pérez-Velázquez, RM Gutiérrez-Zavala. 2002. Presa Atlangatepec, Tlaxcala. En: PA Pérez-Velázquez, LE Cruz-Suárez, EA Bermúdez-Rodríguez, E Cabrera-Mancilla, RM Gutiérrez-Zavala (eds.). *Pesquerías en tres cuerpos de agua continental de México*. SAGARPA-INAPESCA, México. pp: 94-125.
- Castilla-Hernández PM, JA Torres-Alvarado, N Herrera-San Luis, N Cruz-López. 2014. Water quality of a reservoir and its major tributary located in east-central Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11(6): 6119-6131. DOI: 10.3390 / ijerph110606119.
- Cházari E. 1884. *Piscicultura de agua dulce*. Edición Facsimilar. 1994. Secretaría de Pesca. México. 828p.
- CONABIO. 2020. Acúmara (*Algansea lacustris*). *Biodiversidad mexicana*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://enciclovida.mx/especies/28239-algansea-lacustris>
- Demant A. 1981. Interpretación geodinámica del volcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano. *Revista mexicana de Ciencias Geológicas* 5(2): 217-22.
- DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. México. 30 de diciembre de 2010.
- DOF. 2014. Norma Oficial Mexicana NOM-060-SAG/PESC-2014, Pesca responsable en cuerpos de aguas continentales dulceacuícolas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. *Diario Oficial de la Federación*. México. 27 de mayo de 2014.
- Domínguez J. 2019. La construcción de presas en México. Evolución, situación actual y nuevos enfoques para dar viabilidad a la infraestructura hídrica. *Gestión y Política Pública* 28(1): 3-37. DOI: 10.29265/gypv.v28i1.5.
- Domínguez-Domínguez O. 2019. *Algansea lacustris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T191251A1974364.
- Dosil-Mancilla FJ. 2017a. El pescado blanco en la encrucijada. Una mirada desde la historia de la ciencia. En: E Florescano, G Sánchez-Díaz (eds.). *El pescado blanco en la historia, la ciencia y la cultura michoacana*. Secretaría de Cultura. Gobierno del Estado de Michoacán. UMSNH. Instituto de Investigaciones Históricas. México. pp: 59-92.
- Dosil-Mancilla FJ. 2017b. Los charales michoacanos. En: E Florescano, G Sánchez-Díaz (eds.). *El pescado blanco en la historia, la ciencia y la cultura michoacana*. Secretaría de Cultura. Gobierno del Estado de Michoacán. UMSNH. Instituto de Investigaciones Históricas. México. pp: 323-341.
- Gabriel-Luciano MV, J Uribe-Cortez. 2015. Caracterización helmintológica del ciprínido *Algansea lacustris* en tres diferentes áreas del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Tecnología y Ciencias del Agua* 6(6): 75-87.
- Gómez-Tuena A, MT Orozco-Esquivel, L Ferrari. 2005. Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 7(3): 227-283.
- Jordan DS, CL Hubbs. 1919. *Studies in Ichthyology. A monographic review of the family of Atherinidae or Silverside*. Leland Stanford Junior University Publications, University Series. EEUU. 87p. DOI: 10.5962/bhl.title.13575
- Lyons J, G González-Hernández, E Soto-Galera, M Guzmán-Arroyo. 1998. Decline of freshwater fishes and fisheries in selected drainages of west-central Mexico. *Fisheries* 23(4): 10-18.
- Mancini M, G Haro, C Bucco, V Salinas, A Miquelarena. 2009. Composition and diversity of ichthyofauna in La Viña reservoir (Córdoba, Argentina).

- Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 69(1): 49-55.
- Miller RR, WL Minckley, SM Norris. 2009. *Freshwater fishes of Mexico*. University of Chicago Press. EEUU. 490p.
- Montes C, O Sala. 2007. La evaluación de los ecosistemas del milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Revista Ecosistemas* 16(3): 137-147.
- FAO. 2020. La pesca. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. <http://www.fao.org/fisheries/es>
- Pedraza BA. 1994. Comunidad de macroinvertebrados bentónicos del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Ciencias Biológicas. México. 58p.
- Pokorný J, M Flajšhans, P Hartvich, P Kvasnička, I Pružina. 1995. *Atlas of common carp populations bred in the Czech Republic*. Victoria Publishing. Republica Checa, 69p.
- Rivera H, A Orbe. 1990. Contribución al conocimiento de la biología, cultivo y pesquería de la acúmara (*Algansea lacustris*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. En: G de la Lanza-Espino, J Arredondo-Figueroa (eds.). *La acuacultura en México: de los conceptos a la producción*. Instituto de Biología, UNAM. México. pp: 39-94.
- Rodríguez-Gutiérrez M, A Cortes-García, K Guardiola. 2016. Carpa común (*Cyprinus carpio*). Bases de la reproducción inducida. CBS 49. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 125p.
- Rojas-Carrillo P. 2005. El pescado blanco. *Revista Digital Universitaria* 6(8): 1067-1079.
- Sánchez-Santillán N, R Ruíz, R. Sánchez-Trejo, W Ritter-Ortiz, E Lázaro-Chávez. 2004. La influencia de la oscilación de la temperatura del aire sobre el ecosistema de la Presa de Atlangatepec, Tlaxcala, México. *Hidrobiológica* 14(1): 75-84.
- Santos-Martín F, C Montes. 2013. La evaluación de los ecosistemas del milenio de España. Del equilibrio entre la conservación y el desarrollo a la conservación para el bienestar humano. *Revista Eubacteria* 31: 8p.
- Soto-Galera E. 2019a. *Chirostoma humboldtianum*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2019: e.T191154A1971329. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T191154A1971329.
- Soto-Galera E. 2019b. *Chirostoma jordani*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2019: 9: e.T191154A1971329. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T191154A1971329.
- Tave D. 1986. *Genetics for hatchery managers*. Connecticut. AVI Publishing Company. EEUU.150p.

Recibido: 13 de noviembre de 2020

Aceptado: 17 de mayo de 2021

Artículo científico

Relación longitud-peso y factor de condición relativo de la samasa *Anchoa nasus* en la Bahía de Pisco (Ica, Perú)

Length-weight relationship and relative condition factor of the samasa *Anchoa nasus* in the Bay of Pisco (Ica, Peru)

Gerardo Pasache-Medina*†, Jorge Tam-Málaga**✉,
Italo Arones-Cahua*, Máximo Roque-Sanchez*, Sayed Suarez-Valencia*

Resumen

La samasa *Anchoa nasus* (Kner y Steindacher, 1867) es un pez que habita aguas muy someras de la bahía Pisco, región Ica. Su captura es de carácter incidental u ocasional, se encuentra asociada a la captura de anchoveta *Engraulis ringens* Jennys, 1842, que es la especie objetivo de la flota de cerco artesanal en la bahía. El esfuerzo de pesca de los botes de cerco artesanal, conocidos como “bolichitos de bolsillo”, se dirige exclusivamente a la anchoveta; sin embargo, en ocasiones, ante la baja o nula disponibilidad de esta, los botes reorientan su esfuerzo a la samasa, lo cual les permite cubrir gastos de operación, ante la opción de retornar a muelle sin pesca. La información biológica-pesquera recopilada de la samasa permitió desarrollar el presente trabajo, en el que se analizan cambios temporales de los coeficientes a y b de la relación longitud-peso y del factor de condición relativo (K_n), que son descriptores de la estrategia de crecimiento y bienestar nutricional de poblaciones de peces. La información analizada entre 2008 y 2018 provino del complejo pesquero La Puntilla y de la infraestructura pesquero artesanal José Olaya Balandra. La relación longitud-peso para los machos mostró un crecimiento alométrico: $Pt = 0.003589 \cdot Lt^{3.25}$ ($b = 3.22$ a 3.30), y para hembras mostró un crecimiento isométrico: $Pt = 0.006409 \cdot Lt^{3.02}$ ($b = 2.97$ a 3.06). El factor de condición relativo fue en promedio mayor a 1 indicando un buen estado nutricional de la samasa en la bahía de Pisco.

Palabras clave: pelágico, ordenamiento pesquero, somática, hábitat.

Abstract

The “samasa” *Anchoa nasus* (Kner & Steindacher, 1867) is a fish that inhabits very shallow waters of Pisco bay, Ica region. Its capture is incidental or occasional, it is associated with the catch of anchovy *Engraulis ringens* Jennys, 1842, which is the target species of the artisanal purse seine fleet in the bay. The fishing effort of the artisanal purse seine boats, known as “pocket boats”, is directed exclusively to anchovy; however, on occasions, when there is little or no availability of the latter, the boats redirect their effort to the samasa, which allows them to recover their operating costs, instead of returning without any catch. The fishery-biological information gathered from samasa allowed the development of the present work, in which temporary changes of the coefficients a and b of the length-weight relationship and of the relative condition factor (K_n) are analyzed, which are descriptors of the growth strategy and the nutritional well-being of fish populations. The information analyzed between 2008 and 2018 came from “La Puntilla” fishing complex and from the “José Olaya Balandra” artisanal fishing infrastructure. The length-weight relationship for males showed an allometric growth: $Pt = 0.003589 \cdot Lt^{3.25}$ ($b = 3.22$ to 3.30), and for females showed an isometric growth: $Pt = 0.006409 \cdot Lt^{3.02}$ ($b = 2.97$ to 3.06). The relative condition factor was on average greater than 1 indicating a good nutritional status of the samasa in Pisco bay.

Key words: pelagic, fisheries management, somatic, habitat.

* Laboratorio Costero de Pisco, Instituto del Mar del Perú, Av. Los Libertadores A-12, Urb. El Golf, Paracas, Pisco, Perú.

** Laboratorio de Modelado Oceanográfico, Ecosistémico y del Cambio Climático (LMOECC), Instituto del Mar del Perú, Esq. Gamarra y General Valle s/n Chucuito, La Punta, Callao, Perú. ✉ Autor para correspondencia: jtam@imarpe.gob.pe.

Introducción

La samasa *Anchoa nasus* (Kner y Steindachner, 1867) es una especie pelágica perteneciente al orden Clupeiformes, familia Engraulidae (Bouchon

2007). Este recurso presenta una distribución latitudinal que abarca desde la bahía San Juanico (México) a Chimbote (Perú), ocasionalmente se desplaza hasta Callao y Pisco, Perú (Chirichigno y Cornejo 2001).

A escala mundial, el grupo de peces que conforma la familia Engraulidae tiene gran importancia económica, en las últimas décadas en el Perú los engráulidos de mayor extracción por la flota industrial pesquera son la anchoveta *Engraulis ringens* (Jenyns 1842) y la samasa *A. nasus*, ambos peces son utilizados como materia prima para la elaboración de harina y aceite de pescado de gran calidad, lo que genera al país grandes divisas por exportación. La flota pesquera artesanal también extrae ambos recursos, siendo el litoral de Pisco una zona de pesca donde se capturan ambas especies, lo que contribuye a la generación de empleos, aportando de esta manera a la economía local.

Bolger y Connoly (1989) afirman que la relación longitud-peso de peces es una importante herramienta en la gestión pesquera, porque permite comprender los patrones de crecimiento de una población de peces. En ese sentido, Jellyman *et al.* (2013) señalan que las investigaciones basadas en la relación longitud-peso también permiten calcular el factor de condición del pez, así como evaluar el estado nutricional durante el ciclo de vida; por ello Cifuentes *et al.* (2012) concluyen que el factor de condición proporciona información indirecta sobre la reproducción, bienestar nutricional, por ende, del estado de salud de las poblaciones.

La relevancia del presente estudio radica en que la pesquería de la samasa ha sido adoptada como alternativa a la anchoveta en el litoral de Pisco, a pesar del menor precio que se paga por tonelada de samasa en comparación con la anchoveta, en épocas cuando hay ausencia o poca presencia de anchoveta, hecho que ha sido más recurrente en la última década. La descarga de samasa en los últimos años registra un aumento en el volumen de captura, la cual es íntegramente destinada a la elaboración de harina y aceite que es comercializada en el mercado nacional; por tales motivos se requiere monitorear la condición nutricional de la samasa.

Se hipotetiza que la subpoblación de la samasa ubicada al norte de la bahía de Pisco pre-

senta un buen estado nutricional. El objetivo del presente estudio es analizar la relación longitud-peso para cada sexo y evaluar las variaciones intranuales e interanuales del factor de condición relativo de la samasa durante el periodo 2008-2018, con el fin de contribuir al ordenamiento pesquero de la samasa.

Materiales y métodos

Material biológico

Los ejemplares de samasa se obtuvieron de la infraestructura pesquera artesanal (IPA) asignada a la organización social pesquera artesanal José Olaya Balandra, ubicada en el distrito de San Andrés, y en el complejo pesquero La Puntilla, que se encuentra en el distrito de Paracas, y provienen de las zonas de pesca que se ubican entre la Isla Ovillos, 13°44' S, y Tambo de Mora, 76°18' O (Fig. 1).

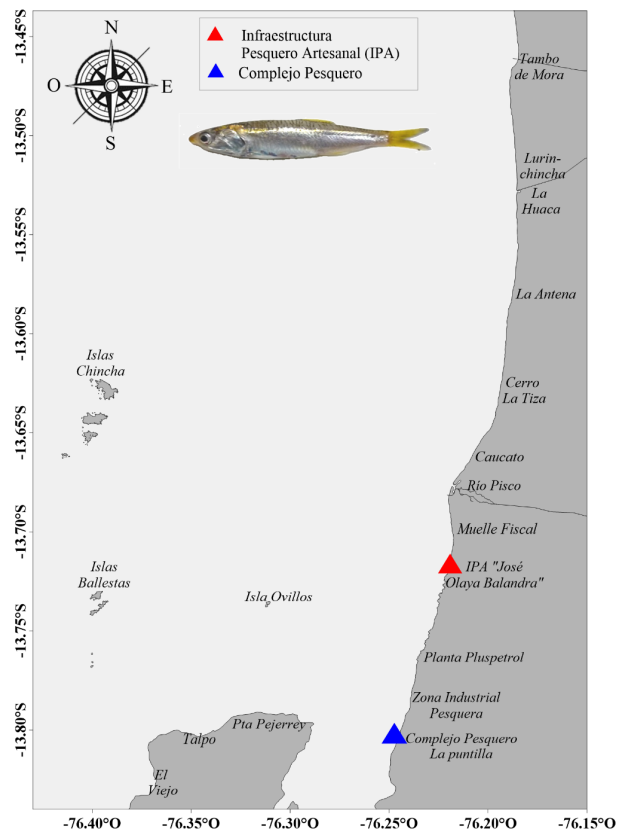


Fig. 1. Principales zonas de pesca y de desembarque (triángulos) en la bahía de Pisco, Perú.

Muestreo

Se recolectaron 52 muestras a través de un muestreo aleatorio simple, como lo indica la Resolución del Ministerio de la producción del Perú (2015), las muestras fueron procesadas durante los años 2008 y 2018 (excepto el año 2009 y los meses de julio y agosto, debido a que no hubo capturas de esta especie en ese año y en los dos meses mencionados). Para medir la longitud total (Lt) se usó un ictiómetro de aluminio de doble escala con una resolución de medio centímetro (0.5 cm), la obtención del peso total (Pt) se redondeó al gramo más cercano, con el uso de balanza analítica con capacidad de $1,000 \pm 0.01$ g, posteriormente se realizó una determinación sexual interna de los ejemplares. La biometría y el muestreo biológico permitieron establecer la distribución de frecuencia de longitudes y pesos para cada sexo.

Análisis de datos

Con el fin de comprobar que la muestra es representativa y está conformada por ejemplares de las cohortes de juveniles y adultos, se aplicó la descomposición multimodal de Bhattacharya (1967) para graficar los grupos modales en la distribución de frecuencias absolutas de las longitudes (Sparre y Venema 1998), y luego se graficó la distribución de frecuencia relativa del peso total (Pt) y del factor de condición relativo (K_n), así como los promedios y coeficientes de variación (CV) de Lt, Pt y K_n .

La relación longitud-peso es una regresión potencial, que relaciona la longitud con el peso del individuo, según la ecuación de Ricker (1975):

$$Pt = a \cdot Lt^b \quad \text{ec. 1}$$

Los parámetros a y b fueron estimados mediante análisis de regresión lineal simple con los datos de peso y longitud transformados logarítmicamente ($\log Pt = \log a + b \log Lt$) (Froese 2006).

Donde: Pt = peso total del pez en gramos. Lt = longitud del pez en centímetros. a = intercepto. b = pendiente de la regresión lineal de forma logarítmica.

Se aplicó la prueba t de Student al coeficiente de crecimiento b de la relación para determinar si

el crecimiento es isométrico ($H_0: b = 3$); alométrico positivo ($b > 3$), indicando que individuos de mayor talla han incrementado su peso en mayor proporción a la longitud; o alométrico negativo ($b < 3$), indicando que los individuos incrementan su longitud relativa más que el peso.

Posteriormente, para la relación longitud-peso, se calculó el coeficiente de determinación (r^2) e intervalos de confianza de 95% al intercepto y la pendiente.

El factor de condición relativo (K_n) por individuo se calculó con el método propuesto por LeCren (1951), que se expresa con la siguiente ecuación:

$$K_n = \frac{Pt}{\bar{Pt}} \quad \text{ec. 2}$$

Donde: K_n = Factor de condición relativo. Pt = peso (g); $\bar{Pt} = a Lt^b$ (g), Lt = Longitud total (cm), b = Exponente de la relación longitud-peso, a = Coeficiente de la relación longitud-peso.

Se realizaron pruebas de normalidad de Anderson-Darling y homocedasticidad de Levene para el K_n , previos al análisis de variancia multivariado basado en permutaciones (PERMANOVA), para evaluar si existen diferencias e interacciones entre meses, años y sexos. Los cálculos estadísticos y Figs. se realizaron con el programa R versión 4.0.2 (R Core Team 2020).

Resultados

Distribución de frecuencias de longitud, peso y factor de condición relativa

Las mediciones biométricas y el análisis biológico se realizaron en 3 496 ejemplares de samasa, de los cuales 1 830 fueron machos y 1 666 hembras, obteniéndose la mayor colecta en el año 2017 para ambos sexos y el menor tamaño de muestra en 2011. En cuanto a los meses, se encontraron más ejemplares para ambos sexos en octubre y se colectó la menor cantidad de ejemplares en mayo.

La proporción sexual entre machos y hembras fue de 1.0:1.1, la distribución de frecuencias relativas de la longitud en machos presentó longitudes entre 5 cm y 15 cm, con promedio de 10.03 cm, CV de 13.14%, y una moda en 10 cm; mientras que las hembras fluctuaron entre 5.5 cm y

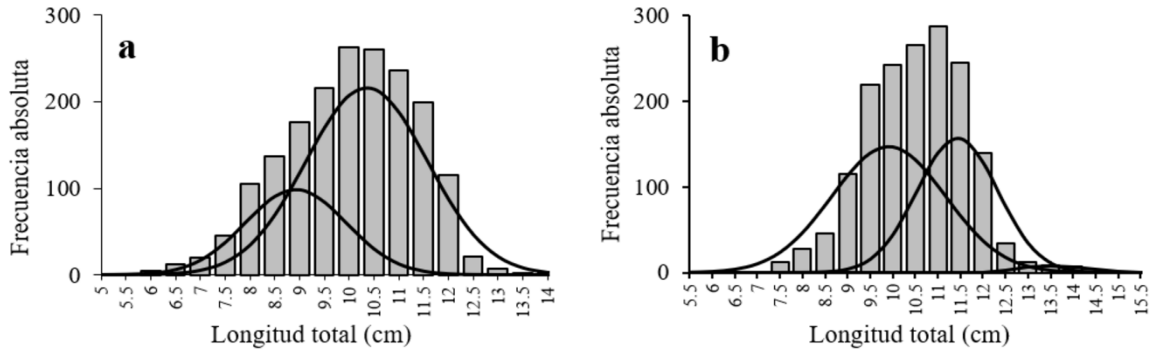


Fig. 2. Distribución de frecuencias absolutas de longitudes de cohortes de *Anchoa nasus* de la bahía Pisco, Perú: a) machos, b) hembras.

15.5 cm, con promedio de 10.5 cm, CV de 10.62%, y una moda en 11 cm.

El método de Bhattacharya identificó dos cohortes en los machos y tres cohortes en hembras (Fig. 2), mostrando las cohortes que corresponden a ejemplares juveniles (<1 año) y peces adultos (>1 año).

La distribución de frecuencias relativas del peso en machos fluctuó entre 0.9 g y 21.1 g (Fig. 3) con promedio de 7.0 g y CV de 39.94%, en el caso de las hembras el peso osciló entre 1.3 g y 21.9 g, con promedio de 8.08 g y CV de 32.69%.

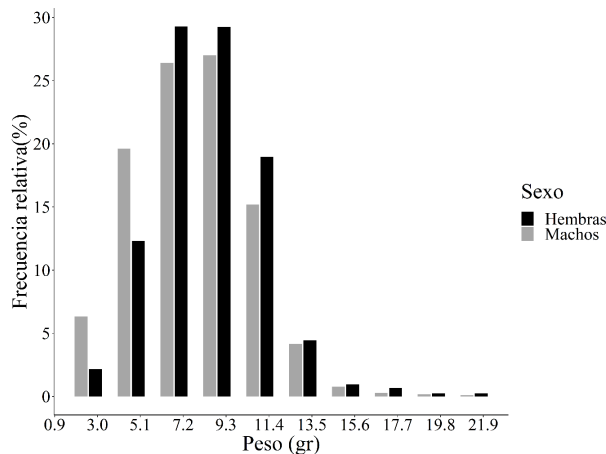


Fig. 3. Distribución de frecuencias relativas de pesos de ambos sexos de *Anchoa nasus* de la bahía Pisco, Perú.

La distribución de frecuencias relativas del K_n de machos presentó un intervalo de 0.96 a 1.47, con promedio 1.04 y CV de 9.77%; en las hembras el intervalo fluctuó entre 0.81 y 1.34 con promedio 1.03 y CV de 8.95% (Fig. 4).

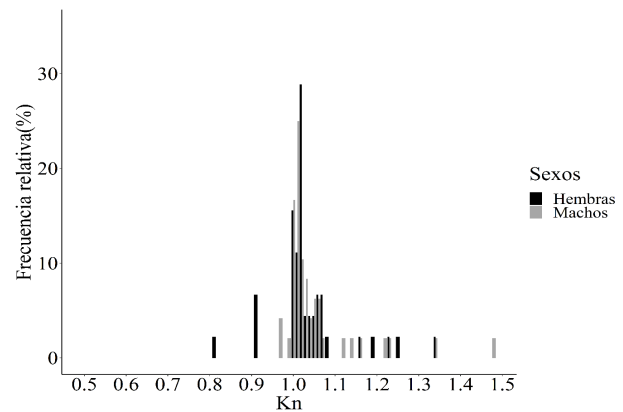


Fig. 4. Distribución de frecuencias relativas del factor de condición relativo de *Anchoa nasus* en ambos sexos.

Los valores de la relación longitud-peso y K_n en ambos sexos durante el tiempo analizado se detalla anualmente (Tabla 1) y mensualmente (Tabla 2).

Relación longitud-peso de samasa

Se graficó la relación longitud-peso y se realizaron pruebas *t de Student*, con los datos de machos ($n = 1\ 830$, $b = 3.25$, $t = 14.050$, $p < 0.05$), confirmando un crecimiento alométrico positivo, quedando definida la relación de la siguiente manera: $P_t = 0.003589 \cdot L_t^{3.25}$ ($a = -5.55$ a -5.71 , y $b = 3.22$ a 3.30), y con los datos de hembras ($n = 1\ 666$, $b = 3.02$, $t = 0.7533$, $p > 0.05$), corroborando un crecimiento isométrico, quedando definida la relación de la siguiente forma: $P_t = 0.006409 L_t^{3.02}$ ($a = -4.94$ a -5.15 , y $b = 2.97$ a 3.06) (Fig. 5).

Tabla 1
Información anual de los intervalos de longitud y peso, parámetros de crecimiento, coeficientes de determinación y factor de condición relativo en machos y hembras de samasa

Año	n	Longitud (cm)	Peso (g)	a (95% Ic)	b (95% Ic)	r ²	K _n (EE)
<i>Machos</i>							
2008	75	9.5 - 13.0	4.7 - 14.2	-4.87 (-4.56 -5.18)	2.94 (2.80-3.07)	0.91	1.07 (0.06)
2010	96	8.0 - 14.0	3.2 - 20.5	-5.79 (-5.44 -6.14)	3.33 (3.18-3.48)	0.95	1.01 (0.02)
2011	42	9.5 - 12.5	5.1 - 15.5	-5.69 (-4.66 -6.73)	3.27 (2.83-3.72)	0.85	1.00 (0.01)
2012	22	8.5 - 11.0	4.1 - 9.5	-4.66 (-3.91 -5.40)	2.88 (2.55-3.21)	0.94	0.96 (0.03)
2013	18	10.0 - 11.5	7.0 - 9.5	-1.60 (-0.20 -3.00)	1.56 (0.96-2.16)	0.71	1.01 (0.02)
2014	207	7.5 - 15.0	2.9 - 22.1	-5.07 (-4.91 -5.24)	3.02 (2.95-3.09)	0.93	1.00 (0.01)
2015	28	10.0 - 12.0	6.5 - 12.3	-4.78 (-3.03 -6.54)	2.90 (2.16-3.64)	0.81	1.06 (0.02)
2016	420	5.0 - 13.0	0.9 - 16.1	-6.03 (-5.88 -6.18)	3.42 (3.35-3.49)	0.96	1.10 (0.06)
2017	583	7.5 - 12.5	1.9 - 13.3	-5.46 (-5.31 -5.61)	3.18 (3.12-3.25)	0.98	1.05 (0.03)
2018	339	7.5 - 12.5	2.4 - 13.7	-5.21 (-4.99 -5.43)	3.10 (3.00-3.19)	0.97	1.03 (0.03)
<i>Hembras</i>							
2008	74	9.5 - 13.0	5.6 - 12.3	-5.11 (-4.79 -5.43)	3.04 (2.90-3.18)	0.91	1.02 (0.01)
2010	134	8.0 - 15.5	3.6 - 22.3	-5.26 (-4.97 -5.55)	3.11 (2.99-3.23)	0.96	1.03 (0.02)
2011	40	9.5 - 12.0	5.6 - 11.6	-4.52 (-3.35 -5.70)	2.78 (2.29-3.28)	0.77	1.01 (0.03)
2012	26	8.5 - 11.0	4.0 - 9.7	-4.08 (-3.16 -5.00)	2.63 (2.23-3.03)	0.88	1.00 (0.01)
2013	27	10.0 - 12.0	6.9 - 11.3	-2.19 (-1.18 -3.20)	1.81 (1.38-2.23)	0.76	0.99 (0.01)
2014	143	8.5 - 13.5	3.9 - 14.9	-5.02 (-4.64 -5.40)	2.98 (2.82-3.15)	0.92	0.96 (0.04)
2015	48	10.0 - 12.0	6.7 - 13.8	-4.51 (-3.11 -5.90)	2.79 (2.21-3.37)	0.67	0.90 (0.01)
2016	342	5.5 - 13.0	1.3 - 14.8	-5.10 (-4.89 -5.31)	3.03 (2.94-3.12)	0.94	1.09 (0.05)
2017	512	7.5 - 13.0	2.2 - 15.7	-5.24 (-5.06 -5.42)	3.09 (3.01-3.17)	0.98	1.05 (0.03)
2018	320	8.0 - 12.5	2.8 - 15.4	-4.82 (-4.58 -5.06)	2.94 (2.84-3.04)	0.97	1.04 (0.01)

Nota. n = número de ejemplares, a = intercepto, b = pendiente, r² = coeficiente de determinación, Ic = intervalo de confianza, K_n = factor de condición relativo, EE = Error estándar.

Tabla 2
Información mensual de los intervalos de longitud y peso, parámetros de crecimiento, coeficientes de determinación y factor de condición relativo en machos y hembras de samasa

Mes	n	Longitud (cm)	Peso (g)	a (95% Ic)	b (95% Ic)	r ²	K _n (EE)
<i>Machos</i>							
Enero	169	7.5 - 15.0	1.9 - 8.9	-5.91 (-5.62 -6.22)	3.38 (3.25-3.51)	0.94	0.99 (0.01)
Febrero	150	8.5 - 13.0	3.4 - 14.2	-4.56 (-4.14 -4.99)	2.80 (2.62-2.98)	0.88	1.05 (0.03)
Marzo	129	5.0 - 12.5	0.9 - 11.2	-6.18 (-5.98 -6.38)	3.45 (3.36-3.55)	0.98	1.21 (0.06)
Abril	161	6.5 - 12.0	1.7 - 12.5	-5.57 (-5.35 -5.80)	3.22 (3.12-3.33)	0.96	1.05 (0.05)
Mayo	107	8.0 - 12.0	3.0 - 10.1	-5.03 (-4.67 -5.39)	2.98 (2.81-3.14)	0.95	1.03 (0.02)
Junio	164	7.5 - 14.0	2.2 - 22.1	-5.61 (-5.53 -5.70)	3.25 (3.21-3.29)	0.95	1.01 (0.03)
Septiembre	251	7.5 - 13.0	2.7 - 16.1	-5.04 (-4.83 -5.26)	3.00 (2.91-3.04)	0.94	1.10 (0.09)
Octubre	327	7.5 - 12.5	2.4 - 13.1	-4.97 (-4.74 -5.21)	2.99 (2.89-3.09)	0.91	1.00 (0.02)
Noviembre	260	8.0 - 13.0	2.9 - 15.1	-5.09 (-4.85 -5.33)	3.04 (2.94-3.15)	0.93	1.05 (0.04)
Diciembre	112	8.5 - 12.0	3.7 - 13.0	-5.13 (-4.63 -5.63)	3.06 (2.85-3.27)	0.90	1.01 (0.02)
<i>Hembras</i>							
Enero	212	8.5 - 15.5	3.9 - 22.3	-4.97 (-4.74 -5.19)	2.99 (2.90-3.09)	0.95	1.03 (0.01)
Febrero	156	8.5 - 12.5	4.9 - 12.6	-4.08 (-3.65 -4.51)	2.60 (2.42-2.78)	0.86	1.11 (0.06)
Marzo	83	5.5 - 13.0	1.3 - 15.4	-4.72 (-4.25 -5.19)	2.85 (2.65-3.05)	0.91	1.04 (0.06)
Abril	124	7.5 - 12.0	2.3 - 11.5	-5.38 (-4.94 -5.83)	3.15 (2.96-3.34)	0.90	1.02 (0.01)
Mayo	53	8.0 - 12.0	2.9 - 10.4	-5.23 (-4.79 -5.68)	3.07 (2.88-3.26)	0.96	1.02 (0.03)
Junio	142	7.5 - 12.5	2.2 - 13.6	-5.29 (-4.93 -5.65)	3.13 (2.97-3.28)	0.92	1.00 (0.02)

(Continuación de Tabla 2)

Mes	n	Longitud (cm)	Peso (g)	a (95% Ic)	b (95% Ic)	r ²	K _n (EE)
<i>Hembras</i>							
Septiembre	178	7.5 - 13.5	2.4 - 15.7	-4.75 (-4.50 -5.02)	2.88 (2.77-2.99)	0.94	1.04 (0.02)
Octubre	324	7.5 - 13.0	2.7 - 16.8	-5.23 (-4.97 -5.50)	3.10 (2.99-3.21)	0.96	1.03 (0.04)
Noviembre	252	8.0 - 13.0	3.3 - 13.5	-4.84 (-4.57 -5.11)	2.94 (2.82-3.05)	0.92	1.01 (0.08)
Diciembre	142	9.0 - 12.5	4.3 - 13.4	-5.20 (-4.74 -5.65)	3.09 (2.90-3.28)	0.90	1.02 (0.03)

Nota: n = número de ejemplares, a = intercepto, b = pendiente, r² = coeficiente de determinación, Ic = intervalo de confianza, K_n = factor de condición relativo, EE = Error estándar.

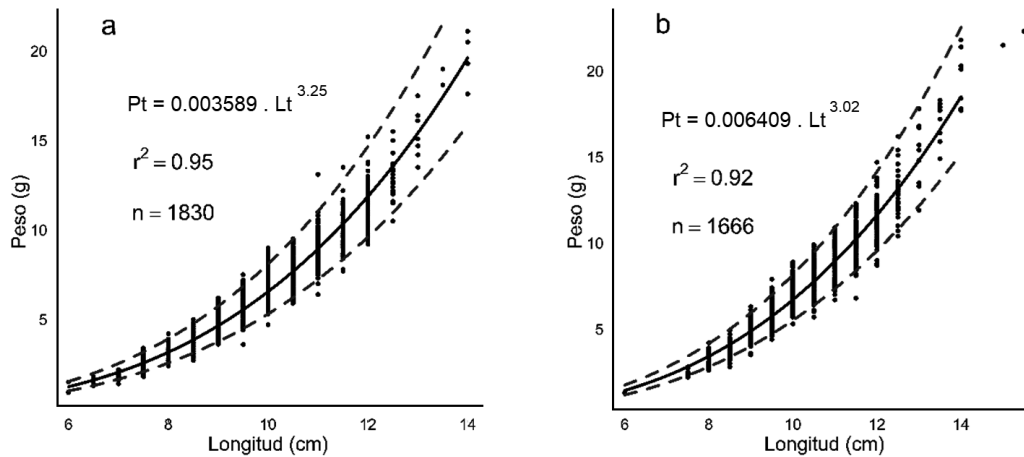


Fig. 5. Relación longitud-peso de *Anchoa nasus* de la bahía Pisco, Perú: a) machos, b) hembras. Se presenta el modelo (línea sólida) e intervalos a 95% de confianza (líneas punteadas).

Relación entre los parámetros b y Log a

Con los valores mensuales del intercepto y la pendiente de la relación longitud-peso, se hizo un diagrama de Log (a) sobre b, el cual permite observar la distribución de las hembras hacia un crecimiento isométrico (b = 3) y la distribución de los machos hacia un crecimiento alométrico positivo (b > 3) (Fig.6).

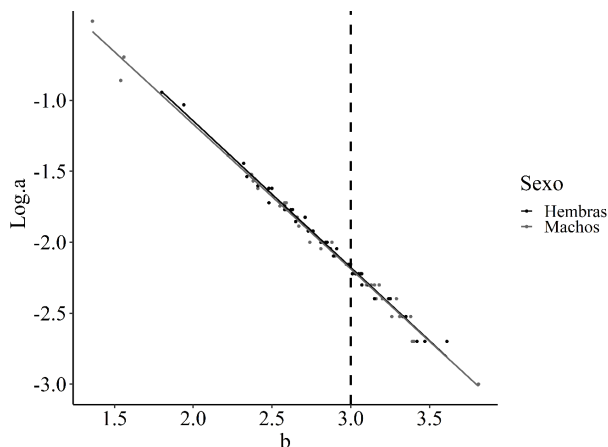


Fig. 6. Relación entre los parámetros b y Log a mensuales en ambos sexos de *Anchoa nasus* de la bahía Pisco, Perú. La línea punteada indica crecimiento isométrico.

Variación mensual del factor de condición relativo

El test de Anderson-Darling indicó que el K_n en machos (A = 4.206, p<0.05) y en hembras (A = 2.846, p<0.05) no presentó una distribución normal, la prueba de Levene mostró que las varianzas del K_n entre meses fueron homocedásticas tanto en machos (F = 0.551, p>0.05) como en hembras (F = 1.090, p>0.05).

El PERMANOVA indicó que no hubo diferencias significativas entre meses, en machos (SS = 0.012, F = 0.730, p>0.05) y en hembras (SS = 0.006, F = 0.334, p>0.05) (Tabla 3). No se encontraron interacciones significativas entre los factores meses (p>0.05), años (p>0.05) y sexos (p>0.05), tal como se indica en la tabla 3. Los valores del K_n fluctuaron entre 1.0-1.21 en los machos, y oscilaron entre 0.99-1.11 en las hembras (Fig. 7).

Tabla 3
Resultados del PERMANOVA del K_n entre años, meses, sexos e interacciones

Fuente	Df	SS	F	Pr(>F)
factor(Año)	9	0.016333	1.0049	0.465
factor(Mes)	9	0.009123	0.5613	0.838
factor(Sexos)	1	0.000365	0.2018	0.676
factor(Año): factor(Mes)	22	0.055994	1.4094	0.201
factor(Año): factor(Sexos)	9	0.005202	0.3201	0.941
factor(Mes): factor(Sexos)	9	0.012578	0.7739	0.644
Residual	22	0.039729		

Variación interanual del factor de condición relativo

El test de Anderson-Darling indicó que el K_n en machos ($A = 4.050$, $p < 0.05$) como en hembras ($A = 2.557$, $p < 0.05$) no presentó distribución normal. Respecto a la prueba de Levene las variancias del K_n entre años fueron homocedásticas en machos ($F = 0.743$, $p > 0.05$) y en hembras ($F = 1.687$, $p > 0.05$), y el PERMANOVA no encontró diferencias significativas entre años, tanto en machos ($SS = 0.001$, $F = 0.230$, $p > 0.05$) como en hembras ($SS = 0.002$, $F = 1.06$, $p > 0.05$) (Tabla 3). En general, el K_n en ambos sexos osciló alrededor de 1, en los machos el indicador se encontró entre 0.977–1.477, y en las hembras fluctuó entre 0.905–1.337 (Fig. 8).

Factor de condición relativo por longitudes en ambos sexos

El test de Anderson-Darling mostró que el K_n no presentó una distribución normal tanto en machos ($A = 3.762$, $p < 0.05$) como en hembras ($A = 8.265$, $p < 0.05$), en cuanto a la prueba de Levene las variancias del K_n entre longitudes fueron homocedásticas tanto en machos ($F = 0.777$, $p > 0.05$) como en hembras ($F = 1.55$, $p > 0.05$). El PERMANOVA encontró que no hay diferencias significativas en el K_n entre longitudes, tanto en machos ($SS = 0.003$, $F = 1.276$, $p > 0.05$) como en hembras ($SS = 0.000$, $F = 0.075$, $p > 0.05$) (Tabla 3). El K_n entre longitudes para ambos sexos mostró mayormente valores mayores a 1 (Fig. 9).

Discusión

En Perú los estudios del estado nutricional de la samasa usando la relación longitud-peso y el factor de condición son escasos. Bouchon (2007) encontró que durante el periodo entre 1995 y 1998, la Lt de samasa osciló entre 5.0 cm y 18.5 cm y el Pt entre 1 g y 20 g, sin embargo, en Ecuador, Retamales (2010), para la misma especie, encontró longitudes entre 5.1 cm y 11.0 cm, pesos entre 1.1 g y 8.8 g. En el presente estudio se encontraron intervalos de longitud y peso acordes con lo reportado por Bouchon (2007). Por otro lado, Retamales (2010) encontró ejemplares de samasa con menor peso y longitud, probablemente debido a

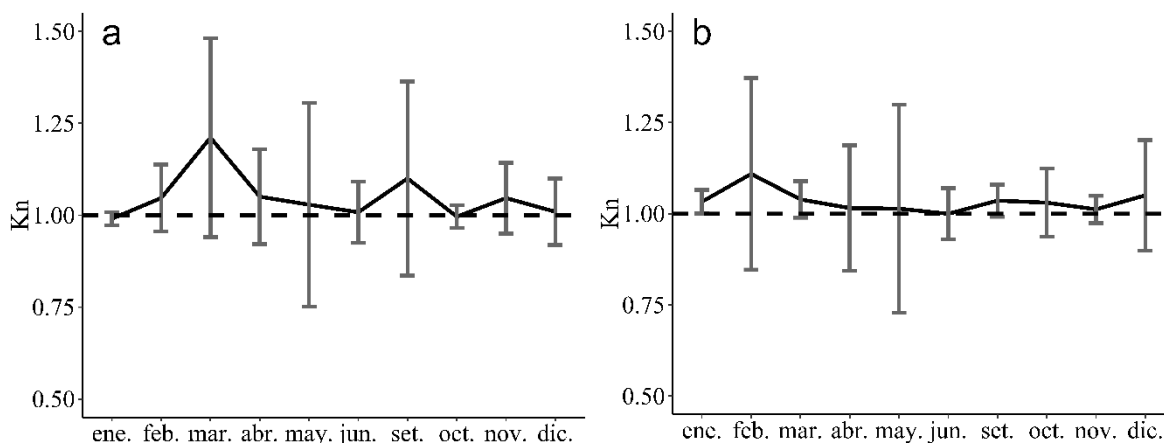


Fig. 7. Variación mensual del Factor de Condición relativo de *Anchoa nasus* de la bahía Pisco, Perú: a) machos, b) hembras. Los bigotes indican intervalos a 95% de confianza.

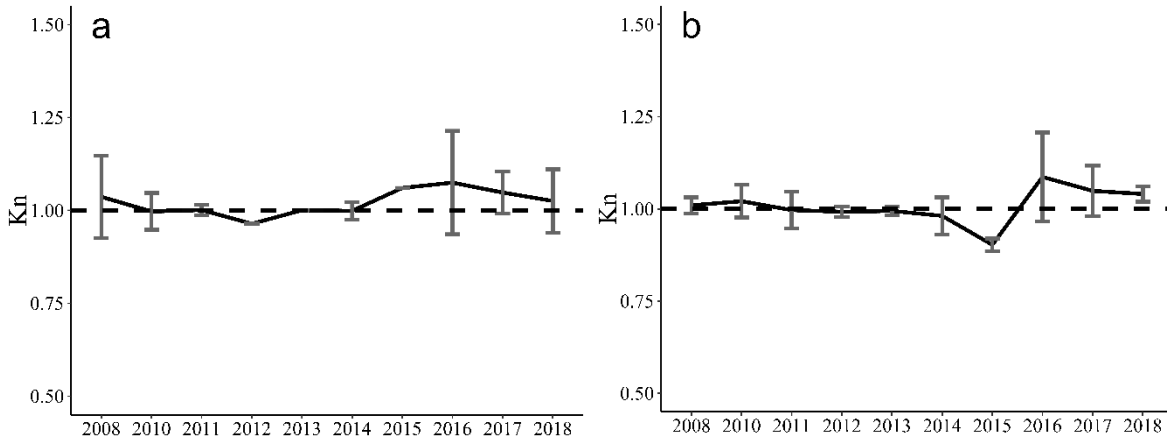


Fig. 8. Variación interanual del Factor de Condición relativo de *Anchoa nasus* de la bahía Pisco, Perú: a) machos, b) hembras. Los bigotes indican intervalos a 95% de confianza.

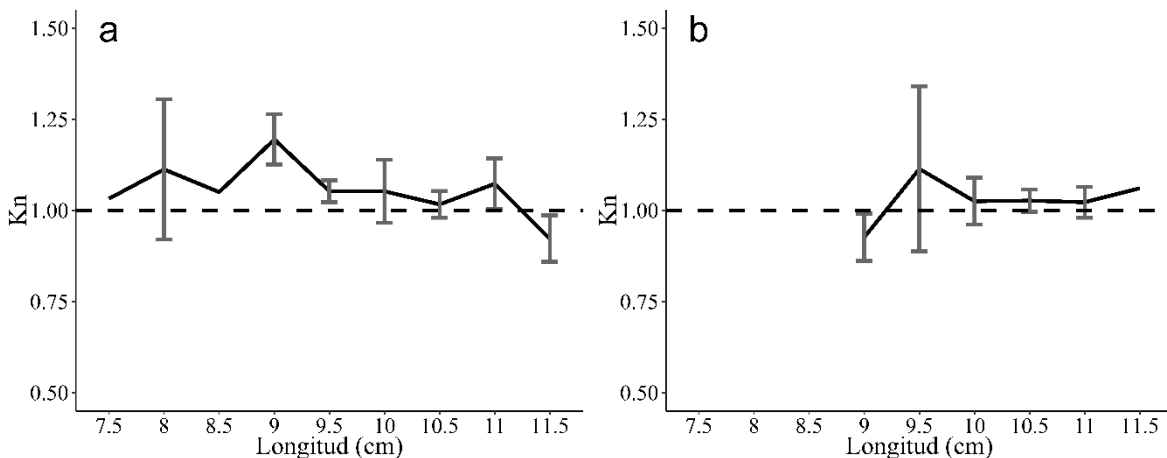


Fig. 9. Variación de longitudes del factor de condición relativo de *Anchoa nasus* de la bahía Pisco, Perú: a) machos, b) hembras. Los bigotes indican intervalos a 95% de confianza.

condiciones alimentarias y térmicas menos favorables para la samasa.

Quispe (2007) manifiesta que la zona norte de la bahía de Paracas, en Pisco (Perú), presenta un fondo marino somero adyacente a la costa, que resulta ser el más somero de toda la bahía, con profundidades de 5 m, en ese sentido esta área es preferida por la samasa. Por otro lado, Morón *et al.* (1997)¹ concluyen que en la bahía de Pisco toda el área sur presenta temperaturas superficiales muy homogéneas entre 14.2 °C y 15.0 °C. En cambio, al norte de la bahía la variación térmica es más

amplia, con un intervalo que oscila entre 16.0 °C y 18.5 °C. Bouchon (2007) afirma que tras finalizar el evento “El Niño” 1998, la samasa regresó a sus zonas de origen; sin embargo, una fracción de la población de la samasa parece haber encontrado en la zona norte de la bahía de Pisco (Perú) condiciones favorables para ampliar su distribución latitudinal hasta el litoral de Pisco.

Bouchon (2007) encontró un valor de $b = 3.22$ para la samasa del Perú, mientras que Retamales (2010) reportó un valor de $b = 2.97$ para la samasa en Ecuador, para la zona de Manta, y un valor $b = 3.003$ para la zona de Chanduy. Cheme (2020) reportó para la población de samasa un crecimiento alométrico negativo para la zona Camarones del puerto Esmeraldas y un crecimiento alométrico positivo para la zona de Limones (Ecuador).

1. Morón O, G Flores, S Sánchez, M Girón. 1997. Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas Paita-Chimbote-Callao-Pisco-Ilo, setiembre 1996(MOPAS 9609). Informe Progresivo. IMARPE. Perú. 50: 3–80.

Estudios anteriores sobre el valor de b en Ecuador y Perú no diferenciaron el crecimiento por sexo; sin embargo, en nuestro estudio se halló un crecimiento alométrico positivo para machos y crecimiento isométrico para hembras. Resultados similares al del presente estudio han sido reportados para otros peces de la misma familia Engraulidae, por ejemplo, Hernández (2012) encontró para la especie *Engraulis encrasicolus* Linnaeus (1758), de las islas Canarias (España), un crecimiento isométrico en machos y un crecimiento alométrico positivo en hembras. Galindo-Cortes *et al.* (2015) encontraron en la especie *Anchoa hepsetus* (Linnaeus 1758), que habita en aguas costeras de Veracruz, al oeste del Golfo de México, un crecimiento alométrico positivo; en cambio, Carvalho *et al.* (2014)² encontraron en la especie *Anchoa tricolor* (Spix y Agassiz 1829), del Estuario de Paranaguá (provincia del Paraná, Brasil), crecimiento alométrico positivo; y finalmente, Souza *et al.* (2005) hallaron en la especie *Cetengraulis edentulus* (Cuvier 1829), en Santa Catarina (Brasil), también un crecimiento alométrico positivo.

Las diferencias encontradas en estos estudios, con relación al tipo de crecimiento, podrían estar relacionados a factores como diferencias en el tamaño de la muestra, rangos de tallas de especímenes, diferencias genéticas entre grupos de especies y condiciones ambientales locales (Froese 2006). En esta misma línea, Ochoa (2016) precisa que los parámetros de la relación longitud-peso podrían diferir no solo entre especies, sino también entre poblaciones de la misma especie, considerando que el coeficiente de crecimiento depende de las diferencias genéticas, nutricionales y ambientales.

En el presente estudio, la descomposición polimodal por el método de Bhattacharya comprobó la representatividad de la muestra al identificar la presencia de juveniles y adultos en las distribuciones de frecuencias de longitudes de la samasa. Este método ha sido usado por otros autores, como Soto-Rojas *et al.* (2017), quienes identificaron

tres cohortes en la especie *Cetengraulis mysticetus* Günther, 1867, del Golfo de Nicoya (Costa Rica).

El análisis del factor de condición relativo (K_n) en este estudio reportó durante los meses y años de evaluación valores generalmente superiores a uno, para machos y hembras; valores similares de K_n para la samasa se hallaron en otras áreas marinas, por ejemplo, Cheme (2020) encontró en las zonas de Camarones y Limones, ubicadas en el puerto de Esmeraldas (Ecuador), valores de K_n mayores a uno; mientras que Campo (2019) encontró para la especie *Engraulis encrasicolus*, valores de K_n entre 0.86 y 1.07 en el mar Mediterráneo.

La variación de K_n en relación a las longitudes mostró valores mayores a uno, tanto para machos y como para hembras, lo cual indicaría buenas condiciones del hábitat durante el ciclo de vida de samasa, a excepción de la longitud de 9.0 cm ($K_n = 0.90$) en hembras y de la longitud de 11.5 cm ($K_n = 0.96$) en machos, lo que podría estar relacionado a la talla de primera madurez de samasa, que la alcanza entre 9.0 cm y 9.5 cm de longitud total. En ese sentido, Froese (2006) manifiesta que valores altos del factor de condición generalmente se deben a la alta tasa de alimentación o maduración gonadal, mientras que valores bajos suelen asociarse con una limitada disponibilidad de alimentos y pérdida de peso después del desove.

Ruiz-Campos (1997) refiere que valores del factor de condición relativo ≥ 1 son un indicador de condiciones fisiológicas y ecológicas favorables para los individuos de una población de peces, por otro lado, Jacinto (2014) señala que en el mar de Pisco-Paracas circulan aguas ricas en nutrientes provenientes del afloramiento permanente de San Juan, estas aguas son el sustento de la gran producción primaria, lo cual validaría que el hábitat del litoral de Pisco presenta condiciones favorables para que la samasa permanezca en la bahía de Pisco con una buena condición somática.

Conclusiones

La zona norte de la bahía de Pisco, por su buena disponibilidad de alimento y buenas condiciones ambientales, se ha convertido en un refugio local para la samasa, por tal razón, durante todo el periodo analizado el K_n presentó principalmente valores

2. Carvalho B, N Ferreira Fountoura, HL Spach. 2014. Crecimiento y longevidad de *Anchoa tricolor* (Spix & Agassiz, 1829) en un estuario subtropical de Brasil. III Jornadas Interdisciplinarias. Buenos Aires, Argentina.

mayores o iguales a uno en los dos sexos, apoyando la hipótesis planteada. Las hembras de samasa tuvieron un crecimiento de tipo isométrico con la siguiente relación: $Pt = 0.006409 \cdot Lt^{3.02}$, mientras que los machos presentaron un crecimiento de tipo alométrico positivo con la siguiente relación: $Pt = 0.003589 \cdot Lt^{3.25}$, por lo que se recomienda el uso del factor de condición relativo (K_n) para monitorear la condición nutricional de la samasa.

Agradecimientos

A Marilú Bouchon Corrales, Edward Barriga Rivera, Gary Zavala Ramos y a Jorge Flores Valiente por sus valiosos comentarios durante la ejecución del presente trabajo.

Literatura citada

- Bhattacharya CG. 1967. A simple method of resolution of a distribution in to gaussian components. *Biometrics* 23: 115–135. DOI: 10.2307/2528285
- Bolger T, PL Connoly. 1989: The selection indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology* 17(3): 1–1821. DOI:10.1111/j.1095-8649.1989.tb03300.x
- Bouchon M. 2007. Biología y pesquería de samasa *Anchoa nasus* (Kner y Steindachner, 1866) (Pisces: Clupeiformes: Engraulidae) en el mar peruano. Tesis de Maestría. Escuela Universitaria de Postgrado. Universidad Nacional Federico Villarreal. Perú. 70p.
- Campo A. 2019. Evaluación espacial de la condición biológica y la ecología trófica de la sardina (*Sardina pilchardus*) y anchoa (*Engraulis encrasicolus*) en la costa mediterránea peninsular. Tesis de Master. Instituto de Ciencias del Mar. Universitat de Barcelona. España. 36p.
- Cifuentes R, J González, G Montoya, A Jara, N Ortíz, P Piedra, E Habit. 2012. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana* 76: 101–110. DOI: 10.4067/S0717-65382012000100009
- Cheme VH. 2020. Relación longitud peso en peces marinos costeros en la zona norte de Esmeraldas. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 59p.
- Chirichigno FN, M Cornejo U. 2001 Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. IMARPE. Perú. 314p.
- Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22(4): 241–253. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x
- Galindo-Cortes G, C Meiners, L Jiménez-Badillo. 2015. Length-weight relationships for 30 fish species caught in coastal waters of Veracruz, western Gulf of Mexico. *Biología Marina y Oceanografía* 50(1): 141–147. DOI: 10.4067/S0718-19572015000100012
- Hernández D. 2012. Sexualidad y reproducción del boquerón o longorón *Engraulis encrasicolus* (Osteichthyes: Clupeiformes: Engraulidae) en aguas de Gran Canaria. Máster en Gestión Sostenible de Recursos Pesqueros, Universidad de las Palmas de Gran Canaria. España. 121p.
- Jacinto ME. 2014. propuesta de un sistema de indicadores ambientales y socio económicos en la zona marino costera de Pisco-Paracas. Tesis de Maestría. Sección de posgrado y segunda especialización. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú. 109p.
- Jellyman PG, DJ Booker, SK Crow, ML Bonnett, DJ Jellyman. 2013. Does one size fit all? An evaluation of length-weight relationships for NewZealand's freshwater fish species. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 47: 450–468. DOI: 10.1080/00288330.2013.781510
- Le Cren ED. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology* 20(2): 201–219. DOI: 10.2307/1540.
- Ministerio de la Producción. 2015. Resolución Ministerial N° 353. Aprueban disposiciones para realizar el muestreo de recursos hidrobiológicos. Perú, 26 de octubre de 2015.
- OchoaUbilla BY, KJ Mendoza Nieto, R Vivas Moreira, J Urdánigo Zambrano, Y Ferrer-Sánchez. 2016. Estructura de tallas de captura y relación longitud-peso de peces nativos en el humedal Abras de Mantequilla, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología UTEQ* 9(2): 19–27.
- Quispe J. 2007. Simulación de la hidrodinámica en la Bahía de Paracas, Pisco-Perú; utilizando forzantes físicos. Tesis de Maestría en Física. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. 157p.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical

- Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Retamales R. 2010. Monitoreo de las condiciones reproductivas del chumumo (*Anchoa nasus*) y sardina (*Ophisthonema libertate*). Informe final. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Ecuador. 41p. DOI: 10.13140/RG.2.2.22859.64802
- Ricker W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada* 191: 1–382.
- Ruiz-Campos G, EP Pister, GA Compeán-Jiménez. 1997. Age and growth of Nelson's trout *Oncorhynchus mykiss nelson*, from Arroyo San Rafael, sierra San Pedro Martir, Baja California, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 42(1): 74–85.
- Soto-Rojas RL, LA Hernández-Noguera, JL Vega Alpizar. 2017. Estimación de la biomasa existente de la anchoveta *Cetengraulis mysticetus*, en la zona interna del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Informe de investigación. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 26p.
- Souza J, M Rodrigues, A Castro. 2005. Dinámica populacional, biología reproductiva e oictopláncton de *Cetengraulis edentulus* Cuvier (Pisces, Clupeiformes, Engraulidae) na enseada do Saco dos Limões, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(4): 953–961.
- Sparre P, SC Venema. 1998. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *FAO Fisheries Technical Paper* 306.1, Rev. 2.

Recibido: 17 de septiembre de 2020

Aceptado: 4 de marzo de 2021

Artículo científico

Índice multivariado de la salud de la samasa *Anchoa nasus* en la Bahía de Pisco (Ica-Perú)

Multivariate health index of the samasa *Anchoa nasus* in the Bay of Pisco (Ica-Peru)

Gerardo Pasache-Medina*†, Jorge Tam-Málaga**✉, Edher Calle-Estrada***, Cristian Vásquez-Velasco****, Italo Arones-Cahua* y Alberto Lorenzo-Puitiza*

Resumen

La samasa *Anchoa nasus* (Kner y Steindachner, 1867) es una especie pelágica que se desplaza localmente entre Isla Ovillos y Tambo de Mora (bahía de Pisco, Ica, Perú). Su captura ocurre de manera intermitente, debido a que la flota artesanal extrae principalmente la especie anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns 1842, pero en ocasiones, cuando no hay capturas o poca presencia de anchoveta, redirigen su esfuerzo a la samasa. Se realizó un muestreo biométrico y biológico a los ejemplares de samasa en el laboratorio costero de Pisco del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), y se evaluó la salud de la subpoblación de la samasa mediante la integración multivariada de indicadores de crecimiento, reproductivos y poblacionales. Para tal fin se usó el primer componente principal (CP1) de todos los indicadores como un Índice Multivariado de Salud (IMS), debido a que contiene la mayor contribución a la varianza. Se usó un punto de referencia objetivo y un punto de referencia límite con la finalidad de categorizar el IMS en tres niveles: alto, medio y bajo. El IMS analizado entre los años 2008-2018 fluctuó entre los puntos de referencia, por lo que en general el estado de salud de la samasa se ha encontrado en niveles intermedios. Sin embargo, a partir de 2016 el IMS mostró una tendencia decreciente, por lo que se sugiere adoptar medidas de manejo precautorias para mitigar dicha tendencia.

Palabras claves: pequeños peces pelágicos, puntos de referencia, indicadores, integridad poblacional.

Abstract

The samasa *Anchoa nasus* (Kner and Steindacher, 1867) is a pelagic species distributed locally between Ovillos Island and Tambo de Mora (Pisco Bay, Ica, Peru). Its capture occurs irregularly, because the artisanal fleet extracts mainly the anchovy target species *Engraulis ringens* Jenyns 1842, but sometimes when there are no catches or little presence of anchovy, they redirect their effort to samasa. Biometric and biological sampling of samasa individuals was carried out in the Coastal Laboratory of Pisco of the Peruvian Marine Research Institute (IMARPE), and the health of the subpopulation of samasa was assessed through a multivariate integration of growth, reproductive and population indicators. For this purpose, the first principal component (CP1) of all indicators was used as a Multivariate Health Index (IMS), because it represents the largest variance contribution. An objective reference point and a limit reference point were used in order to categorize the IMS in three levels: high, medium and low. The IMS analyzed between the years 2008-2018 fluctuated between the reference points, therefore in general the health state of samasa has been found in intermediate levels. However, from 2016 the IMS showed a decreasing trend, so it is suggested to take precautionary measures to mitigate this trend.

Key words: small pelagic fishes, reference points, indicators, population integrity.

* Laboratorio Costero de Pisco, Instituto del Mar del Perú, Av. Los Libertadores A-12, Urb. El Golf, Paracas, Pisco, Perú.

** Laboratorio de Modelado Oceanográfico, Ecosistémico y del Cambio Climático (LMOECC), Instituto del Mar del Perú, Esq. Gamarra y General Valle s/n Chucuito, La Punta, Callao, Perú. ✉ Autor para correspondencia: jtam@imarpe.gob.pe.

*** Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores s/n, Castilla, Piura, Perú.

**** Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Calle Juan XXIII, N° 391, Chiclayo, Lambayeque, Perú.

Introducción

La anchoveta blanca o samasa *Anchoa nasus* (Kner y Steindachner, 1867) es un pez pelágico del grupo de los Clupeiformes, presenta una distribución transfronteriza, desde el norte del golfo de California hasta las Islas Chincha (Perú) y

probablemente más al sur. IMARPE (2017)¹ indica que en el Perú la población de samasa *A. nasus* se distribuye entre los 04°S y 13°S, por lo que la zona de estudio situada en la bahía de Pisco (Ica, Perú) habita solo una subpoblación de la población total de la samasa en el Perú.

La necesidad de cuantificar la salud de especies marinas de importancia comercial es ampliamente aceptada por la comunidad científica. Sin embargo, no hay un consenso que permita determinar cómo evaluar la salud, lo que conlleva a realizar las siguientes interrogantes: ¿Cómo se mide la salud en los recursos hidrobiológicos? ¿Es posible determinar la existencia de una buena o mala salud en la población de los organismos marinos? ¿Cuántos indicadores son suficientes para tener una información adecuada que permita determinar en qué estado se encuentra la salud de las poblaciones marinas? Estas interrogantes son complejas, sin embargo, en los últimos años diversos investigadores han brindado propuestas con la finalidad de responder a estas preguntas. En ese sentido, Shin y Shannon (2010) y Somarakis *et al.* (2019), señalan que el uso de indicadores para diagnosticar la salud de las poblaciones y los ecosistemas ha recibido cada vez más atención por su potencial aplicación al manejo y la conservación. Por otra parte, Boyce *et al.* (2019) indican que la salud es una metáfora útil para comprender el estado de la población, ya que incorpora un conjunto más amplio de factores que la mayoría de las evaluaciones tradicionales de la población y tiene el potencial de proporcionar una comprensión más profunda y robusta que cualquier indicador individual.

La relevancia de la presente investigación se debe a que la captura de samasa se realiza de manera intermitente, sobre todo cuando no hay capturas o poca disponibilidad de la especie objetivo, como la anchoveta *Engraulis ringens* Jennys 1842, por la flota de cerco artesanal. Su captura es destinada a la producción de harina y aceite de gran calidad, los dos productos son dirigidos al mercado nacional como productos de base proteica en la industria de alimentos balanceados, aportando divisas económicas. En este sentido, Grillo *et al.*

(2018) señalan que la anchoveta y la samasa capturadas por la flota artesanal en el litoral de Pisco alcanzan una producción de 22 mil toneladas al año de harina de alto contenido proteico y cinco mil toneladas de aceite de pescado, que representa un valor total estimado de 32 millones de dólares al año. Por lo tanto, es importante evaluar el estado de la salud de la subpoblación de samasa que habita en el litoral de Pisco.

Salas-Guzmán *et al.* (2018) señalan que los puntos de referencia son herramientas de manejo que cumplen diversos propósitos en la ordenación pesquera, orientados tanto a la conservación del recurso como a garantizar la sostenibilidad de la pesquería.

Durante el periodo investigado predominaron los desembarques de anchoveta (92.45%), lo que ha ocasionado que entre los años 2008-2015 la samasa tenga una presión de pesca moderada, a partir de 2016 el esfuerzo pesquero hacia la samasa se incrementó debido a la poca disponibilidad de la anchoveta en la bahía (IMARPE 2020)². En este contexto se hipotetiza que la salud de la subpoblación de la samasa se ha encontrado durante la mayor parte del periodo investigado en un estado intermedio, por lo que el objetivo de esta investigación es proponer un índice multivariado de salud (IMS) que será categorizado en niveles alto, medio y bajo mediante el uso de puntos de referencia con la finalidad de contribuir al mejor ordenamiento de este recurso pesquero.

Materiales y métodos

Área de estudio

La zona de estudio se circunscribió a la franja marino-costera entre las latitudes que comprenden la Isla Ovillos (13°44" S) y Tambo de Mora (13°28" S). Las capturas ocurrieron principalmente dentro de las 2 mn de la costa, las muestras se obtuvieron de los dos únicos lugares de desembarque de samasa en Pisco: infraestructura pesquera artesanal (IPA) José Olaya Balandra (distrito de San Andrés) y complejo pesquero La Puntilla (distrito

1. IMARPE. 2017. Biología y pesquería de samasa (*Anchoa nasus*) en el litoral peruano. Informe de investigación (Documento interno). Instituto del Mar del Perú. Perú. 8p.

2. IMARPE. 2020. Desembarques de los peces pelágicos en la bahía de Pisco (Ica). Informe de investigación (Documento interno). Instituto del Mar del Perú. Perú. 10p.

de Paracas) (Fig. 1). Las capturas en Pisco representan en promedio el 15% de las capturas de samasa a nivel nacional.

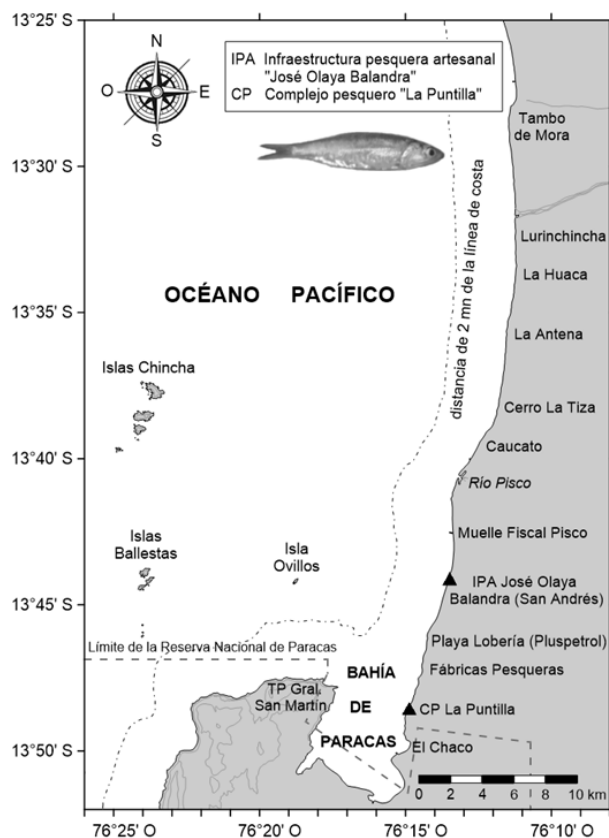


Fig. 1. Zonas de desembarque (triángulos) de la samasa *Anchoa nasus* en Pisco, Perú.

Muestreo

La samasa fue capturada con embarcaciones construidas de madera que emplean redes de cerco con una abertura de malla de 0.5 plg (1.27 cm). Los ejemplares se recolectaron durante el periodo comprendido entre 2008 y 2018. Para tal fin se utilizó el muestreo aleatorio simple, descrito en la resolución del Ministerio de la Producción del Perú (2015), luego se identificó el sexo a través de características morfocromáticas como lo establece la escala de madurez gonadal propuesta por Einarsson *et al.* (1966).³

3. Einarsson H, Flores F, Miñano J. 1966. El ciclo de madurez de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.) I Seminario Latinoamericano sobre el Pacífico Oriental. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. pp: 128-135.

Con la información recopilada se calcularon nueve variables que se consideran indicadores de salud de samasa.

1. Abundancia relativa (CPUE, $\text{kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$): se determinó a partir de los datos de captura y esfuerzo pesquero, mediante encuestas a los pescadores artesanales, esta CPUE se calculó mediante la siguiente ecuación (Jul-Larsen *et al.* 2003):

$$CPUE = \frac{\text{Captura}}{\text{Esfuerzo pesquero}} \quad \text{ec. 1}$$

Donde:

CPUE: Índice de abundancia relativa; Captura: Volumen total declarado en kg; Esfuerzo pesquero: Número de viajes de pesca ejercido de la flota pesquera por día.

2. Longitud total (Lt): se determinó realizando mediciones de cada ejemplar con un ictiómetro de aluminio con graduación cada 0.5 cm.
3. Peso total (Pt): se obtuvo registrando el peso de cada ejemplar con una balanza de precisión (± 0.01 g).
4. Madurez sexual (MS): Los estadios de madurez sexual se determinaron con la escala de madurez gonadal propuesta por Einarsson *et al.* (1966).³
5. Índice gonadosomático (IGS,%): se obtuvo usando la metodología brindada por Vazzoler (1981).

$$IGS = \frac{P_g}{P_e} \cdot 100 \quad \text{ec. 2}$$

Donde:

Pg = peso de la gónada; Pe = peso eviscerado.

El Pg se obtuvo pesando las gónadas de cada ejemplar en una balanza de precisión (± 0.01 g).

El Pe se obtuvo pesando cada ejemplar al que se le habían extraído las vísceras y las gónadas, en una balanza de precisión (± 0.01 g).

6. Factor de condición relativo (K_n): se determinó con el método propuesto por LeCren (1951), que se expresa con la siguiente ecuación:

$$K_n = \frac{P_t}{L_t^3} \quad \text{ec. 3}$$

Donde: K_n = Factor de condición relativo; P_t = Peso total (g); $\bar{P}_t = a L_t^b$ (g), L_t = Longitud total

(cm), b = Exponente de la relación longitud-peso, a = Coeficiente de la relación longitud-peso.

7. Proporción sexual (PS): se calculó dividiendo el número de individuos machos entre hembras.
8. Cociente demográfico (CD): se obtuvo dividiendo el número de ejemplares con longitud >9.5 cm entre el número de ejemplares <9.5 cm, considerando que la talla de primera madurez sexual del recurso estudiado es de 9.5 cm (Bouchon-Corrales 2007). Se considera que una mayor proporción de ejemplares grandes es indicador de una buena salud.
9. Equidad (E): La uniformidad de la distribución de tallas se calculó separando los ejemplares en intervalos de 0.5 cm Lt sobre la distribución de tallas observadas (6.0-15.5 cm), y usando el índice de equidad de Pielou (1975). Se considera que a mayor equidad de tallas, hay una mejor representación de las cohortes.

$$E = H/(H'_{\max}) \quad \text{ec. 4}$$

Donde: H = índice de Shannon; $H'_{\max} = \log_2 S$ = diversidad máxima de tallas. S = número de clases de tallas.

Análisis de datos

La salud de la subpoblación de samasa se evaluó desde 2008 hasta 2018 a través de un IMS que se construyó integrando a las variables que son indicadores de salud; la construcción de este índice se desarrolló mediante la aplicación de un Análisis de Componentes Principales (ACP) y además se usaron puntos de referencia con la finalidad de categorizar la salud.

Rodríguez-Andersen y Giménez-Legal (2017) señalan que la idea central del ACP es conseguir la simplificación de un conjunto de datos cuantitativos, procedentes de un conjunto de variables interrelacionadas. Este objetivo se alcanza obteniendo, a partir de combinaciones lineales de las variables originalmente medidas, un nuevo conjunto de igual número de variables, llamadas componentes principales (CP), en las cuales permanece la variabilidad presente en los datos originales, y que, al ordenarlas decrecientemente por su varianza, permiten explicar el fenómeno de estudio con las primeras CP. En ese sentido,

el primer componente principal (CP1) contiene la mayor proporción de varianza de todos los componentes.

Antes de realizar el ACP, todos los indicadores fueron normalizados utilizando la escalera de potencias de Tukey (1977).

Donde: $f(x)$ = es el indicador normalizado; x = es el indicador que se va a transformar; λ = el coeficiente de transformación estimado.

$$f(x) = \begin{cases} x^\lambda, & \lambda > 0 \\ \log x, & \lambda = 0 \\ -(x^\lambda), & \lambda < 0 \end{cases}$$

Luego para el uso de métodos lineales, se estandarizaron las variables con media 0 y desviación estándar 1 para la comparación de tendencias. Posteriormente se aplicó la prueba de Anderson Darling para contrastar si los indicadores presentan una distribución normal.

La estandarización se realizó con la siguiente fórmula:

$$Z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \quad \text{ec. 5}$$

Donde: Z_i = Valor estandarizado; μ = Media; X_i = Valor normalizado; σ = Desviación estándar.

Con los datos normalizados y estandarizados, se aplicó el algoritmo de K-medias para analizar los procesos internos que contribuyen al IMS, y el número óptimo de grupos se determinó utilizando el criterio de Silhouette (Borcard *et al.* 2011). Una vez determinado el número de grupos, se realizó un ACP para cada grupo y para el total de los indicadores.

Como el CP1 de todos los indicadores representa la mayor proporción de la varianza de los indicadores, se utilizó como un IMS de la población de la especie evaluada.

Posteriormente se graficaron las series de tiempo de los CP1 de cada grupo identificado por el análisis de K-medias, así como la serie de tiempo del IMS. Se definieron dos puntos de referencia con el objetivo de clasificar el estado de la salud de la subpoblación de samasa en tres categorías: sobre el Punto de Referencia Objetivo (PRO) la salud es alta, bajo el Punto de Referencia Límite (PRL) la salud es baja, y entre ambos puntos de referencia la salud presenta un nivel medio.

Los puntos de referencia se calcularon usando las siguientes fórmulas (Ortiz *et al.* 2004):

$$PRO = X + Sd/2 \quad \text{ec. 6}$$

$$PRL = X - Sd/2 \quad \text{ec. 7}$$

Donde: PRO = Punto de referencia objetivo, PRL = Punto de referencia límite, Sd = Desviación estándar del CP1, X = Promedio del CP1.

Se realizaron pruebas de normalidad de Anderson Darling a los indicadores estandarizados y normalizados. Las series de tiempo se suavizaron usando la función LOESS (*Local Weighted Regression*). Todos los cálculos se realizaron utilizando el programa R versión 4.0.2 (R Development Core Team, RStudio Team 2020).

Resultados

Se analizaron 52 muestras entre los años 2008 y 2018 (a excepción del año 2009, puesto que no hubo extracción de samasa). Se examinaron 3,496 ejemplares, determinando 1,830 machos y 1,666 hembras. La prueba de Anderson Darling mostró que la escalera de Tukey normalizó la mayoría de indicadores.

Luego se graficaron series de tiempo de los CP1 de los tres grupos determinados con el criterio de Silhouette; además, se graficó la serie de tiempo del IMS; el algoritmo de K-medias identificó a los indicadores que conforman cada grupo. De esta manera, el Grupo 1 (G1) estuvo compuesto por los indicadores MS, IGS y K_n . El Grupo 2 (G2), por los indicadores CPUE, PS, E. Y el Grupo 3 (G3), por la Lt, Pt y CD. Por otro lado, como los indicadores fueron estandarizados y normalizados, el IMS es adimensional y tomó valores entre -6 y 6.

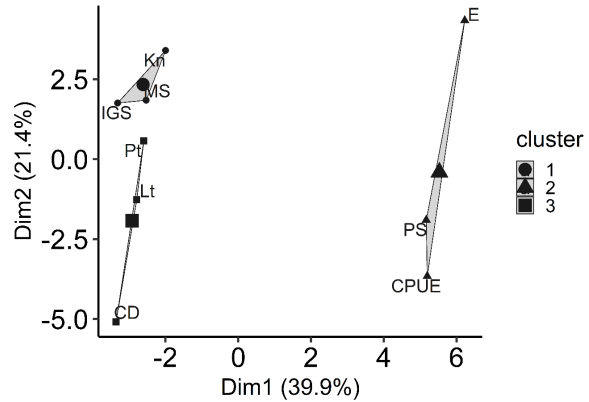


Fig. 2. Análisis K-medias entre indicadores de salud de la samasa *Anchoa nasus* en Pisco, Perú.

Los indicadores del G1 están relacionados con aspectos reproductivos, el CP1-G1 representó 82% de la varianza y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$CP1-G1 = 0.59139 \cdot MS + 0.58874 \cdot IGS + 0.55103 \cdot K_n \quad \text{ec. 8}$$

La serie de tiempo suavizada muestra valores medios entre los años 2008 y 2014, luego valores menores a su PRL (-0.78446) entre 2015 y 2016, posteriormente valores medios en el 2017, para finalmente mostrar valores mayores a su PRO (0.78446) en 2018 (Fig. 3).

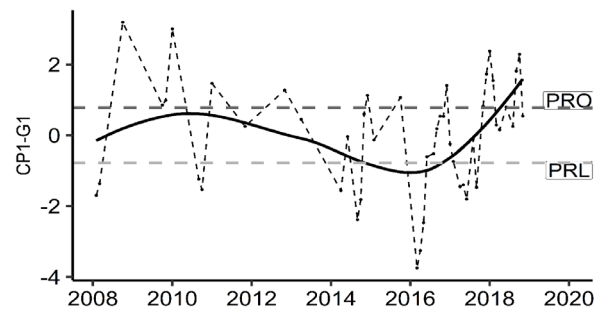


Fig. 3. Serie de tiempo del CP1-G1 de los indicadores de salud de la samasa *Anchoa nasus* (línea punteada negra), serie suavizada (línea sólida negra), punto de referencia límite (línea gris clara), y punto de referencia objetivo (línea gris oscura).

Los indicadores del G2 están relacionados a aspectos poblacionales, el CP1-G2 representó 45% de la varianza y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$CP1-G2 = 0.53266 \cdot CPUE + 0.56908 \cdot E + 0.62643 \cdot PS \quad \text{ec. 9}$$

El PRO = 0.58393 y el PRL = -0.58393, la serie de tiempo suavizada muestra valores entre su PRO (0.58393) y su PRL (-0.58393) durante todos los años (Fig. 4).

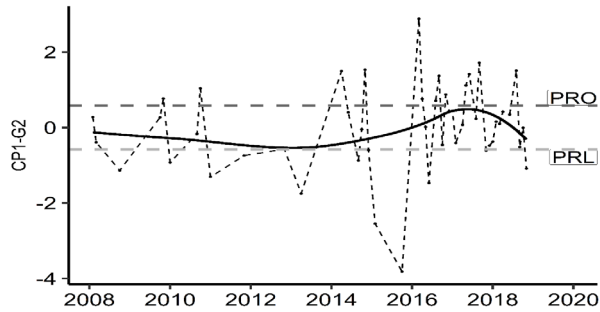


Fig. 4. Serie de tiempo del CP1-G2 de los indicadores de salud de la samasa *Anchoa nasus* (línea punteada negra), serie suavizada (línea sólida negra), punto de referencia límite (línea gris clara), y punto de referencia objetivo (línea gris oscura).

Los indicadores del G3 están relacionados con aspectos de crecimiento, el CP1-G3 representó 79% de la varianza y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$CP1-G3 = -0.60872 \cdot Lt - 0.58884 \cdot Pt - 0.53173 \cdot CD \quad \text{ec. 10}$$

La serie de tiempo del IMS suavizado muestra que entre los años 2008 y 2010 los valores fueron menores a su PRL (0.77157), luego alcanzaron un nivel medio entre 2010 y 2015, para aumentar ligeramente sobre su PRO (-0.77157) entre 2015 y 2016; finalmente presenta valores medios entre los años 2017 y 2018 (Fig. 5).

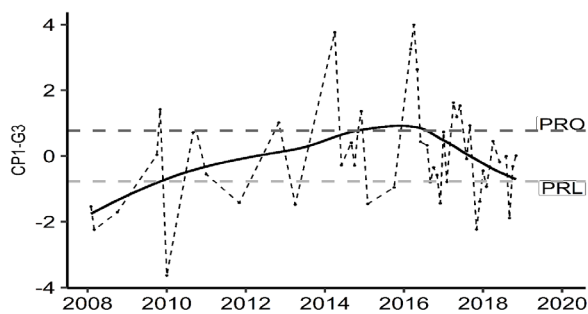


Fig. 5. Serie de tiempo del CP1-G3 de los indicadores de salud de la samasa *Anchoa nasus* (línea punteada negra), serie suavizada (línea sólida negra), punto de referencia límite (línea gris clara), y punto de referencia objetivo (línea gris oscura).

IMS de la samasa

El IMS de la subpoblación de la samasa representa 51% de la varianza y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$IMS = -0.40320 \cdot Lt - 0.41011 \cdot Pt - 0.37293 \cdot MS - 0.41026 \cdot IGS - 0.34179 \cdot K_n + 0.15211 \cdot CPUE + 0.13267 \cdot E + 0.31548 \cdot PS - 0.32366 \cdot CD \quad \text{ec. 11}$$

La serie de tiempo suavizada del IMS de la subpoblación de samasa se encontró en un nivel medio entre los años 2008 y 2015, posteriormente la salud alcanzó valores mayores a su PRO (1.05978) entre 2015 y 2016, para después presentar valores medios entre 2016 y 2018, finalmente desde 2018 alcanzó valores menores a su PRL (-1.05978) (Fig. 6).

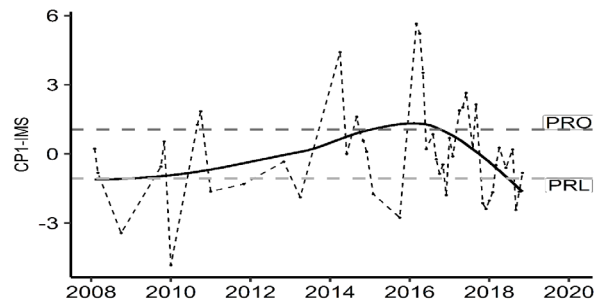


Fig. 6. Serie de tiempo del IMS de la samasa *Anchoa nasus* (línea punteada negra), serie suavizada (línea sólida negra), punto de referencia límite (línea gris clara), y punto de referencia objetivo (línea gris oscura).

La prueba de Anderson Darling indica que el CP1-G1 ($A = 0.33913$, $p > 0.05$), el CP1-G2 ($A = 0.2848$, $p > 0.05$), el CP1-G3 ($A = 0.33405$, $p > 0.05$) y el IMS ($A = 0.46026$, $p > 0.05$) se ajustaron a una distribución normal. El IMS presentó mayor correlación con el CP1-G1 ($r = 0.869$, $p < 0.05$), una correlación negativa con el CP1-G2 ($r = -0.867$, $p < 0.05$) y una correlación no significativa con el CP1-G3 ($r = 0.168$, $p > 0.05$).

Las primeras diferencias del IMS suavizado (Fig. 7) mostraron un estado estable menos saludable en el 2010, con una transición favorable entre 2012 y 2014 y un estado estable saludable en 2016 para terminar con una transición desfavorable en los últimos años.

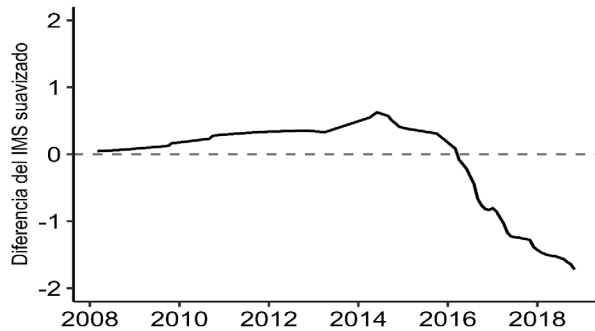


Fig. 7. Primeras diferencias del ims suavizado de la samasa *Anchoa nasus*. Línea horizontal muestra el nivel donde la primera diferencia es cero (estado estable).

Discusión

Tradicionalmente se han utilizado indicadores univariados como el IGS o el Kn para evaluar el estado de la salud de los recursos hidrobiológicos, por lo tanto, la FAO (2001) señala que interpretar la salud de una especie con base en un solo indicador no aporta una visión global del estado de salud de la población. Por ello, la presente propuesta del IMS proporciona una comprensión holística del estado de salud de las especies hidrobiológicas, debido a que la técnica estadística del ACP integra diversos indicadores poblacionales, reproductivos y de crecimiento, lo que ha permitido monitorear la salud de la subpoblación de samasa en el tiempo.

Analizando la relación entre los tres grupos de indicadores identificados mediante el K-medias y el IMS, se observó que el CP1-G3 (indicadores de crecimiento) tiene un comportamiento más similar al IMS que el CP1-G1 (indicadores reproductivos) y el CP1-G2 (indicadores poblacionales), sugiriendo que el IMS sería más sensible a cambios en Lt, Pt y CD.

De acuerdo a los autovectores del análisis del CP1, los indicadores más importantes son el IGS y la PS.

Del Monte-Luna (2000) señala que los puntos de referencia comenzaron siendo un criterio conceptual que implica de manera general el objetivo de manejo de una pesquería. Para implementar la ordenación pesquera debe ser posible convertir estos puntos de referencia conceptuales en puntos de referencia técnicos que pueden ser calculados. En ese sentido, se utilizaron los puntos de

referencias con la finalidad de categorizar los niveles en que se encuentra la salud de la especie evaluada.

Caddy y Mahon (1996) señalan que un PRO indica un estado de una pesquería y/o un recurso, que se considera deseable y en el cual debe adoptarse una acción de ordenación, ya sea durante el desarrollo o la recuperación de la población. Por otra parte, un PRL indica un estado de una pesquería y/o un recurso, que se considera indeseable y que la acción de ordenación debe evitar. En ese sentido, durante la década analizada, el IMS fluctuó entre valores levemente mayores al PRO y ligeramente menores al PRL, por lo que en general el estado de salud se encontró en niveles intermedios.

Estos resultados apoyan la hipótesis planteada de que la salud de la subpoblación de la *A. nasus* que habita en la bahía de Pisco se ha mantenido a un nivel intermedio, probablemente debido a condiciones ambientales, nutricionales, y a una moderada presión antrópica a la que ha sido sometida esta especie en esta zona. Sin embargo, la tendencia negativa del IMS a partir de 2016 sugiere tomar medidas de manejo precautorias para revertir dicha tendencia.

En el Perú se aplican Puntos Biológicos de Referencia (PBR) como parte del manejo pesquero. Por ejemplo, para la asignación de cuotas de pesca para los stocks de anchoveta *E. ringens*, IMARPE (2020b) utiliza un PBR Objetivo estimado en seis millones de toneladas de biomasa desovante y un PBR Límite de cuatro millones de toneladas. Este manejo pesquero ha permitido que los stocks de anchoveta se encuentren saludables, y que la industria pesquera en el Perú se desarrolle de manera sostenible. Por otra parte, el uso de puntos de referencia en el IMS es relevante debido a que permite analizar la salud de recursos hidrobiológicos en los cuales el estado de la salud es incierto. Por ello se cree que podría contribuir en el futuro al ordenamiento de la actividad pesquera, por un lado, el PRO ayudaría a mantener la actividad económica de las pesquerías a un nivel deseable, por otro lado, el PRL ayudaría a cuidar que la salud de las especies no se deteriore.

La utilidad de índices multivariados de salud también fue resaltada por Boyce *et al.* (2019), quienes, a diferencia del presente trabajo, utilizaron un modelo mixto como índice de salud del arenque

Clupea harengus (Linnaeus 1758) en un periodo de 50 años, encontrando que la salud del arenque ha tenido dos transiciones, la primera desde un nivel inicialmente alto y débilmente decreciente entre 1965 y 1980, a un nivel moderado, y la segunda rápidamente decreciente entre 1980 y 2005, para luego recuperarse de manera continua.

El IMS cumple con criterios deseables para indicadores: integra diferentes indicadores univariados específicos del estado de salud, comprende datos disponibles rutinariamente, se calcula fácilmente con el modelo obtenido, y es interpretable con ayuda de los puntos de referencia. Por tales motivos se sugiere que se emplee esta metodología en otras especies que cuenten con información de diversos indicadores, de modo que el estado de salud no dependa de un solo aspecto sino de características multivariadas de la especie.

Una limitación del presente estudio fue el reducido periodo de la serie de tiempo de los indicadores, por otro lado, debido a que las capturas fueron intermitentes no hubo una continuidad en la recolección de los datos, y hubo escasa información de otras variables (por ejemplo, para estandarizar la CPUE); se recomienda que el IMS sea aplicado en especies que cuenten con información multivariada, durante un periodo más prolongado de tiempo que permita monitorear tendencias a largo plazo y relacionarlas con variables ambientales. Por otra parte, este estudio es representativo para el periodo corto analizado, por ende, se requiere continuar monitoreándolo para tener certeza de las tendencias en el futuro.

En el Perú, especies como la anchoveta *E. ringens*, la sardina *Sardinops sagax* (Jenyns 1842) y el jurel *Trachurus murphyi* Nichols 1920, cuentan con serie de tiempo de diversos indicadores relacionados a aspectos reproductivos, poblacionales y de crecimiento, por ello son candidatos idóneos para la aplicación del IMS en trabajos futuros.

Agradecimientos

Al personal de Área de Recursos Pelágicos y al personal de la Oficina de Pesca Artesanal del Instituto del Mar del Perú por la información brindada para el desarrollo de la investigación, de la misma manera se les agradece a los pescadores

artesanales del Distrito de San Andrés, en especial a Gary Zavala Ramos.

Literatura citada

- Boyce D, B Petrie, F Kenneth. 2019. Multivariate determination of Atlantic herring population health in a large marine ecosystem. *ICES Journal of Marine Science* 76: 859–869. DOI: 10.1093/icesjms/fsy208.
- Borcard D, F Guillet, P Legendre. 2011. *Numerical ecology with R*. Springer.
- Bouchon-Corrales M. 2007. Biología y pesquería de samasa *Anchoa nasus* (Kner y Steindachner, 1866) (Pisces: Clupeiformes: Engraulidae) en el mar peruano. Tesis de maestría. Universidad Nacional Federico Villarreal. Perú. 69p.
- Caddy JF, R Mahon. 1996. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. *FAO Documento Técnico de Pesca* No. 347. Roma, FAO. 109p.
- Del Monte-Luna P. 2000. Confrontación de modelos de biomasa dinámica: Una aplicación a la pesquería del Huachinango. Tesis Maestría en Ciencias Pesqueras. CICIMAR-IPN. México. 61p.
- FAO. 2001. Directrices para la recopilación sistemática de datos relativos a la pesca de captura. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 382. FAO. Roma. 132p.
- Grillo J, R Gozzer Wuest, JC Sueiro, JC Riveros. 2018. Producción ilegal de harina de pescado en Perú a partir de anchoveta extraída por la flota artesanal y de menor escala. OCEANA. Perú. 28p. DOI: 10.13140/RG.2.2.18562.53448/1
- IMARPE. 2020b. Protocolo. Elaboración de la tabla de decisión para la determinación del Límite Máximo de Captura Total Permisible por temporada de pesca en la pesquería del Stock Norte-Centro de la anchoveta peruana. Instituto del Mar de Perú. IMP-DGIRP/AFDPERP. Perú. 41p.
- Jul-Larsen E, J Kolding, R Overå, J Raakjær Nielsen, PAM van Zwieten (eds.). 2003. Management, co-management or no management? Major dilemmas in southern African freshwater fisheries. 2. Case studies. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 426/2, FAO. Roma. 271p.
- Le Cren ED. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20(2): 201–219. DOI: 10.2307/1540.
- Ministerio de la Producción. 2015. Resolución Ministerial N° 353. Aprueban disposiciones para realizar el muestreo de recursos hidrobiológicos. Perú, 26 de octubre de 2015.

- Ortiz N, NR Bernal, JC Betancourth, MO López. 2004. Sistema de Indicadores de seguimiento de la Política de Biodiversidad en Colombia: aspectos conceptuales y metodológicos. Serie: Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Política de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Colombia. 57p.
- Pielou EC. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons. New York.
- RStudio Team. 2020. RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL. On line: <http://www.rstudio.com/>.
- Rodríguez-Andersen G, E Giménez-Legal. 2017. Aplicación del análisis de componentes principales en la investigación de aguas de pozo para el consumo humano. *Población y Desarrollo* 23(45): 38–52. DOI:10.18004/pdfce/2076-054x/2017.023(45)038-052.
- Salas-Guzmán F, M Valderrama, C Barreto, V Atencio. 2018. Puntos de referencias biológicos para la ordenación pesquera de *Ageneiosus pardalis* (Auchenipteridae) en el embalse Urrá. *Acta Biológica Colombiana* 23(2): 163–169. DOI: 10.15446/abc.v23n2.64195
- Shin Y, L Shannon. 2010. Using indicators for evaluating, comparing, and communicating the ecological status of exploited marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 67: 686–691. DOI: 10.1093/icesjms/fsp273.
- Somarakis S, S Tsoukali, M Giannoulaki, E Schismenou, N Nikolioudakis. 2019. Spawning stock, egg production and larval survival in relation to small pelagic fish recruitment. *Marine Ecology Progress Series* 617–618: 113–136. DOI: 10.3354/meps12642.
- Tukey JW. 1977. *Exploratory data analysis*. Boston. EEUU. 160p.
- Vazzoler AEA de M. 1981. *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes; reprodução e crescimento*. Brasília, CNPq. Programa Nacional de Zoologia, Brasil. 108p.

Recibido: 1 de marzo de 2021

Aceptado: 30 de agosto de 2021

Nota científica

Dos especies ícticas mesopelágicas, *Taractes rubescens* (Bramidae) y *Lepidocybium flavobrunneum* (Gempylidae), comercializadas en México

Two mesopelagic fish species, *Taractes rubescens* (Bramidae) and *Lepidocybium flavobrunneum* (Gempylidae), commercialized in Mexico

Luis Fernando Del Moral-Flores^{*✉}, Samantha Ballesteros-Hernández^{**},
Ma. Teresa Gaspar-Dillanes^{***} y Rebeca Sánchez-Cárdenas^{****}

Resumen

Se presenta evidencia de la comercialización de dos especies de hábitos mesopelágicos, *Taractes rubescens* y *Lepidocybium flavobrunneum*, capturadas en las aguas mexicanas del golfo de México, y que se ofertan de manera frecuente en el mercado de La Nueva Viga en la Ciudad de México. Las características y procedencia de los especímenes observados son descritas, así como algunas perspectivas con relación a su aprovechamiento.

Palabras clave: especies oceánicas, peces de profundidad, mercado, registro.

Abstract

Evidence is presented of the commercialization of two species of mesopelagic habits, *Taractes rubescens* and *Lepidocybium flavobrunneum*, captured in the Mexican waters of the Gulf of Mexico, that are frequently offered in La Nueva Viga market in Mexico City. The characteristics and origin of the observed specimens are described, as well as some perspectives in relation to their use.

Key words: ocean sea species, deep fishes, market, record.

Introducción

Una de las premisas para el adecuado manejo de los recursos pesqueros es la determinación correcta de las especies sujetas a explotación, la cual en México se ha enfocado principalmente en las especies costeras y de mayor importancia econó-

mica (p. ej. Lutjanidae, Scombridae, Serranidae), relegando gran parte de las estadísticas bioeconómicas de diversos grupos ícticos de menor valor económico, o, como en el presente caso, especies poco abundantes, raras o de difícil acceso por el hábitat en el que ocurren. De acuerdo con la FAO (2018), la demanda mundial de alimentos está aumentando y quedan serios interrogantes sobre si la oferta puede aumentar de manera sostenible. La sobrepesca en la región costera y el bajo costo, así como la necesidad de otras fuentes alimentarias que provean de la proteína necesaria bajo la creciente demanda, ha ocasionado la necesidad y búsqueda de alternativas de obtener nuevos y mayores volúmenes de pesca, como en el caso de la acuicultura o la incursión en otros ambientes de pesca, como en la zona mesopelágica (Gjøsaeter y Kawaguchi 1980, Sutton *et al.* 2020). Esta zona se

* Laboratorio de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. ✉ Autor responsable de la correspondencia: delmoralfer@gmail.com.

** Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, ICMYL-UNAM, Circuito Exterior s/n. Ciudad Universitaria, Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México, México.

*** Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Ave. México núm. 190, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP 04100, Ciudad de México.

**** Laboratorio de Ecología de Pesquerías, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen s/n, Col. Los Pinos, Centro, CP 82000, Mazatlán, Sinaloa, México.

define por la región oceánica comprendida entre 200 m y 1 000 m de profundidad (Herring 2002), también conocida como la zona crepuscular, en donde la luz visible para el ojo humano es imperceptible y solamente logra penetrar el espectro luminoso de longitudes de onda corta en promedio de 470 nm (azul-verde) (Helfman *et al.* 2009). En ella habitan diversas especies que presentan adaptaciones asociadas a los ambientes de baja intensidad de luz (Salvanes y Kristoffersen 2001) y cuya abundancia les hace presas potenciales, que podrían ayudar a incrementar la producción por pesca y oferta a escala global para el consumo humano y subproductos como el omega-3 (Grimaldo *et al.* 2020). Estudios han demostrado que los organismos mesopelágicos pueden ser potencialmente explotados y contribuir a la bioeconomía mundial, siempre y cuando sea de manera sostenible (Alvheim *et al.* 2020).

Las familias Bramidae y Gempylidae están representadas por especies epi-mesopelágicas, y algunas de sus especies se han explotado de manera esporádica. En algunas regiones existe una pesca a pequeña escala dirigida a estos organismos (Parin 2002, Thompson 2002, Carvalho-Filho *et al.* 2009), como el caso de la reineta, *Brama australis* (Valenciennes 1838), en la parte central de Chile (Santa-Cruz *et al.* 2014). La familia Bramidae se caracteriza por ser de organismos de tamaño mediano a grande, su cuerpo es alto y en algunos casos fuertemente comprimido, tienen una sola aleta dorsal larga muy similar en tamaño y forma de la aleta anal, mientras que la aleta caudal es furcada y las aletas pectorales están alargadas y en forma de alas, en su base hay una escama axilar, mientras que las aletas pélvicas son reducidas (Thompson 2002). Por su parte, los miembros de la familia Gempylidae tienen un cuerpo elongado, comprimido o fusiforme, con una boca grande en la cual se alojan dientes fuertes, tienen dos aletas dorsales que son seguidas por algunas pínulas en ciertas especies; la aleta anal tiene una forma y longitud similar a la segunda dorsal, la caudal es furcada, las aletas pectorales son cortas, mientras que las pélvicas están reducidas, en algunos organismos se presenta una sola espina o incluso llega a estar ausente en adultos (Nakamura y Parin 1993).

A pesar de que los peces mesopelágicos son un recurso pesquero explotado en diversas partes del mundo, de manera general es escasa la información recabada sobre este tipo de especies. Por ello se vuelve de suma importancia ahondar en su sistemática, biología y ecología, incluyendo los métodos de explotación y productos derivados. Uno de los aspectos fundamentales en la explotación de un nuevo recurso es la comercialización y aceptación que tenga el producto pesquero por parte del consumidor, ya que influyen varios factores tanto extrínsecos como intrínsecos en la selección de los productos marinos (Carlucci *et al.* 2014). En México, los estudios que analizan y consideran al consumidor como objeto de estudio son escasos. Recientemente, se ha resaltado la necesidad de analizar los centros de distribución y comercialización de recursos pesqueros en México, como en el caso de los tiburones y rayas en el mercado de La Nueva Viga, considerada la comercializadora de pescados y mariscos más grande de América Latina (Ballesteros-Hernández *et al.* 2019), debido a la concentración de información que se puede obtener de estos lugares.

Materiales y métodos

Mediante el análisis de la composición íctica comercializada en el mercado de La Nueva Viga, en la visita de rutina del 27 de noviembre de 2020 se encontraron varios ejemplares mesopelágicos pertenecientes a dos especies. Se recobró toda la información asociada a dicho arribo pesquero de venta (proveedor, ruta y canal de comercialización, temporalidad y precio), así como algún otro indicio de su procedencia. Se adquirieron dos ejemplares, uno por cada especie, que fueron determinados a nivel específico mediante claves especializadas (Nakamura y Parin 1993, 2002, Carvalho-Filho *et al.* 2009, Sutton *et al.* 2020). El agrupamiento sistemático sigue la propuesta de van der Laan *et al.* (2020). Se obtuvo su merística y morfometría de acuerdo con Roul *et al.* (2018) y Nashad *et al.* (2018). Finalmente, fueron fijados con formol al 10% y preservados en alcohol etílico al 70% en la Colección Ictiológica de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (CIF1), UNAM.

Resultados

Los ejemplares pertenecen a dos especies, *Taractes rubescens* y *Lepidocybium flavobrunneum*, del orden Scombriformes (Fig. 1). De acuerdo con las entrevistas al dueño y proveedores, los ejemplares fueron capturados como parte de la pesca incidental en la pesca de atún con palangre en el Golfo de México, en donde se han registrado otras especies asociadas (González-Ania *et al.* 2002, DOF 2015).

Orden Scombriformes
 Familia Bramidae Bonaparte 1831
 Género *Taractes* Lowe 1843
Taractes rubescens (Jordan y Evermann 1887)
 Golondrina, japuta negra, tristón coliquillada (Español); Keeltail Pomfret (Inglés) (Fig. 1a; Tabla 1)

Diagnosis: Cuerpo alto, elíptico, perfil cefálico dorsal casi recto; hay una foseta precaudal; origen de la aleta dorsal sobre el origen de las aletas pectorales; aleta dorsal con 30 radios y 22 en la aleta anal; escamas modificadas que forman quillas caudales bien desarrolladas.

Comentarios: Ambos organismos presentaban en la parte superior del pedúnculo caudal una lesión causada por un tiburón del género *Isistius* Gill 1865.

Familia Gempylidae
 Género *Lepidocybium* Gill 1862
Lepidocybium flavobrunneum (Smith 1843)
 Bruja, escolar negro (Español), Escolar (Inglés) (Fig. 1b; Tabla 1)

Diagnosis: La especie puede reconocerse por presentar un cuerpo semifusiforme; tener dos aletas

Tabla 1

Merística y medidas corporales de dos especies mesopelágicas, *Taractes rubescens* y *Lepidocybium flavobrunneum*, comercializadas en el Mercado de La Nueva Viga, Ciudad de México. Se añaden entre paréntesis las medidas como porcentaje de la longitud patrón (% LP)

	<i>Taractes rubescens</i>	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>
Peso, g	460	1 730
Longitud total, cm	76.5	60.4
Longitud estándar, cm	60.5	49.6
Longitud cefálica, cm	18.4 (30.4)	14.5 (29.2)
Longitud predorsal, cm	22 (36.4)	26.9 (54.2)
Longitud preanal, cm	34.3 (56.7)	32 (64.5)
Longitud prepectoral, cm	18.1 (29.9)	15.4 (31)
Longitud prepélvica, cm	18.5 (30.6)	14.3 (28.8)
Longitud aleta pectoral, cm	22.1 (36.5)	8.6 (17.3)
Longitud aleta pélvica, cm	8.4 (13.9)	6.7 (13.5)
Longitud base aleta anal, cm	7.4 (12.2)	13.6 (27.4)
Longitud base aleta dorsal, cm	5.7 (9.4)	31.2 (62.9)
Longitud pedúnculo caudal, cm	7.7 (12.7)	2.8 (5.6)
Altura pedúnculo caudal, cm	3.5 (5.8)	1.79 (3.6)
Altura corporal, cm	21.5 (35.5)	10.8 (21.8)
Diámetro del ojo, cm	4.1 (6.8)	3.15 (6.4)
Radios de la aleta dorsal	30	10-26
Radios de la aleta anal	22	3-17
Radios de la aleta pectoral	20	17-18
Escamas de la línea lateral	56	
Escamas predorsales	28-31	
Branquiespinas	Arco inferior 7 (+ 4 reminiscencias) Arco superior 3 (+1 reminiscencia)	1
Quillas	5	1

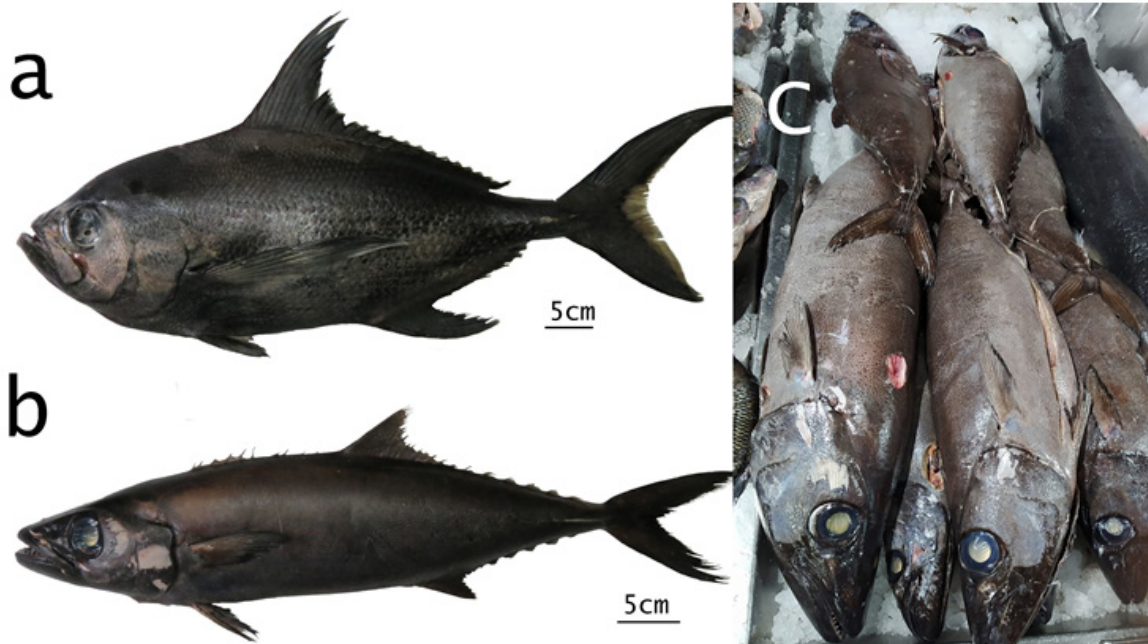


Fig. 1. Peces mesopelágicos comercializados en el mercado de La Nueva Viga: a) golondrina, *Taractes rubescens*; b) bruja, *Lepidocybium flavobrunneum*; c) ejemplares ofertados.

dorsales, la primera muy larga con diez espinas, la segunda con 16 radios seguida por seis pínulas; tiene un pedúnculo caudal con una fuerte quilla medial, flanqueada por dos quillas suplementarias, así como una sola línea lateral muy sinuosa.

Comentarios: La mayoría de los ejemplares mostraban lesiones circulares que, por su morfología, se pueden atribuir a ataques de tiburones del género *Isistius*.

Discusión

Costello *et al.* (2020) señalan que la demanda mundial de alimentos está aumentando y la expansión de la producción en tierra es preocupante por las repercusiones en el ambiente y la salud, y dado que los productos del mar son nutricionalmente diversos y evitan o reducen muchas de las cargas ambientales que genera la producción de alimentos terrestres, se encuentran en una posición única para contribuir tanto al suministro de alimentos como a la futura seguridad alimentaria y nutricional mundial.

Algunos registros de especies mesopelágicas en México han sido resultado del análisis del contenido estomacal de otras especies, como es el caso del gempílido *Ruvettus pretiosus* Cocco

1833, encontrado en el estómago de un calderón de aletas cortas, *Globicephala macrorhynchus* Gray 1846, en el área del Caribe (García-Rivas *et al.* 2013). Mientras que la mayoría se basa en registros y avistamientos esporádicos, como los brámidos *Taractichthys steindachneri* (Döderlein 1883) y *Pteraclis aesticola* (Jordan y Snyder 1901), en el golfo de California (De La Cruz-Agüero y Cota-Gómez 2008, Sánchez-Cárdenas *et al.* 2016). Dichos avistamientos están asociados a la incursión de la pesquería en zonas como el borde de la plataforma continental, en donde estos peces podrían estar presentes naturalmente y son capturados durante sus migraciones verticales (Salvanes y Kristoffersen 2001, Sánchez-Cárdenas *et al.* 2016).

Los brámidos son un recurso pesquero importante en otras latitudes, en donde son apreciados por la calidad de su carne y suelen ser abundantes (Puentes *et al.* 2001), como en las costas de España o Chile, en donde se han realizado diversos estudios sistemáticos, anatómicos y biológicos para ayudar a un mejor aprovechamiento de la castañeta, *Brama brama* (Bonnaterre 1788) (Vázquez-Rodríguez 1980) y la reineta, *B. australis* (Cancino *et al.* 1999, Santa-Cruz *et al.* 2014). En el Golfo de México, los primeros registros de *Taractes* sp. se realizaron en la parte norte (Mead 1957), y posteriormente se publicó una lista de las espe-

cies registradas en todo el golfo de México y aguas cercanas, con una actualización de su nomenclatura (Thompson y Russell 1996).

Algunas especies de la familia Gempylidae son frecuentemente capturadas de forma incidental en las pesquerías de cimbra (*longline*), tales como *Gempylus serpens* Cuvier 1829, *R. pretiosus*, y la especie encontrada en el mercado de La Nueva Viga, *L. flavobrunneum* (Nakamura y Parin 1993). El primer registro de *L. flavobrunneum* en el golfo de México fue de un ejemplar capturado en 1955, asociado a la pesca de atún, cerca de 120 millas de Horn Island, Mississippi, EEUU (Shultz y Springer 1956). En la actualidad, sus registros y capturas son constantes dentro de la pesquería atunera en la región que corresponde a los EEUU (Levesque 2010, Keller y Kerstetter 2014), y en algunas ocasiones la especie es servida en los restaurantes de Louisiana y Texas (Hoese y Moore 1998). Tiene amplia distribución en los mares tropicales y templados del mundo (Nakamura y Parin 1993). Sin embargo, los estudios genéticos y morfológicos sugieren una divergencia entre las poblaciones del Atlántico y del Pacífico, lo que indica que puede tratarse de especies o subespecies diferentes en cada océano (Brendtro *et al.* 2008).

Por la tendencia de las pesquerías a incursionar en otros ambientes de pesca, como en la zona mesopelágica (Gjøsaeter y Kawaguchi 1980, Sutton *et al.* 2020), y por la creciente aparición de especies mesopelágicas en el mercado de La Nueva Viga, es necesario dar un seguimiento a sus capturas y rutas de comercio en los mercados nacionales. Asimismo, se debe evaluar la disponibilidad del recurso y la apreciación del consumidor con el propósito de fomentar nuevos recursos pesqueros y realizar un adecuado mercadeo en México. También es importante tener en cuenta su asociación con otras pesquerías, como con la atunera de palangre en el Golfo de México, de acuerdo a lo que reportan los comerciantes en cuanto a la procedencia de estos peces. De la misma manera es importante comprender sus interacciones ecológicas, como su posible relación con los tiburones del género *Isistius*, indicada por la morfología de las heridas de los peces examinados (Shirai y Nakaya 1992).

Adicionalmente, la comercialización de nuevos recursos pesqueros, incluyendo especies de profundidad, debe ir de la mano con la actualización de las normativas de salubridad existentes, para proveer de un adecuado manejo y evitar posibles daños a la salud. Es así que ambas especies tienen carne grasa, con un alto contenido lipídico que no es asimilable por el intestino humano, por lo que se recomienda un consumo menor a 300 g por persona, un exceso en su consumo puede provocar diversas dolencias (diarrea, vómito, dolor abdominal, dolor de cabeza) (Akhtar *et al.* 2009). Sin embargo, este parámetro no se ve estipulado dentro de las normas sanitarias de la NOM-027-SSA1-1993 (DOF 1995) y se vuelve de gran importancia al considerar que en diversos países, donde su consumo es frecuente, hay medidas estrictas que regulan su comercio. Esto vuelve necesario el monitorear y evaluar la calidad del producto si su venta continúa en los mercados nacionales.

Actualmente, las altas concentraciones de metales pesados (p. ej. mercurio) que se han medido en peces mesopelágicos son un tema de particular preocupación por el riesgo que representan para la salud humana (Monteiro *et al.* 1996, Acosta-Lizarraga *et al.* 2020), por lo cual, también debe ser evaluado y considerado para regular su consumo.

En conclusión, se confirma la comercialización de especies mesopelágicas en el mercado La Nueva Viga de la Ciudad de México, que son capturadas de manera incidental, lo cual sugiere que son recursos pesqueros potenciales. Además, el desconocimiento de sus poblaciones en términos biológicos, ecológicos, nutricionales y toxicológicos señala la necesidad de su estudio para realizar un aprovechamiento responsable.

Agradecimientos

Se agradece a los locatarios del mercado de La Nueva Viga por las facilidades brindadas durante la realización de este trabajo, a F. del Moral-Magallón por su apoyo en el trabajo de campo. Este trabajo fue financiado por el proyecto PAPIIT-UNAM IA207820. Se agradece el apoyo otorgado por el programa SNI-CONACYT.

Literatura citada

- Acosta-Lizarraga LG, ME Bergés-Tiznado, C Bojórquez-Sánchez, CC Osuna-Martínez, F Páez-Osuna. 2020. Bioaccumulation of mercury and selenium in tissues of the mesopelagic fish Pacific hake (*Merluccius productus*) from the northern Gulf of California and the risk assessment on human health. *Chemosphere* 255: 126941. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.126941
- Akhtar R, K Rubiny, S Chokhavatia. 2009. Escholarrhea - oily diarrhea after ingestion of escolar fish. *American Journal of Gastroenterology* 104: S339.
- Alvheim AR, M Kjellevoid, E Strand, M Sanden, M Wiech. 2020. Mesopelagic species and their potential contribution to food and feed security—a case study from Norway. *Foods* 9: 344. DOI: 10.3390/foods9030344
- Ballesteros-Hernández S, LF Del Moral-Flores, R Sánchez-Cárdenas. 2019. Los tiburones y rayas comercializados en el mercado de La Nueva Viga, Ciudad de México: Lista sistemática y estado de conservación. *Ciencia Pesquera* 27(1): 27-38.
- Brendtro KS, JR McDowell, JE Graves. 2008. Population genetic structure of escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*). *Marine Biology* 155(1): 11-22.
- Cancino C, A Peña, P Garviso. 1999. Caracterización morfológica de *Brama australis* (Valenciennes, 1837) (Perciformes; Bramidae) de la bahía de Valparaíso, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 34(2): 181-195.
- Carlucci D, G Nocella, B De Devitiis, R Viscecchia, F Bimbo, G Nardone. 2014. Consumer purchasing behaviour towards fish and seafood products. Patterns and insights from a sample of international studies. *Appetite* 84: 212-227. DOI: 10.1016/j.appet.2014.10.008
- Carvalho-Filho A, G Marcovaldi, CLS Sampaio, MIG Paiva, LAG Duarte. 2009. First report of rare pomfrets (Teleostei: Bramidae) from Brazilian waters, with a key to Western Atlantic species. *Zootaxa* 2290(1): 1-26. DOI: 10.11646/zootaxa.2290.1.1
- Costello C, L Cao, S Gelcich, MÁ Cisneros-Mata, CM Free, HE Froehlich, CD Golden, G Ishumura, J Maier, I Macadam-Somer, T Mangin, MC Melnychuk, M Miyahara, CL de Moor, R Naylor, L Nøstbakken, E Ojea, E O'Reilly, AM Parma, AJ Plantinga, SH Thilsted, J Lubchenco. 2020. The future of food from the sea. *Nature* 588: 95-100. DOI: 10.1038/s41586-020-2616-y
- De La Cruz-Agüero J, VM Cota-Gómez. 2008. First record of the Pacific Fanfish *Pteraclis aesticola* (Jordan and Snyder, 1901) in the Tropical Eastern Pacific. *Ocean Science Journal* 43(3): 161-164. DOI: 10.1007%2FBF03020697
- DOF. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA1-1993, Especificaciones sanitarias de pescados fresco-refrigerados y congelados. *Diario Oficial de la Federación*. México. 24 de marzo de 1995.
- DOF. 2015. Acuerdo por el que se da a conocer el plan de manejo pesquero de aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Golfo de México. *Diario Oficial de la Federación*. México. 1 de mayo de 2015.
- FAO. 2018. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. FAO. Roma, Italia. 250p.
- García-Rivas MC, JJ Schmitter-Soto, J Pérez-Flores. 2013. Fatal predation of oilfish, *Ruvettus pretiosus* (Gempylidae), by a young short-finned pilot whale, *Globicephala macrorhynchus* (Delphinidae). *Cuadernos de Investigación UNED* 5(2): 1-3.
- Gjøsaeter J, K Kawaguchi. 1980. A review of the world resources of mesopelagic fish. *FAO Fisheries Technical Paper* (193): 1-151.
- González-Ania LV, PA Ulloa-Ramírez, P Arenas-Fuentes. 2002. Pesquería de Atún. En: P Guzmán-Amaya, C Quiroga-Brahms, C Díaz-Luna, D Fuentes-Castellanos, CM Contreras, G. Silva-López (coords.). *La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA. México, pp: 177-185.
- Grimaldo E, L Grimsmo, P Álvarez, B Herrmann, TG Møen, R Tiller, R Slizyte, N Aldanondo, T Guldborg, B Toldnes, A Carvajal, M Schei, M Selnes. 2020. Investigating the potential for a commercial fishery in the Northeast Atlantic utilizing mesopelagic species. *ICES Journal of Marine Science* 77(7-8): 2541-2556. DOI: 10.1093/icesjms/fsaa114
- Helfman GS, BB Collette, DE Facey, CW Bowen. 2009. *The diversity of fishes*. John Wiley & Sons. EEUU. 720p.
- Herring P. 2002. *The biology of the deep ocean*. Oxford University Press. New York, EEUU. 314p.
- Hoese HD, RH Moore. 1998. *Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Louisiana, and Adjacent Waters*. Texas A&M University Press. EEUU. 422p.
- Keller H, D Kerstetter. 2014. Length-length and length-weight relationships of oilfish (*Ruvettus pretiosus*), escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*), snake mackerel (*Gempylus serpens*), and longnose lancetfish (*Alepiaurus ferox*) from the Gulf of Mexico and the western North Atlantic Ocean. *Journal of Applied Ichthyology* 30(1): 241-243. DOI: 10.1111/jai.12229
- Levesque JC. 2010. Evolving fisheries: today's bycatch is tomorrow's target catch Escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*) catch in the U.S. Pelagic longline

- Fishery. *The Open Fish Science Journal* 3(1): 30-41. DOI: 10.2174/1874401X01003010030
- Mead GW. 1957. On the bramid fishes of the Gulf of Mexico. *Zoologica* 42: 51-61.
- Monteiro LR, V Costa, RW Furness, RS Santos. 1996. Mercury concentrations in prey fish indicate enhanced bioaccumulation in mesopelagic environments. *Marine Ecology Progress Series* 141: 21-25. DOI: 10.3354/meps141021
- Nakamura I, NV Parin. 1993. FAO Species Catalogue. Vol. 15. Snake mackerels and cutlass fishes of the world (families Gempylidae and Trichiuridae). An annotated and illustrated catalogue of the snake mackerels, snoeks, escolars, gemfishes, sackfishes, domine, oilfish, cutlassfishes, scabbardfishes, hairtails, and frostfishes known to date. *FAO Fisheries Synopsis* 125(5): 1-136.
- Nakamura I, NV Parin. 2002. Gempylidae, Snake mackerels. En: KE Carpenter (ed.). *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5.* FAO. Roma. pp: 1374-2055.
- Nashad M, SS Shirke, HD Pradeep, MS Devi. 2018. First record of escolar, *Lepidocybium flavobrunneum* (Smith, 1843) from the Indian EEZ of Andaman Sea. *Indian Journal of Geo Marine Sciences* 47(7): 1409-1412.
- Parin NV. 2002. Gempylidae. Snake mackerels (escolars, oilfishes). En: KE Carpenter (ed.). *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals.* FAO. Roma. pp: 1812-1824.
- Puentes V, EA Rubio, LA Zapata. 2001. Primer registro del género *Taractes* (Pisces: Bramidae) en el Océano Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 30(1): 207-2012.
- Roul SK, TB Rethesh, AR Akhil, D Prakasan, U Gangam, EM Abdussamad, P Rohit. 2018. First record of the keeltail pomfret *Taractes rubescens* (Jordan & Evermann, 1887) (Teleostei: Perciformes: Bramidae) from the South-Eastern Arabian Sea. *Thalassas: An International Journal of Marine Science* 43(1): 87-92. DOI: 10.1007/s41208-017-0041-2
- Salvanez AGC, JB Kritoffersen. 2001. Mesopelagic fishes. En: JH Steele, KK Turekian (eds.). *Encyclopedia of ocean sciences.* Academic Press. London, UK. pp: 1711-1717.
- Sánchez-Cárdenas R, T Plomozo-Lugo, MA Maldonado-Amparo, MC Valdez-Pineda, LA Salcido-Guevara, JS Ramírez-Pérez. 2016. Nuevos registros de *Taractichthys steindachneri* (Perciformes, Bramidae) en el sur del Golfo de California. *Ciencia Pesquera* 24(2): 59-64.
- Santa-Cruz F, C Oyarzún, G Aedo, P Gálvez. 2014. Hábitos tróficos de la reineta *Brama australis* (Pisces: Bramidae) durante el periodo estival frente a Chile central. *Latin American Journal of Aquatic Research* 42(5): 1200-1204. DOI: 10.3856/vol42-issue5-fulltext-24.
- Shirai S, K Nakaya. 1992. Functional morphology of feeding apparatus of the Cookiecutter Shark, *Isistius brasiliensis* (Elasmobranchii, Dalatiinae). *Zoological Science* 9: 811-821.
- Schultz LP, S Springer. 1956. *Lepidocybium flavobrunneum*, a rare gempylid fish new to the Gulf of Mexico. *Copeia* 1956: 65.
- Sutton TT, PA Hulley, R Wienerroither, D Zaera-Perez, JR Paxton. 2020. Identification guide to the mesopelagic fishes of the central and south east Atlantic Ocean. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes.* FAO. Rome, 327p.
- Thompson BA. 2002. Bramidae. Pomfret. En: KE Carpenter (ed.). *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals.* FAO. Rome, pp: 1469-1472.
- Thompson BA, SJ Russell. 1996. Pomfret (family Bramidae) of the Gulf of Mexico and nearby waters. *Publicaciones Especiales, Instituto Español de Oceanografía* 21: 185-198.
- van der Laan R, R Fricke y WN Eschmeyer (eds). 2020. Eschmeyer's catalog of fishes: classification. <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/>
- Vázquez-Rodríguez A. 1980. Sobre la biología y pesca de la castañeta (*Brama brama*). *Investigaciones Pesqueras* 44(2): 241-252.

Recibido: 25 de marzo de 2021

Aceptado: 15 de julio de 2021

Reseña bibliográfica



Urrea-Mariño U, G Alcalá. 2020. *Pescadores en México y Cuba: Retos y oportunidades ante el cambio climático*. IPN-CIEMAD, Unas Letras Industria Editorial. México. 223p. ISBN: 978-607-9054-71-7

En un momento de la humanidad en que enfrentamos grandes desafíos ambientales que aun no terminamos de entender y tampoco de atender, el esfuerzo por escuchar e incluir todas las voces (en especial las menos escuchadas) es de tremenda importancia. La obra es justo la visión conjunta de pescadores y pescadoras sobre lo que tienen en común, su profesión, su amor por el mar y, en este momento, la gran incertidumbre que les genera el cambio climático. El tema de la pesca en países como México actualmente tiene poca atención en la agenda política, pero es de suma importancia para lo que viene del cambio climático; es trascendental por lo que saben los pescadores del medio ambiente. Ellos, como cazadores, dependen (y suelen compartir) de este conocimiento íntimo del mar.

Celebro que la obra surja de la unión de dos talentos. La M. en C. Ulsia Urrea-Mariño (estudiante de doctorado de la Universidad de Texas A&M-Corpus Christi, *Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies*), una joven promesa, que construye con trabajo y entusiasmo su propio camino en la investigación y la Dra. Graciela Alcalá una investigadora referente cuya obra es de consulta obligada para quien incurse en el estudio

de la gente en la pesca en México. Esta sinergia permeo en el libro y lo que lograron las editoras es un riquísimo encuentro entre novedosas aproximaciones académicas y la continua revalorización de otras. Entre los nuevos marcos y herramientas están los temas de ciencia ciudadana (p. ej. las buzas monitoras), sistemas socio-ecológicos, el relevo generacional y el análisis de grandes bases de datos; mientras en las segundas, están el manejo con base en ecosistemas, el uso del conocimiento ecológico de los pescadores, así como los conceptos de vulnerabilidad, riesgo y capacidad de adaptación.

El origen del libro proviene del taller “Pescadores en México: Retos y Oportunidades ante el Cambio Climático” que se organizó dentro del VIII Simposio Internacional del Carbono en México (2017). Por ello, la apuesta del libro es el entendimiento de la compleja variabilidad ambiental a través de la diversidad de visiones, instituciones, casos de estudio, disciplinas y geografías. Diseñar una obra así de integral no es fácil (ocho capítulos y 33 autores), por eso las editoras plantearon una serie de preguntas fundamentales a los autores: ¿Qué? ¿Por qué? ¿Con quién? ¿Para qué? Con ello, logran la columna vertebral que une a los capítulos.

El libro está dividido en dos secciones complementarias: información y saberes sobre cambio climático. El primer capítulo, de Juliano Palacios y Andrés Cisneros, fue titánico por el reto de acceder y sistematizar la cantidad de información que hay, desde 1950, sobre alrededor de 1 000 especies en 48 repositorios nacionales. Sus hallazgos confirman el desbalance de información que hay entre las regiones pesqueras de México, pero sobre todo son un derrotero en cuanto al tipo de análisis que tenemos que hacer actualmente para entender problemas complejos y de grandes escalas.

Silvia Ortiz y colegas implementaron un ejercicio sobre el diseño de un plan de manejo. El aporte fundamental de este capítulo, en mi opinión, es operativizar esta herramienta a través del uso de marcos teóricos como la ecología del paisaje y los servicios ambientales. Con propuestas como estas, es posible que aprovechemos de mejor forma la potencialidad de los planes de manejo pesquero en México.

En el tercer capítulo, otra vez Silvia y colegas, nos actualizan sobre el estado de las pesquerías

en una laguna costera en Sinaloa, pero además logran transmitirnos la percepción de los pescadores sobre cambio climático y un entendimiento sistémico de esta multicausalidad de las problemáticas que viven los pescadores.

El último trabajo de esta sección es un aleccionador ejemplo de capacitación que se construye a través de dos actores: mujeres y Sociedad Civil Organizada. A través de dos casos de estudio en el norte del Pacífico mexicano, el escrito nos narra vívidamente como se construye la colaboración. Es un proceso largo y complicado, pero indispensable si aspiramos al manejo pesquero sostenible.

La segunda parte es sobre “saberes”, este conocimiento empírico indispensable para la toma de decisiones. Laura López y colaboradores empiezan esta sección con un excelente trabajo de lo que conocen y perciben los pescadores sobre los cambios ambientales. Y digo excelente porque al leerlo aprendí enormidades sobre la pesca de uno de los países con que compartimos algunos de nuestros mares.

Disfruté también el recuento histórico que nos compartieron Crisol Méndez y colaboradores. Fue muy ilustrativa la forma en cómo describieron la apropiación social de conceptos y herramientas de conservación y aprovechamiento sostenible en parte del Caribe mexicano. Si alguien quiere conocer cómo se construyen estos procesos de co-manejo durante largos tiempos, tiene que consultar este trabajo.

El trabajo sociológico de Carolina Peláez versa sobre el cambio generacional y su renovación de saberes en cuanto a una mejora de manejo pesquero. Su reconstrucción histórica reflejó la forma en cómo se implementó el Dispositivo Ex-

cluidor de Tortugas y cómo se incorporó a la cotidianidad de los pescadores.

Por último, el trabajo de Felipe Vázquez atiende una problemática de creciente importancia social e interés académico, sobre todo en un estado con una clara tradición pesquera, Veracruz. Los trabajos de Graciela registraron esta trascendencia. Pero ¿Qué significa ser alguien de la tercera edad en el gremio pesquero del siglo XXI? ¿Cuál ha sido el desgaste que personalmente han pagado por realizar esta riesgosa actividad? Las respuestas son parte de una creciente discusión global sobre las condiciones en que los pescadores realizan su actividad, y cómo estas circunstancias se han vuelto más peligrosas ante el deterioro de los recursos naturales, el contexto social y el cambio climático.

Termino diciendo que las editoras –consciente o inconscientemente–, terminaron realizando una obra que representa una máxima sobre la forma en que debemos prepararnos ante el cambio climático: piensa global, actúa local. El libro es pleno en casos locales con altas implicaciones regionales. Es verdad que quisiéramos haber leído más autores y analizado otras áreas de estudio pues la diversidad socioambiental de la costa de ambos países es abrumadora; pero eso queda como una invitación a las editoras para una segunda edición. Felicito a las editoras, a las y los autores, la casa editorial y al Instituto Politécnico Nacional por perseverar y culminar esta importante obra.

Dr. Alejandro Espinoza-Tenorio
El Colegio de la Frontera Sur, Campeche
aespinoza@ecosur.mx

NORMAS EDITORIALES

PRESENTACIÓN

Los manuscritos pueden elaborarse indistintamente en español o inglés, y se deberán enviar como archivos (formato word) anexos a un mensaje, a la siguiente dirección y correo electrónico:

Ave. México núm. 190, Col. Del Carmen, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04100, México.
Correo electrónico: ciencia.pesquera.inapesca@gmail.com

El tipo de letra deberá ser Times New Roman a 12 puntos. Deberá utilizarse un solo tipo de letra en todo el manuscrito (incluyendo Tablas y Figs.), interlineado de 1.5 líneas; márgenes izquierdo y derecho 3.0 cm, superior e inferior de 2.5 cm; en tamaño carta (216 x 279 mm). Todas las hojas, incluso de Tablas y Figs., deben llevar numeración consecutiva en el ángulo superior derecho. El texto se alineará siempre a la izquierda, sin guiones, sangrías o número de líneas. La extensión máxima será de 30 páginas foliadas.

Título principal y subtítulos de primer nivel en **negritas** (altas y bajas), sin punto al final y latinismos en *cursivas*.

ESTRUCTURA DE LOS MANUSCRITOS

ARTÍCULOS EN EXTENSO

A continuación se describe la estructura típica de un artículo de investigación y se indica cómo desarrollar cada uno de sus apartados, tal como debe aplicarse en los artículos, notas científicas, estudios socioeconómicos, avisos de arribo, artículos de fondo y reseñas bibliográficas de esta revista.

1. Título. Indicará clara y brevemente el tema de estudio y área geográfica, en dos renglones como máximo, sin autoría taxonómica, salvo que implique controversia o sea particularmente relevante. En el título se escribirán con letra las cifras menores a 10.

2. Autor(es). Nombres completos de los autores. Filiación institucional y su dirección postal y electrónica señalados con superíndices numerados y a pie de página (a renglón seguido y fuente Times New Roman a 10 puntos). Deberá señalarse cuál autor es el responsable de la correspondencia.

3. Título abreviado. Proponer un título corto para el encabezado de las páginas.

4. Resumen. Una síntesis de lo más relevante del estudio, sus resultados, así como conclusiones y recomendaciones, si hubiere. No debe exceder de **250** palabras. Inicará con la palabra Resumen al margen izquierdo, con letras negritas y seguida de punto. El texto deberá iniciarse inmediatamente después, en un solo párrafo, sin subdivisiones y sin citas bibliográficas.

5. Palabras clave. En línea aparte, proporcionar un máximo de cinco palabras clave, las cuales no deben estar incluidas ni en título ni en *abstract*. Tratar de que sean palabras solas y no entrelazadas.

6. Título, resumen y palabras clave en inglés. Incluir una traducción al inglés del título y el resumen; éste debe iniciar con la palabra Abstract. Asimismo, proporcionar una traducción al inglés de las palabras clave (Key words), presentados en la misma forma que en español. En el caso de que el manuscrito sea en inglés, se deberá presentar además en español el título, resumen y palabras clave.

El título de las siguientes secciones, deberá escribirse en negritas, al inicio del margen izquierdo de la página (sin sangría y sin punto). El texto debe escribirse sin subdivisiones.

7. Introducción. Informar brevemente del origen, la utilidad y lo más relevante del estudio. Señalar claramente el objetivo y las hipótesis de trabajo. Incluir antecedentes relevantes mediante citas bibliográficas. No incluir Tablas ni Figs., si no son indispensables.

8. Materiales y métodos. Describir el sitio o el ámbito geográfico del estudio, e información ecológica, fisiográfica o climática cuando sea relevante para la investigación. Incluir criterios de selección de

métodos y sus premisas, diseño de muestreo, materiales utilizados, precisión de instrumentos de medición y cualidades de otros equipos usados y criterios de trabajo.

Esta sección deberá proporcionar la información suficiente para permitir la repetición del estudio. Las ecuaciones deberán ser numeradas con números arábigos al final del renglón.

9. Resultados. Describir de manera concisa únicamente los resultados del estudio, incluyendo una breve descripción de las características más sobresalientes del estudio que se hubieren expresado en Tablas o Figs..

10. Discusión. Un análisis crítico del desarrollo y los resultados del estudio, su comparación con resultados de otros estudios y, de ser posible, recomendaciones para mejorarlo.

11. Conclusiones (optativo). Se refiere a posibles inferencias realizadas a partir del análisis de los resultados y a la luz de otros estudios; enunciar utilizando viñetas.

12. Agradecimientos (optativo). Mencionar de manera concisa, en un sólo párrafo, a personas o instituciones que contribuyeron al desarrollo del trabajo y del manuscrito, *sin incluir títulos o grados académicos*.

13. Literatura citada. Incluir todas las fichas completas de las publicaciones o trabajos citados en el texto. El nombre del primer autor debe comenzar por el apellido, simple o compuesto, según aparezca en la publicación referida. Listar alfabéticamente según el apellido de los autores y cuando sean varias citas del mismo autor, en orden cronológico.

Todas las referencias registradas en publicaciones no arbitradas, tales como memorias de conferencias, reportes, trabajos de circulación interna, páginas web o literatura gris deben ir en notas al pie.

Las tesis pueden citarse como documentos científicos revisados.

En el texto se citará de la siguiente manera:

(Bermúdez-Arroyo 2005) o Bermúdez-Arroyo (2005), según se requiera.

(Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997), RT Abbott and SP Dance (1982)

(Cisneros-Mata *et al.* 2002) o Cisneros-Mata *et al.* (2002)

(Juárez-Ramírez 1954, Aguilar-Sánchez 2000), en orden cronológico.

(Juárez-Ramírez 1954, Aguilar-Sánchez 2000, Méndez-Beltrán 2000), orden cronológico y alfabético en el mismo año.

(Juárez-Ramírez 1954, 1960a, b)

En la sección de Literatura citada y en las notas a pie de página, se citará según los ejemplos que se dan a continuación (los artículos en revistas científicas que tengan el DOI, deberá ser incluido):

Libro

Abbott RT, SP Dance. 2000. *Compendium of seashells*. Odyssey. China. 411p.

Artículo en revista

Cisneros-Mata MA, T Mangin, J Bone, L Rodriguez, SL Smith, SD Gaines. 2019. Fisheries governance in the face of climate change: Assessment of policy reform implications for Mexican fisheries. *PLoS ONE* 14(10):e0222317. DOI: 10.1371/journal.pone.0222317

Tesis

Águila RN. 1995. Macroalgas en el litoral rocoso de Bahía Navidad y Bahía Cuastecomates, Jalisco, Méx. (Diciembre 1993-Julio 1994). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., México. 60p.

Arciniega-Flores J. 1999. Aspectos ecológicos de los estomatópodos (Crustacea: Stomatopoda) de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima, Tecomán,

Col., México. 51p.

Capítulo de un libro

Ámezcuca-Linares F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con red camaronesa en la costa del Pacífico de México. En: A Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón*. Programa Universitario de Alimentos. UNAM-ICML, INP. México, pp: 39-94.

Badan A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. En: M Lavín (ed.). *Contribución a la oceanografía física en México*. Monografía 3. Unión Geofísica Mexicana, pp: 99-113.

Diario Oficial de la Federación

DOF. 1986. Decreto por el que se determinan como Zonas de Reserva y Sitios de Refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, los lugares donde anida y desovan dichas especies. *Diario Oficial de la Federación*. México. 29 de octubre de 1986.

Normas oficiales mexicanas

DOF. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. México. 6 de marzo de 2002.

Informes de investigación - informes técnicos

Gaspar-Dillanes MT, E Romero-Beltrán, JL Guevara-Osuna, VI González-Gallardo, JA Bect-Valdez, PM Medina-Osuna. 2006. Estudio de la calidad del agua y determinación del uso de la presa Situriachi, Municipio de Bocoyna, Chihuahua. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General de Investigación del Pacífico Norte. Instituto Nacional de Pesca. México. 33p.

Romero-Beltrán E, HJ Parra-Osuna, JL Guevara-Osuna, JA Bect-Valdez. 2003. Caracterización de algunas variables hidrológicas en la presa Álvaro Obregón (El Oviachic), Sonora. Informe técnico (documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera-Mazatlán. Instituto Nacional de Pesca. México. 24p.

Memorias de congresos

Toledo-Díaz-Rubín MP, ME Arenas-Alvarado, A Liedo-Galindo, MT Gaspar-Dillanes. 2004. Aspectos socioeconómicos de las comunidades pesqueras de la P.H. Aguamilpa, Nayarit. *Resúmenes IX Congreso Nacional de Ictiología*. Villahermosa, Tabasco. 12 al 16 de septiembre de 2004.

Artículo online

Leonce-Valencia C, O Defeo. 1997. Evaluation of three length-based methods for estimating growth in tropical fishes: The red snapper *Lutjanus campechanus* of the Campeche Bank (Mexico). *Scientia Marina* 61(3): 297-303. Recuperado de <http://scimar.icm.csic.es/scimar/pdf/61/sm61n3297.pdf>

Consulta de claves taxonómicas electrónicas

Van der Laan R, R Fricke, WN Eschmeyer (eds.). 2019. Eschmeyer's Catalog of fishes: Classification. California Academy of Science. California, USA. Consultado el (PONER FECHA) desde: <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/>

Con DOI:

Colburn HR, AB Walker, DL Berlinsky, G Nardi. 2008. Factors affecting survival of cobía, *Rachycentron canadum*, during simulated transport. *Journal of the World Aquaculture Society* 39(5): 678-683. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2008.00205.x

14. Requisitos de formato y estilo

Citas taxonómicas. Aplicar las normas internacionales de nomenclatura zoológica y botánica según los siguientes patrones: cita... nombre vulgar, *Género especie* Autor, año (descriptor original)

cita... nombre vulgar, *Género especie* Autor, año (último descriptor). La primera vez que se mencione en el texto una especie, se deberá poner el binomio completo (*Género especie*) las veces posteriores sólo la inicial del género y la especie (*G. especie*)

Otras clases de citas en el texto. La primera cita de nombres de empresas o instituciones debe hacerse completa y poner entre paréntesis sus siglas sin puntos separadores (p. ej. IPN, UNAM, FAO, UNESCO) para referencia posterior. Únicamente en el caso de siglas se utilizarán versales.

Escribir en minúsculas los nombres de meses, días de la semana, estaciones del año y entidades políticas o geográficas como: el estado de Sonora, la península de Baja California, salvo en nombres propios, como: Isla Mujeres, Río de Janeiro, Golfo de California. Los puntos cardinales se escribirán con mayúscula inicial si forman parte de un nombre propio o si se refieren al planeta (v. gr.: el Medio Oriente, o vientos del Norte) y con minúsculas, si la referencia geográfica es menor (v. gr.: al sur del continente).

Las citas de Tablas y Figs. en el texto se escribirán en minúsculas y en cursivas: *Tabla 2, Fig. 3*. Cuando sea entre paréntesis irá abreviada la palabra Fig.: (Tabla 1) o (Fig. 1).

Datos numéricos, ecuaciones y fechas. Se usará el Sistema Métrico Decimal y cuando sea necesario las equivalencias irán entre paréntesis (p. ej.: millas, pies, pulgadas o brazas). Las cifras de un dígito se escribirán con letras.

Abreviaturas. Se deberán usar abreviaturas internacionalmente autorizadas y las oficiales de entidades políticas, institucionales o de tratamiento y cortesía. Las abreviaturas matemáticas no llevarán punto (por ejemplo: 230 g, 16 mm, 345 km, 15 l, 5 plg).

cal	Caloría (s)
cm	Centímetro (s)
°C	Grado centígrado
g	Gramo
gr	Grado
ha	Hectárea
h (s)	Hora (s)
J	Joule
kg	Kilogramo (s)
kJ	Kilojoule (s)
km	Kilómetro (s)
l	Litro (s)
log	Logaritmo decimal
Mcal	Megacaloría (s)
MJ	Megajoule
m	Metro (s)
msnm	Metros sobre el nivel del mar
µg	Microgramo (s)
µl	Microlitro (s)
µm	Micrómetro (s), micra (s)
mg	Miligramo (s)
mn	Milla náutica
ml	Mililitro (s)
mm	Milímetro (s)
min	Minuto (s)
ng	Nanogramo (s)
p	Probabilidad (estadística)
Pág.	Página
plg	Pulgada
pp:	Páginas
ppm	Partes por millón
%	Por ciento (con número)
rpm	Revoluciones por minuto
seg	Segundo (s)
t	Tonelada (s)
ups	Unidades prácticas de salinidad
vs	Versus

Tablas. Se numerarán consecutivamente de forma arábiga y en esa

misma secuencia se referirán en el texto. El encabezado de cada Tabla se incluirá en la parte superior izquierda. El contenido y el título deberán ser escritos en caracteres a 12 puntos.

Figuras. Las Figs. pueden ser gráficos, dibujos, mapas y fotografías (en este último caso mencionar la autoría). Títulos se ubicarán al pie. Los caracteres de leyendas serán mayores de 10 puntos. El tipo de letra será Times New Roman todo el contenido del gráfico. Las Figs. deberán numerarse consecutivamente en la misma secuencia en que se mencionan en el texto.

Las Tablas y Figs. se elaborarán en computadora, en fondo blanco con caracteres y trazos en negro, salvo en el caso de fotografías. Su ancho definitivo en la publicación, después de ampliación o reducción, será de 8.5 o 18 cm, incluyendo escalas, leyendas y el título. Se presentará cada una en hoja separada (incluyendo el pie o encabezado, según sea el caso) y en su sitio de inserción en el texto se asentará su referencia, por ejemplo:

INSERTAR (Tabla *n*, Fig. *n*).

La primera vez que un manuscrito se somete a revisión, las Figs. deberán estar incluidas en el mismo archivo de texto con formato de imagen (*p. ej.* jpg) o en word. Cuando el manuscrito haya sido aceptado para su publicación, se deberá enviar en el formato que se indique.

Ilustración de portada

Los autores pueden enviar fotografías relacionadas con el tema de su manuscrito (indicando el autor de la misma), para participar en el proceso de selección de la ilustración de la portada de la revista. Los nombres de los autores de las fotografías se incluirán en la hoja legal de la revista.

NOTAS CIENTÍFICAS

Son los trabajos cuya extensión no rebasan 15 cuartillas, con información concluyente; no se aceptarán resultados preliminares.

Las notas no llevarán encabezado de página; en su lugar aparecerá la leyenda "Nota científica" al inicio de la primera página, seguida del título en negritas (en español e inglés), el nombre y la dirección del (los) autor(es) e incluyendo su dirección electrónica. Al igual que los artículos, las notas deben incluir un resumen en español e inglés, así como el título corto y las palabras clave. El texto deberá escribirse de

continuo y sin espacio extra entre párrafos. La literatura citada, Tablas y Figs. deberán seguir el mismo formato que en los artículos en extenso.

ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS

Trabajos referentes a estudios de ciencias sociales y económicas, pero con un enfoque pesquero y/o acuícola. Lo que se pide es que se den los datos, se interpreten y se concluya no necesariamente con aciertos, sino también con nuevas preguntas sobre una situación socioeconómica de una pesquería.

El manuscrito será en formato libre (sin el formato estricto de un artículo científico), deberá tener un máximo de 30 cuartillas, se ajustará a los márgenes de página, tipo y tamaño de letra que los artículos en extenso. Se incluye el resumen en español e inglés, así como el título corto y las palabras clave. La literatura citada, Tablas y Figs. siguen el mismo formato que los artículos en extenso.

AVISOS DE ARRIBO

Trabajos con información concluyente y de relevancia para la ciencia pesquera y acuícola; no se aceptarán resultados preliminares. Serán trabajos en formato libre (sin el formato estricto de un artículo científico), cuya extensión no exceda de 15 páginas. El manuscrito se ajustará a los márgenes de página, tipo y tamaño de letra que los artículos en extenso. Se incluye el resumen en español e inglés, así como el título corto y las palabras clave. La literatura citada, Tablas y Figs. siguen el mismo formato que los artículos en extenso.

ARTÍCULOS DE FONDO

Trabajos que resuman, analicen, evalúen y sinteticen el estado actual de la investigación en un tema concreto o información ya publicada. Serán trabajos en formato libre (sin el formato estricto de un artículo científico), cuya extensión no exceda de 40 páginas. El manuscrito se ajustará a los márgenes de página, tipo y tamaño de letra que los artículos en extenso. Se incluye el resumen en español e inglés, así como el título corto y las palabras clave. La literatura citada, Tablas y Figs. siguen el mismo formato que los artículos en extenso.

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

Son manuscritos con un resumen y juicio crítico de aquellos libros u otro tipo de publicaciones recientes, que por su interés merecen un comentario. Serán en máximo dos páginas, incluyendo la imagen de la portada del libro y su ISSN.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Vol. 29 NÚMS. 1-2, DICIEMBRE 2021

PRÓLOGO

Life Memoriam of John F. Caddy
Juan Carlos Seijo

5

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Cambios en la captura pesquera en la Presa Atlangatepec, Tlaxcala, México

Fish catches changes in the Atlangatepec Dam, Tlaxcala, Mexico

Martha Rodríguez-Gutiérrez, María Eugenia Pineda-Escobar y José Antonio Mata-Sotres

11

Relación longitud-peso y factor de condición de la samasa *Anchoa nasus* en la Bahía de Pisco (Ica-Perú)

Length-weight relationship and relative condition factor of the samasa

Anchoa nasus in the Bay of Pisco (Ica, Peru)

Gerardo Pasache-Medina†, Jorge Tam-Málaga, Italo Arone- Cahua, Máximo Roque-Sanchez y Sayed Suarez-Valencia

19

Índice multivariado de la salud de la samasa *Anchoa nasus* en la Bahía de Pisco (Ica-Perú)

Multivariate health index of the samasa *Anchoa nasus* in the Pisco Bay (Ica-Peru)

Gerardo Pasache-Medina†, Jorge Tam-Málaga, Edher Calle-Estrada, Cristhian Vásquez-Velasco, Italo Arone- Cahua y Alberto Lorenzo-Puitiza

31

NOTA CIENTÍFICA

Dos especies ícticas mesopelágicas, *Taractes rubescens* (Bramidae)

y *Lepidocybium flavobrunneum* (Gempylidae), comercializadas en México

Two mesopelagic fish species, *Taractes rubescens* (Bramidae) and *Lepidocybium flavobrunneum* (Gempylidae), commercialized in Mexico

Luis Fernando Del Moral-Flores, Samantha Ballesteros-Hernández, Ma. Teresa Gaspar-Dillanes y Rebeca Sánchez-Cárdenas

41

RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

Pescadores en México y Cuba: Retos y oportunidades ante el cambio climático

Alejandro Espinoza-Tenorio

